



## Executive Stakeholder Summary

Projektnummer	406840_143145
Titel	Nachhaltige Nutzung organischer Böden
Projektleiter:	Jens Leifeld, Agroscope
Weitere Projektverantwortliche	Stefanie Engel, Universität Osnabrück Moritz Müller, Berner Fachhochschule

Beitrag zur thematischen Synthese:

<input type="checkbox"/> Boden und Nahrungsmittel- produktion	<input checked="" type="checkbox"/> Boden und Umwelt	<input type="checkbox"/> Raumentwicklung	<input type="checkbox"/> Bodendaten, Methoden und Instrumente	<input type="checkbox"/> Bodenpolitik
---	---	--	--	---------------------------------------

Ort, Datum: Zürich, 20.12.2016

## **Hintergrund**

Moorböden zeichnen sich aus durch einen hohen Gehalt an organischer Substanz in Form von Torf. Ihre land- und forstwirtschaftliche Nutzung setzt in der Regel voraus, dass sie entwässert sind. Als Folge davon oxidiert der dem Luftsauerstoff ausgesetzte Torf (Mineralisierung), die Böden verlieren organische Substanz und sacken ein. Über die Jahrzehnte führt dies zum vollständigen Verlust der organischen Substanz und somit zu einer Veränderung ihres Produktionspotenzials. Gleichzeitig verursacht die Oxidation der organischen Bodensubstanz hohe Treibhausgasemissionen.

Um die Degradierung und den Verlust von Mooreböden und die damit einhergehenden Treibhausgasemissionen künftig zu vermeiden, stellt sich die Frage nach alternativen, insbesondere extensiven Nutzungsmöglichkeiten. Dabei stehen drei Fragenkomplexe im Vordergrund:

- Es ist wenig bekannt, ob entwässerte Mooreböden spezifisch auf die Art der Nutzung reagieren. Basierend auf publizierten Emissionsdaten ist davon auszugehen, dass Ackernutzung den Torfverlust am schnellsten vorantreibt. Dies gilt es jedoch umfassender zu prüfen, um genauer abschätzen zu können, ob extensivere Nutzungsarten wie Weide oder Wald tatsächlich zu reduziertem Bodenverlust und tieferen Treibhausgasemissionen führen, oder ob solche Verbesserungen nur über eine vollständige Wiedervernässung ohne Nutzung erreicht werden können.
- Die hohe Wertschöpfung auf genutzten drainierten Mooreböden, zum Beispiel aus der Gemüseproduktion, und die sehr geringen Deckungsbeiträge nach Extensivierung haben bei Nutzungsänderungen grosse finanzielle Herausforderungen zur Folge. Die Ausgestaltung von Politikinstrumenten, die extensivere Nutzungsarten fördern könnten, erweist sich somit als schwierig.
- Die grossflächige