

# Die Nutzungs- und Betriebsstruktur auf landwirtschaftlich genutzten Moorböden in Österreich und deren Bedeutung für klimaangepasste Managementoptionen

The land use and farm structure on agriculturally used peat soils in Austria and implications for climate-adapted management options

Laura Eckart\*, Jochen Kantelhardt und Lena Luise Schaller

Departement für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Institut für Agrar- und Forstökonomie,  
Universität für Bodenkultur Wien, AT

\*Correspondence to: [laura.eckart@boku.ac.at](mailto:laura.eckart@boku.ac.at)

Received: 10 Januar 2021 – Revised: 29 April 2022 – Accepted: 3 Juni 2022 – Published: 3 Oktober 2022

## Zusammenfassung

Entwässerte, landwirtschaftlich genutzte Moorböden stellen eine Treibhausgas-Emissionsquelle dar. Alternative Managementoptionen können diese Emissionen verringern. In Österreich sind der tatsächliche Umfang und die Nutzungsstruktur derartiger Flächen wenig erforscht. Ziel der Arbeit ist, den Umfang bewirtschafteter Moorflächen zu ermitteln, zu untersuchen, wie diese Flächen bewirtschaftet werden und qualitativ abzuschätzen, welche Implikationen sich bei einer Umsetzung alternativer Managementoptionen ergeben. Die Ergebnisse zeigen, dass österreichweit Schläge von rund 80.000 ha zumindest teilweise auf Moorböden liegen. Eine Clusteranalyse zeigt, dass diese Flächen vielfältig genutzt werden, insbesondere durch intensiv wirtschaftende, meist Rindviehhaltung betreibende Grünlandbetriebe, aber auch durch Ackerbaubetriebe. Die Studie betrachtet erstmals Umsetzungspotentiale alternativer Managementoptionen in Österreich, generelle Aussagen über deren Umsetzbarkeit und Potential zur Emissionsreduktion können aufgrund der Vielfalt an Einflussfaktoren jedoch nicht getroffen werden.

**Schlagerworte:** landwirtschaftlich genutzte Moorböden, Treibhausgasemissionen, Nutzungsstruktur, sozio-ökonomische Kontextfaktoren, Clusteranalyse

## Summary

Drained and agriculturally used peatlands are a source of greenhouse gas emissions. Alternative management options can reduce these emissions. In Austria, the extent and utilisation structure of such areas are not well known. The aim of this work is to determine the extent of drained peatlands, to investigate how these areas are managed and to assess what implications would arise if alternative management options were implemented. The results show that across Austria, around 80,000 ha are at least partially located on peatlands. A cluster analysis shows that these areas are used in different ways, especially by intensively managed grassland farms, mostly keeping cattle, but also by arable farms. For the first time, the study looks at implementation potentials of alternative management options in Austria, but due to the variety of influencing factors, general statements regarding their feasibility and potential for emission reduction cannot be made.

**Keywords:** peatland management, greenhouse gas emissions, land use structure, socio-economic context factors, cluster analysis

## 1 Einleitung

Im Zeitraum 1990 bis 2019 sanken die Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft in Österreich um 1,4 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente und damit um ca. 14,3%. Mit etwa 7,1 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten verursacht der Sektor Landwirtschaft heute ca. 10% der österreichischen Treibhausgas-Emissionen. Trotz dieser Entwicklung wurde das Emissionsziel für die Landwirtschaft in Österreich in den letzten Jahren durchgängig überschritten, 2019 um ca. 0,2 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente (UBA, 2021a). Nicht dem Sektor Landwirtschaft, sondern dem Sektor LULUCF (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft) werden Emissionen zugeordnet, wie sie beispielsweise durch die Nutzung von Moorböden entstehen. Für den Sektor LULUCF gibt es bislang keine nationalen Emissionsziele. Die von der EU beschlossene Verordnung für Landnutzung und Forstwirtschaft bis 2030 schreibt jedoch vor, dass die Summe aller Emissionen und Senken aus dem Sektor nicht größer als Null sein darf (EP, 2018).

Im natürlichen Zustand sind Moore klimaneutral und auf lange Sicht sogar Treibhausgassenken, da unter wassergesättigten Bedingungen anaerobe Zersetzungsprozesse vorherrschen, bei denen organische Substanz langsamer zersetzt wird als sie anfällt. Wird der Wasserspiegel jedoch durch Drainage gesenkt, nehmen aerobe Prozesse zu. Die angesammelte organische Substanz wird rascher abgebaut und CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen (Trepel, 2008). Die landwirtschaftliche Nutzung von Moorböden ist jedoch nicht zwangsweise klimaschädlich. Eine mit den Zielen des Klimaschutzes vereinbare Bewirtschaftung ist durch angepasstes Management möglich (Trepel, 2008; Günther et al., 2020). In einigen europäischen Ländern wie Deutschland (z.B. Angenendt et al., 2014; Röder und Osterburg, 2012; Schaller et al., 2011), der Schweiz (z.B. Ferré et al., 2019) oder Großbritannien (z.B. Rawlins und Morris, 2010) werden schon seit einigen Jahren die Möglichkeiten der Vermeidung von Treibhausgasemissionen durch angepasste landwirtschaftliche Nutzung auf Moorböden erforscht.

Auch in Österreich findet Landwirtschaft auf Moorböden, bei denen es sich um organische Böden handelt, statt. Die Treibhausgas-Inventur des Umweltbundesamtes schätzt den Umfang landwirtschaftlich genutzter, organischer Böden auf rund 13.000 Hektar (ha) Grünland. Ackerland auf organischen Böden wird dagegen nicht angeführt (UBA, 2021b). In einer Studie aus dem Jahr 2010 wird allerdings geschätzt, dass in Österreich rund 100.000 ha organischer Böden intensiv beweidet, gemäht, aber auch geackert werden (Grüning, 2010). Der Unterschied in den Schätzungen zeigt, dass wenig über das tatsächliche Ausmaß landwirtschaftlich genutzter Moorböden bekannt ist. Folglich besteht auch wenig Wissen über Art und Intensität der Nutzung auf diesen Flächen. Allerdings hat die Art und Weise der landwirtschaftlichen Nutzung von Moorböden einen starken Einfluss auf das Ausmaß der Emissionen auf diesen Flächen. So zeigen Daten aus Deutschland, dass auf Niedermoorböden unter Grünlandnutzung, mit rund 23 Tonnen

CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro ha und Jahr (tCO<sub>2</sub> eq./ha\*a) deutlich weniger Emissionen entstehen, als unter Ackernutzung mit rund 34 tCO<sub>2</sub> eq./ha\*a (Drösler et al., 2013). Andererseits beeinflusst die Art der Landwirtschaft die Umsetzbarkeit alternativer Managementoptionen (Schaller, 2014). Das Ziel dieser Arbeit ist daher, den Umfang landwirtschaftlich genutzter Moorböden auf Basis verfügbarer Sekundärdaten zu schätzen sowie festzustellen, wie diese Böden bewirtschaftet werden. Darauf aufbauend sollen Umsetzungspotentiale alternativer, klimaangepasster Managementoptionen diskutiert werden.

## 2 Daten und Methode

### 2.1 Datenherkunft und -verarbeitung

Grundlage für die Ermittlung von Lage und Umfang von Moorböden in Österreich ist die digitale Bodenkarte (eBod) (BFW, 2020). Relevant sind alle Böden der Typengruppe Moore und Anmoore. Die digitale Bodenkarte wurde in QGIS (QGIS.org, 2021) mit räumlich verorteten INVEKOS Feldstücken aus dem Jahr 2020 (BMLRT, 2021) verschnitten. Auf diese Weise können alle Schläge, welche zumindest teilweise auf Moorböden liegen, identifiziert werden. Aus INVEKOS-Daten auf Betriebsebene zu Betriebsstruktur und Tierhaltung lassen sich Informationen über Art und Struktur der Landwirtschaft auf Moorböden ableiten.

### 2.2 Literatur- und Clusteranalyse

Um die Potenziale alternativer, klimaangepasster Managementoptionen in der Praxis abschätzen zu können, ist es wichtig, die sozioökonomischen Kontextfaktoren zu kennen, die die Landwirtschaft auf Moorböden beeinflussen (Rawlins und Morris, 2010). Diese wurden im Rahmen einer Literaturrecherche identifiziert. Berücksichtigt wurden vor allem sozioökonomische und ökologische Analysen, sowie Texte, die sich mit der Landwirtschaft auf Moorböden im Allgemeinen auseinandersetzen. 17 Texte wurden berücksichtigt, dabei handelt es sich Großteils um peer-reviewte wissenschaftliche Artikel (acht Texte) und Berichte zu wissenschaftlichen Projekten (vier Texte), weiters Artikel in einer Fachzeitschrift, eine Dissertation, ein Konferenzartikel sowie eine Studie einer NGO. Die Texte wurden im Rahmen einer breit angelegten Literaturrecherche vor allem in Scopus sowie über Google identifiziert. Alle Faktoren, die als Variable in einem Modell, als Indikator zur Identifizierung typischer Betriebe oder als beschreibender Faktor für Betriebe mit Landwirtschaft auf Moorflächen verwendet wurden, wurden einbezogen. Insgesamt wurden so rund 80 sozioökonomische Kontextfaktoren identifiziert, die in Tabelle 1 zusammengefasst werden.

Um einen ersten Überblick über typische landwirtschaftliche Betriebe und Flächennutzungen auf Moorböden in Österreich zu erhalten, wurde eine Clusteranalyse durchgeführt, anhand derer die Bedeutung und räumliche Vertei-

Tabelle 1: Zusammenfassung sozioökonomischer Kontextfaktoren im Zusammenhang mit landwirtschaftlicher Moorbodenbewirtschaftung

Kategorie	Unterkategorie	Faktoren
Betrieb	Betriebscharakteristik	Betriebsgröße, Betriebstyp ...
	Landnutzung	Nutzungsstruktur (Grünland, Acker), Intensität ...
	ökonomische Aspekte	Investitionsintensität, Produktivität ...
	Tierhaltung	Tierarten, Viehbesatzdichte ...
Moorflächen		Flächenstruktur, Drainagesystem ...
Politik/Institutionen		Förderungen, Preise ...
soziale Aspekte		Akzeptanz alternativer Managementoptionen, Problembewusstsein ...
Standort	Klimawandel	Niederschlag
	Standort	Flächendruck, lokale Wirtschaftsstruktur ...
	Strukturwandel	Anzahl Betriebe, Technologie

Quelle: Eigene Darstellung.

lung der identifizierten Cluster ermittelt werden konnte. Die Auswahl der dabei berücksichtigten Variablen ist durch die Inhalte der eBod und der INVEKOS-Datenbank geprägt, sodass nicht alle Faktoren berücksichtigt werden konnten, die sich in der Literatur als relevant erwiesen haben. Miteinbezogen wurden insbesondere Faktoren aus den genannten Kategorien (1) Betrieb und (2) Moorflächencharakteristik, nämlich Betriebsgröße, Viehbesatzdichte, Anteil Rinder an gehaltenen Großvieheinheiten (GVE), Anteil Moor an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche (LF), Anteil intensiven und extensiven Grünlands an Moorfläche, sowie der Moorbodentyp.

Durchgeführt wurde die Clusteranalyse in SPSS als two-step-Clusteranalyse (IBM, 2019). Die Anwendung dieses Verfahrens hat mehrere Vorteile: So können sowohl metrische als auch kategoriale Variablen miteinbezogen werden. Ferner ist es möglich, eine hohe Anzahl an Fällen zu verarbeiten, zudem kann die Anzahl an Clustern manuell festgelegt werden (Janssen und Laatz, 2013). Die Clusteranalyse sollte als exploratives Verfahren angewendet werden, es sollten also verschiedene Lösungsmöglichkeiten verglichen und auf Basis inhaltlicher Interpretationen das beste Modell gewählt werden (Bühl, 2018). Im vorliegenden Fall wurde die Anzahl der Cluster so gewählt, dass sich mögliche Managementoptionen in den Clusterprofilen widerspiegeln. So sind beispielsweise alternative Managementoptionen für Grünland vom vorherrschenden Bodentyp und der Intensität der Bewirtschaftung abhängig (Drösler et al., 2013; Krimly et al., 2016). Um das Potential einzelner Managementoptionen abschätzen zu können, sollte deshalb sichergestellt werden, dass nicht alle Grünlandbetriebe in ein Cluster fallen, sondern nach Bodentyp und Bewirtschaftungsintensität differenziert wird. Um die Robustheit der final gewählten Cluster zu gewährleisten, wurden mehrfache Clusteranalysen aufgesetzt, die sich insbesondere in der Wahl einzelner Variablen unterschieden. Die Ergebnisse der einzelnen Clusteranalysen zeigten dabei größtenteils deckungsgleiche Cluster an Betrieben.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Umfang landwirtschaftlich genutzter Moorböden

Die Verschneidung von eBod (BFW, 2020) und INVEKOS-Daten (BMLRT, 2021) zeigt, dass in Österreich landwirtschaftliche Schläge in einem Umfang von rund 79.300 ha vollständig oder teilweise auf Moorböden liegen. Inklusive Almfutterflächen, die im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht weiter berücksichtigt werden sollen, beträgt ihr Umfang 84.400 ha.

Die Entscheidung, die gesamte Fläche der Schläge zu berücksichtigen, auch wenn sich diese nur teilweise auf Moorboden befinden, begründet sich damit, dass die Grenze zwischen verschiedenen Bodentypen fließend verläuft. Zudem ist davon auszugehen, dass mögliche Managementoptionen in der Regel nicht auf Teilflächen einzelner Schläge umsetzbar sind. Dies gilt insbesondere, wenn Maßnahmen umgesetzt werden, die das Wassermanagement betreffen und häufig auch angrenzende Flächen(anteile) mitbeeinflussen (Schaller, 2014). An dieser Stelle ist zudem anzumerken, dass die Datengrundlage der eBod kritisch zu betrachten ist, da die zugrundeliegenden Bodenproben zum Teil mehrere Jahrzehnte zurückliegen und Ausmaß und Lage der Moorböden sich inzwischen verändert haben können.

Die Analyse der Nutzung der betrachteten 79.300 ha an Schlägen zeigte, dass 61,3% (48.600 ha) der Flächen als Grünland und 38,2% (30.300 ha) ackerbaulich genutzt werden. Die restlichen 400 ha entfallen auf sonstige Flächen wie Spezialkulturen. Im Jahr 2020 wurden 29.800 ha der Schläge als Grünland mit drei oder mehr Nutzungen und 10.700 ha mit zwei Nutzungen bewirtschaftet. Winterweichweizen und Körnermais waren 2020 die am häufigsten angebauten Ackerkulturen auf Moorböden.

Über die Hälfte der landwirtschaftlich genutzten Moorböden in Österreich sind Anmoorböden. Bei rund einem Drittel handelt es sich um Niedermoorböden. Hoch- und Übergangsmoorböden machen nur einen kleinen Teil der Flächen aus. Ein Teil der Moorböden wird in der eBod lediglich als „Moorboden“ definiert und nicht näher spezifiziert,

diese Böden sind jedoch nur in Tirol und der Steiermark zu finden.

### 3.2 Struktur der moorbewirtschaftenden Betriebe

Die betrachteten Schläge werden insgesamt von 13.480 landwirtschaftlichen Betrieben bewirtschaftet. Da auch der vorherrschende Moorbodentyp als Variable in der Clusteranalyse berücksichtigt wurde, konnten aufgrund der teils ungenauen Typisierung der Moorböden in der eBod (BFW, 2020) allerdings nur 12.873 Betriebe als Fälle in der Clusteranalyse berücksichtigt werden. Sieben weitere Fälle wurden als Ausreißer (die aufgrund von Extremwerten nicht in einen der Cluster passten) ausgeschlossen, sodass in Summe 12.866 Betriebe in die Untersuchung einbezogen wurden. Für die finale Wahl der Cluster wurden gemäß Bühl (2018) verschiedene Lösungsmöglichkeiten verglichen und jene Lösung, mit einer Anzahl an sieben Clustern, gewählt, die auch auf Basis inhaltlicher Interpretationsmöglichkeiten das beste Ergebnis lieferte. Die Cluster lassen sich hier einerseits aus agrarökonomischer Sicht gut charakterisieren und spiegeln mögliche Managementoptionen wider. Tabelle 2 zeigt das Ergebnis der Clusteranalyse als deskriptive Statistik.

**Cluster 1** ist mit 2.502 Betrieben der größte Cluster und umfasst **Ackerbaubetriebe auf Anmoor**. Diese Betriebe haben einen geringen Anteil an Rindern am Gesamtumfang an GVE und eine geringe Viehbesatzdichte. Der Anteil an Ackerflächen an der gesamten LF ist mit 89% sehr hoch. Die Betriebe sind mit rund 54 ha LF, im Verhältnis zu allen berücksichtigten Betrieben, überdurchschnittlich groß, der Anteil an Moorflächen ist mit rund 17% aber unterdurchschnittlich. Etwa drei Viertel der Betriebe haben keine oder kaum Tiere und sind damit als Ackerbaubetriebe zu klassifizieren. **Cluster 2** (2.170 Betriebe) und **Cluster 7** (1.288 Betriebe) unterscheiden sich im Wesentlichen nur durch den vorherrschenden Moorbodentyp. **Grünlandbetriebe mit durchschnittlicher Viehbesatzdichte und vorwiegend extensiv genutzten (<3 Nutzungen) Flächen auf Anmoor** (Cluster 2) oder **auf Niedermoor** (Cluster 7). Zweiterer ist dabei deutlich kleiner. Im Durchschnitt sind 80% bzw. 91% der Flächen auf Moorböden extensivere Mähwiesen und -weiden. In beiden Clustern machen Rinder gut die Hälfte der GVE aus. Die Viehbesatzdichte ist, bezugnehmend auf die Viehbesatzdichte aller Betriebe, durchschnittlich, jedoch deutlich geringer als bei den intensiveren Betrieben der Cluster 3 und 5. Weniger als 10% der gesamten LF sind

Tabelle 2<sup>1</sup>: Ergebnisse der Clusteranalyse

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6	Cluster 7
Variable	Durchschnitt je Cluster						
<b>Anteil Rinder an GVE<sup>1</sup></b>	17%	58%	91%	7%	85%	73%	57%
<b>Viehbesatzdichte (GVE<sup>1</sup>/ha)</b>	0,44	0,97	1,48	0,99	1,5	1,17	1,02
<b>Anteil Acker an LF<sup>1</sup></b>	89%	8%	14%	86%	20%	19%	9%
<b>Anteil ext. Grünland an Moorfläche</b>	3%	80%	8%	8%	9%	42%	91%
<b>Anteil int. Grünland an Moorfläche</b>	3%	11%	86%	3%	76%	46%	4%
<b>Anteil Moor an LF<sup>1</sup></b>	17%	30%	32%	25%	30%	25%	26%
<b>Betriebsgröße in ha</b>	53,56	15,05	23,66	89,12	25,12	21,32	14,81
<b>vorherrschender Moorbodentyp<sup>1</sup> (Anzahl Betriebe)</b>							
HM	0	0	0	1	0	999	0
UM	0	0	0	5	0	765	0
NM	0	0	0	508	2081	0	1288
N	2502	2170	2483	64	0	0	0
<i>Anzahl Betriebe</i>	<i>2502</i>	<i>2170</i>	<i>2483</i>	<i>578</i>	<i>2081</i>	<i>1764</i>	<i>1288</i>
<i>Anteil d. Clusters an Betrieben</i>	<i>19%</i>	<i>17%</i>	<i>19%</i>	<i>4%</i>	<i>16%</i>	<i>14%</i>	<i>10%</i>
<i>Anteil d. Clusters an Gesamt-LF<sup>1</sup></i>	<i>24%</i>	<i>10%</i>	<i>22%</i>	<i>12%</i>	<i>18%</i>	<i>9%</i>	<i>5%</i>

Quelle: Eigene Darstellung, Datengrundlage: BMRLT (2020), BFW (2020).

1 GVE: Großvieheinheiten; LF: landwirtschaftliche Nutzfläche; HM: Hochmoor; UM: Übergangsmoor; NM: Niedermoor; N: Anmoor

Ackerflächen. Die Betriebe sind mit ca. 15 ha Betriebsgröße vergleichsweise klein.

Auch **Cluster 3** (2.483 Betriebe) und **Cluster 5** (2.081 Betriebe) unterscheiden sich im Wesentlichen durch den vorherrschenden Moorbodentyp. Es handelt sich um **Grünlandbetriebe mit überdurchschnittlicher Viehbesatzdichte und vorwiegend intensiven Flächen (Ackerbau oder Grünland mit >3 Nutzungen) auf Anmoor bzw. Niedermoor**. Auch hier ist jener Cluster, der Betriebe auf vorwiegend Niedermoor umfasst, kleiner. In beiden Clustern dominieren Rinder die Tierhaltung deutlich und die Viehbesatzdichte ist mit rund 1,5 GVE je ha hoch. Mit 14% bzw. 20% der gesamten LF bewirtschaften die Betriebe deutlich mehr Ackerflächen als extensivere Betriebe. Die Betriebe weichen mit rund 24 bzw. 25 ha LF nur geringfügig von der durchschnittlichen Betriebsgröße ab.

**Cluster 4** ist mit 578 Betrieben hinsichtlich der Betriebsanzahl der kleinste Cluster. Bei diesen Betrieben handelt es sich vor allem um **große Ackerbaubetriebe vorwiegend auf Niedermoor**, aber auch um einige andere Betriebstypen mit Flächen vorwiegend auf Moorböden. Die Viehbesatzdichte von rund einem GVE/ha kommt zustande, da es sich bei rund einem Drittel der Betriebe um Veredelungsbetriebe handelt, die teilweise eine sehr hohe Viehbesatzdichte aufweisen (dies zeigt auch die hohe Varianz von 3,6 GVE/ha). Rinderhaltung spielt kaum eine Rolle. Der Anteil der Ackerflächen an der gesamten LF ist mit 86% sehr hoch. Mit rund 89 ha LF sind die Betriebe überdurchschnittlich groß. Folglich umfasst der Cluster zwar nur rund 4% aller Betriebe,

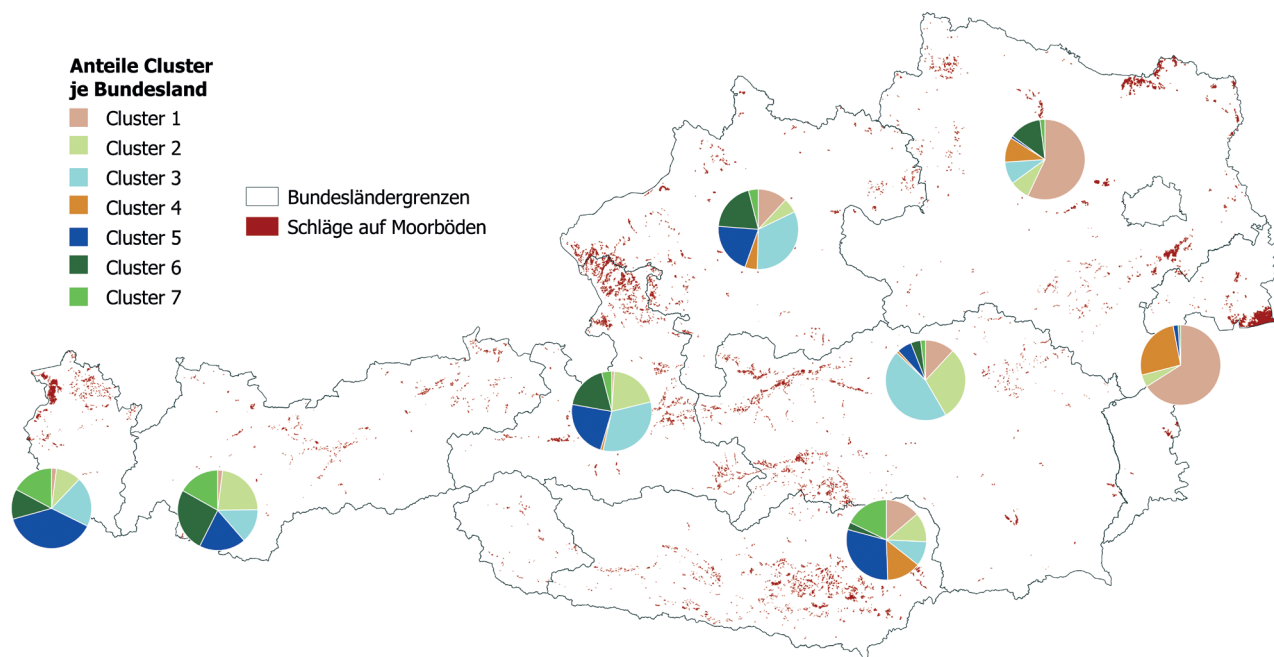
sie bewirtschaften jedoch rund 12% aller landwirtschaftlich genutzten Moorböden.

In **Cluster 6** (1.764 Betriebe) fallen vor allem **Grünlandbetriebe mit Flächen auf Hoch- und Übergangsmoor**. Die meisten der Variablen weisen Ausprägungen auf, die in etwa dem Durchschnitt der Variablen der anderen vier Cluster entsprechen, die jeweils intensivere oder extensivere Grünlandbetriebe umfassen. Es ist deshalb anzunehmen, dass dieser Cluster sowohl intensivere als auch extensivere Grünlandbetriebe umfasst. Wesentliches Kennzeichen von Cluster 6 ist die Tatsache, dass vor allem Hoch- und Übergangsmoorböden bewirtschaftet werden.

Insgesamt zeigt sich, dass Ackerbaubetriebe auf Anmoorböden sowohl hinsichtlich der Anzahl an Betrieben, als auch des Umfangs der bewirtschaftenden Moorflächen den größten Cluster darstellen. In Summe sind aber Grünlandbetriebe von größerer Bedeutung. Intensivere Grünlandbetriebe umfassen 35% aller Betriebe und 40% aller Flächen. Extensivere Grünlandbetriebe machen rund 27% aller Fälle aus und bewirtschaften in Summe 15% der Moorflächen. Cluster 6 nicht berücksichtigend, lassen sich somit 62% aller Betriebe und 55% aller Flächen den Grünlandbetrieben zuordnen. Ackerbaubetriebe machen in Summe 23% aller Betriebe aus und bewirtschaften 36% der betrachteten landwirtschaftlich genutzten Moorschläge.

Abbildung 1 gibt einen Überblick über die räumliche Verteilung der landwirtschaftlich genutzten Moorböden sowie der identifizierten Cluster in Österreich.

Abbildung 1: Räumliche Verbreitung landwirtschaftlich genutzter Moorböden sowie identifizierter Cluster in Österreich (ohne Almfutterflächen) 2020



Quelle: Eigene Darstellung, Datengrundlage: BMLRT (2021), BFW (2020), BEV (2020).

Im Nordosten Österreichs (Niederösterreich und Burgenland) dominiert Ackerbau, hier sind Betriebe aus Cluster 1 am häufigsten vertreten. In Kärnten zeigt sich ein heterogenes Bild. In der Mitte Österreichs (Oberösterreich, Salzburg, Steiermark) sind am häufigsten Betriebe vertreten, die sich Cluster 3 (Betriebe mit intensiverem Grünland, vor allem auf Anmoorböden) zuordnen lassen. In Tirol sind einerseits Betriebe mit Flächen auf Hoch- und Übergangsmooren stark vertreten, andererseits Betriebe mit extensiveren Grünlandflächen. In Vorarlberg überwiegen wiederum Betriebe mit intensiveren Grünlandflächen, allerdings befinden sich diese hier vermehrt auf Niedermoorflächen (vor allem im Rheintal).

#### 4 Diskussion

Im folgenden Abschnitt soll diskutiert werden, welche Konsequenzen die Umsetzung alternativer Managementoptionen für die österreichische Landwirtschaft auf Moorflächen hätte. Dies erfolgt auf Basis einer Literaturlauswertung, die aufzeigen soll, welche internationalen Erfahrungen bei der Umsetzung entsprechender Maßnahmen auf Moorflächen bestehen.

In der Literatur werden unterschiedliche Managementoptionen für eine klimafreundliche Moorbewirtschaftung genannt: die vollständige Wiedervernässung (Renaturierung) von Flächen auf Moorböden, saisonale Wiedervernässungen, die Produktion von Biomasse für energetische oder thermische Verwertung oder sonstige (schrittweise) Extensivierungen (z.B. Buschmann et al., 2020; Schaller, 2014). Diese Optionen sind mit sozio-ökonomischen Konsequenzen für betroffene landwirtschaftliche Betriebe verbunden. Ausmaß und Signifikanz dieser Konsequenzen sind von verschiedenen sozio-ökonomischen Faktoren abhängig, die ihrerseits die Umsetzbarkeit von möglichen Managementoptionen beeinflussen (Schaller et al., 2011).

Ein großer Teil landwirtschaftlicher Nutzflächen wird für die Erzeugung von Futtermitteln für verschiedene Verfahren der tierischen Produktion verwendet. Art und Intensität der Tierhaltung haben deshalb einen großen Einfluss auf das Umsetzungspotential alternativer Managementoptionen. Das trifft auch in Österreich zu, sechs von sieben Clustern weisen eine Viehbesatzdichte von rund einem GVE/ha oder mehr auf. Betrachtet man ergänzend, welche Betriebstypen (klassifiziert nach Standard-Output) in Österreich in der Bewirtschaftung von Moorflächen vorherrschen, wird sichtbar, dass 34% der Betriebe spezialisierte Milchviehbetriebe sind. Studien aus Deutschland zeigen, dass gerade unter Betriebsleiter\*innen von Milchviehbetrieben die Bereitschaft, Flächen zu extensivieren oder aufzugeben, gering ist (Billen et al., 2015; Schaller, 2014). Dies hat mehrere Gründe. Zum einen sind die Einkommensverluste auf diesen Betrieben am höchsten (z.B. Krimly et al., 2016; Schaller, 2014), da die Deckungsbeiträge auf Flächen, die für die Futterproduktion für Milchvieh genutzt werden besonders hoch sind (Schaller, 2014). Mit Extensivierungen gehen außerdem quantitative und qualitative Ertragsverluste einher, die aus-

geglichen werden müssen (Billen et al., 2015; Krimly und Angenendt, 2014). Darüber hinaus sind die Flächen notwendig, um der Düngemittelverordnung entsprechen zu können und die Kapitalbindung in der investitionsintensiven Milchviehhaltung schränkt die Flexibilität der Landwirt\*innen ein (Schaller et al., 2011). Insbesondere Betriebe der Cluster 3, 5 und 6 wären von diesen Konsequenzen wahrscheinlich besonders betroffen, sie machen knapp die Hälfte aller Betriebe aus.

Cluster 2 und 7 umfassen Grünlandbetriebe mit überwiegend extensiven Flächen auf Moor. Alternative Managementoptionen sind für Betriebe mit extensiveren Produktionsverfahren wie beispielsweise der Mutterkuhhaltung leichter umsetzbar, da Einkommenseffekte hier schwächer sind. Einzelstudien geben außerdem Hinweise darauf, dass auf solchen Betrieben Futter leichter ersetzt werden kann (Schaller, 2014; Krimly und Angenendt, 2014), beispielsweise durch die Intensivierung nicht betroffener Flächen (Angenendt et al., 2014).

Im Gegensatz zu den Betrieben, die raufutterverzehrenden Tiere halten, ist der Ersatz von Futter für Veredelungsbetriebe, wie sie insbesondere in den Clustern 1 und 4 zu finden sind, über Futterzukauf leichter möglich (Schaller, 2014). Grundsätzlich zeigen Studien, dass je intensiver die Flächen eines Betriebs bewirtschaftet werden, desto schwieriger sind alternative Managementoptionen umzusetzen (z.B. Schaller, 2014). Dies betrifft in Österreich fast 60% aller Betriebe (Cluster 1, 3, 4 und 5). Für diese intensiven Betriebe sind Einkommensverluste und damit auch die Vermeidungskosten für Treibhausgasemissionen als besonders hoch einzuschätzen (z.B. Krimly et al., 2016; Schaller, 2014). Mögliche Managementoptionen wie saisonale Wiedervernässung sind aufgrund hoher Investitionskosten allerdings nur auf produktiven Flächen rentabel, während die Produktion von Biomasse oder extensive Beweidung vor allem auf weniger produktiven Flächen denkbar ist (Buschmann et al., 2020).

Die Auswertung der Literatur zeigt, dass die Betroffenheit der Betriebe von Managementmaßnahmen die Höhe der betrieblichen Einkommenseinbußen wesentlich beeinflusst. Die Betroffenheit prägt damit auch die Umsetzbarkeit von Managementalternativen. Studien zeigen, dass je höher der Anteil am Moorflächen an der Gesamtfläche eines Betriebes ist, desto schwieriger ist es für die Betriebsleiter\*innen, ihre Bewirtschaftung anzupassen (z.B. Schaller et al., 2011; Buschmann et al., 2020). Die Ergebnisse der Clusteranalyse zeigen, dass die betriebliche Betroffenheit je Cluster zwischen 17% und 32% liegt, wobei diese sowohl regional als auch einzelbetrieblich stark schwanken kann. Cluster 3 und 5 weisen einen Moorflächenanteil von durchschnittlich 30 bzw. 32% auf und gleichzeitig eine große Viehbesatzdichte sowie einen hohen Anteil an Rindern am gesamten Viehbestand. Für sie ist relevant, was Krimly et al. (2016) zeigen: Milchviehbetriebe müssten bereits bei einem Moorflächenanteil von 25% die Anzahl an Milchkühen reduzieren, falls Moorflächen wiedervernässt werden sollen.

Durch die Literaturlauswertung wird ferner deutlich, dass der auf den Betrieben vorherrschende Moorbodentyp die Mög-

lichkeiten der Flächennutzung, die CO<sub>2</sub>-Emissionen, sowie die Anpassungsmöglichkeiten prägen. So können Anmoorflächen, deren Anteil an mineralischer Substanz hoch ist, vergleichsweise gut als Ackerland genutzt werden (Schaller, 2014). Daten von Drösler et al. (2013) zeigen, dass durch die Nutzung von Niedermoorflächen höhere Emissionen entstehen als durch die Nutzung von Hochmoorböden. Anmoore sind zwar flachgründig, Daten von Tiemeyer et al. (2013) lassen jedoch annehmen, dass das Ausmaß der Treibhausgasemissionen vergleichbar mit jenen von tiefgründigeren Moorböden ist. Generell können Zustand der Böden und klimatische Rahmenbedingungen, insbesondere mangelnde Wasserverfügbarkeit, das Potential alternativer Managementoptionen stark verringern oder unmöglich machen (Drösler et al., 2013; Schaller, 2014). Die Auswertung auf Basis der eBOD und INEKOS-Daten zeigt, dass die Emissionen in Österreich durch die Moorflächenbewirtschaftung durchaus relevant sein dürften, da weit mehr als die Hälfte der Betriebe (Cluster 1, 2 und 3) in Österreich vorwiegend Anmoorflächen und rund 30% vorwiegend Niedermoorflächen bewirtschaften. Überwiegend Übergangs- oder Hochmoorflächen bewirtschaften demgegenüber nur wenige Betriebe in Österreich.

Wie in Kapitel 2.2. erwähnt, konnten im Rahmen dieser Arbeit nicht alle sozioökonomischen Kontextfaktoren, welche sich auf die Potenziale klimaangepasster Managementoptionen auswirken, in der Clusteranalyse berücksichtigt werden, da sie sich nicht aus der Datengrundlage ableiten lassen. Aber auch diese wirken sich auf die Umsetzbarkeit von Managementoptionen aus und führen wahrscheinlich dazu, dass es innerhalb der identifizierten Cluster über die beschriebenen Implikationen hinaus Differenzen in der Umsetzbarkeit zwischen den Betrieben gibt. Da sehr wesentliche Faktoren zu Betriebstypen, Landnutzung und Viehhaltung aber berücksichtigt werden konnten, lassen sich trotzdem erstmals wichtige Erkenntnisse zur Umsetzbarkeit von alternativen, klimafreundlichen Managementoptionen gewinnen.

## 5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Ergebnisse dieser Studie liefern erstmals ein genaueres Bild der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung von Moorböden in Österreich. Die Analysen zeigen, dass es in Österreich verschiedene Typen von Betrieben und landwirtschaftlicher Flächennutzung auf Moorflächen gibt. Zu finden sind Ackerbaubetriebe, mit oder ohne Viehhaltung in größerem Umfang, sowie Grünlandbetriebe, die Moorflächen relativ intensiv bewirtschaften und extensiver wirtschaftende Grünlandbetriebe. Die Ergebnisse legen zudem nahe, dass eine Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen mit großen Einkommenseinbußen für die Landwirtschaft verbunden sein dürfte. Dies ist vor allem auf die hohe Bedeutung der Moorflächen für die Gewinnung von Wirtschaftsfutter für die Rinderhaltung zurückzuführen. Da die Einkommenseffekte und das Potential zur Emissionsreduktion stark von individuellen Betriebscharakteristika abhängen (Krimly et al., 2016) kön-

nen keine generellen Aussagen über die Umsetzbarkeit und die ökonomische Bedeutung einzelner Managementoptionen in Österreich abgeleitet werden. Da die Akzeptanz einzelner Maßnahmen regional sehr unterschiedlich sein kann (Schaller et al., 2011) ist es daher notwendig, die bisher gewonnenen Erkenntnisse in regionalen Fallstudien zu ergänzen und zu vertiefen. Diese machen es zudem möglich, aus den Daten bislang nicht ableitbare Faktoren zu untersuchen, die ebenfalls die Umsetzbarkeit von Maßnahmen beeinflussen, wie beispielsweise der Zustand der Böden und Drainageanlagen, sowie die Einstellungen der Landwirt\*innen (Schaller, 2014).

Eine weitere Schlussfolgerung der Arbeit kann zu den durch die landwirtschaftliche Nutzung von Moorböden entstehenden Emissionen getroffen werden. So zeigt sich einerseits, dass die Treibhausgas-Inventur des UBA (2021a) derzeit die tatsächlichen Emissionen aus Moorböden unterschätzen könnte. Potenziell gibt es nämlich mehr landwirtschaftlich genutzte Moorböden als in dieser ausgewiesen, darunter auch Ackerböden, und diese werden relativ intensiv bewirtschaftet. Andererseits liegt das ermittelte Flächenausmaß unter den Schätzungen von Grüning (2010). Um genauere Schätzungen zu ermöglichen wäre es notwendig, die zugrundeliegende Datenbasis bezüglich der Bodentypen zu aktualisieren. Insgesamt ermöglicht die vorliegende Arbeit einen ersten Überblick über Umfang und Struktur landwirtschaftlicher Moornutzung in Österreich und bildet den Ausgangspunkt für weiterführende Forschungsarbeiten zum Thema.

## Danksagung

Diese Forschungsarbeit ist Teil des Projekts PeatGov-Austria (KR19AC0K17573), das vom Klima- und Energiefonds im Rahmen des Programms ACRP12 gefördert wird.

## Literatur

- Angenendt, E., Krimly, T und Bahrs, E. (2014) Wiedervernässung landwirtschaftlich genutzter Moore - eine ökonomisch-ökologische Analyse für das Voralpine Hügel- und Moorland. In: Eder, M., Sinabell, F., Stern, T. (Hrsg.) Jahrbuch der österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie. Band 23. Wien: Facultas Verlag, 1-10.
- BEV (Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen) (2020) Verwaltungsgrenzen. Zur Verfügung gestellt vom BMLRT. Wien.
- BFW (Bundesforschungszentrum für Wald) (2020) eBod. Zur Verfügung gestellt vom BMLRT. Wien.
- Billen, N., Kalia, A., Stahr, K., Holz, I., Böcker, R., Peringer, A., Marggraff, V., Wiedmann, K., Kaule, G. und Schwarz-v. Raumer, H.-G. (2015) Ökonomisch-ökologische Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren in Baden-Württemberg (Moore-BW) Teil 1: Ökologische Grundlagen, Entwicklungsoptionen, Landnutzung und THG-Emiss-

- sionen. URL: <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/19929> (19.03.2021).
- BMLRT (Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus) (2021) INVEKOS-Daten zu Betriebsstruktur, Flächennutzung und Tierhaltung. Wien.
- Bühl, A. (2018) SPSS – Einführung in die modern Datenanalyse ab SPSS 25. Hallbergmoos: Pearson.
- Buschmann, C., Röder, N., Berglund, K., Berglund, Ö., Lærke, P. Erik, Maddison, M., Mander, Ü., Myllys, M., Osterburg, B. und van den Akker, J. J.H. (2020) Perspectives on agriculturally used drained peat soils: Comparison of the socioeconomic and ecological business environments of six European regions. *Land Use Policy*, 90, 104181. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104181>.
- Drösler, M., Adelman, W., Augustin, J., Bergman, L., Beyer, C., Chojnicki, B., Förster, C., Freibauer, A., Giebels, M., Görlitz, S., Höper, H., Kantelhardt, J., Liebersbach, H., Hahn-Schöfl, M., Minke, M., Petschow, U., Schaller, L., Pfadenhauer, J., Schägner, P., Sommer, M., Thuille, A. und Wehrhan, M. (2013) Klimaschutz durch Moorschutz – Schlussbericht des Vorhabens „Klimaschutz – Moornutzungsstrategien“ 2006-2010. URL: [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/bitv/dn049337.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/bitv/dn049337.pdf) (18.02.2021).
- EP (Europäisches Parlament) (2018) Verordnung (EU) 2018/841 des Europäischen Parlaments und des Rates. Brüssel.
- Ferré, M., Muller, A., Leifeld, J., Bader, C., Müller, M., Engel, S. und Wichmann, S. (2019) Sustainable management of cultivated peatlands in Switzerland: Insights, challenges, and opportunities. *Land Use Policy*, 87, 104019. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.05.038>.
- Grüning, A. (2010) Moore: Vom Aschenputtel zur Prinzessin? *NATUR&Land*, 96, 1, 4–10.
- Günther, A., Barthelmes, A., Huth, V., Joosten, H., Jurasinski, G., Koebisch, F. und Couwenberg, J. (2020) Prompt rewetting of drained peatlands reduces climate warming despite methane emissions. *Nature communications*, 11, 1, 1644. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15499-z>.
- IBM (2019) IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0.
- Janssen, J. und Laatz, W. (2013) Statistische Datenanalyse mit SPSS. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Krimly, T. und Angenendt, E. (2014) Ökonomisch-ökologische Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren in Baden-Württemberg (Moore-BW) Teil 2. URL: <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/49003> (19.03.2021).
- Krimly, T., Angenendt, E., Bahrs, E. und Dabbert, S. (2016) Global warming potential and abatement costs of different peatland management options: A case study for the Pre-alpine Hill and Moorland in Germany. *Agricultural Systems*, 145, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2016.02.009>.
- QGIS.org (2021) QGIS Geographic Information System, Version 3.16.
- Rawlins, A. und Morris, J. (2010) Social and economic aspects of peatland management in Northern Europe, with particular reference to the English case. *Geoderma*, 154, 3-4, 242–251. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2009.02.022>.
- Röder, N. und Osterburg, B. (2012) Reducing GHG emissions by abandoning agricultural land use on organic soils. Paper presented at the 2012 IAAE-Conference, Foz do Iguacu.
- Schaller, L. (2014) Landwirtschaftliche Nutzung von Moorflächen in Deutschland – Sozioökonomische Aspekte einer klimaschonenden Bewirtschaftung. Dissertation an der Technischen Universität München. München.
- Schaller, L., Kantelhardt, J. und Drösler, M. (2011) Cultivating the climate: socio-economic prospects and consequences of climate-friendly peat land management in Germany. *Hydrobiologia*, 674, 1, 91–104. <https://doi.org/10.1007/s10750-011-0736-y>.
- Tiemeyer, B., Freibauer, A., Drösler, M., Albiac-Borraz, C., Augustin, J., Bechthold, M., Beetz, S., Belting, S., Bernrieder, M., Beyer, C., Eberl, J., Eickenscheidt, T., Fell, H., Fiedler, S., Förster, C., Frahm, E., Frank, S., Giebels, M., Glatzel, S., Grünwald, T., Heinichen, J., Hoffmann, M., Hommeltenberg, J., Höper, H., Laggner, A., Leiber-Sauheitl, K., Leppelt, T., Metzger, C., Peichl-Brak, M., Röhling, S., Roskopf, N., Rötzer, T., Sommer, M., Wehrhan, M., Werle, P. und Zeitz, J. (2013) Klimarelevanz von Mooren und Anmooren in Deutschland: Ergebnisse aus dem Verbundprojekt „Organische Böden in der Emissionsberichterstattung“. URL: [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/bitv/dn052806.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/bitv/dn052806.pdf) (02.11.2021).
- Trepel, M. (2008) Zur Bedeutung von Mooren in der Klimadebatte. In: Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.) Jahresbericht 2007/08. Flintbek, 61–74.
- UBA (Umweltbundesamt) (2021a) Klimaschutzbericht 2021. Wien.
- UBA (Umweltbundesamt) (2021b) Austria’s National Inventory Report 2021. Wien.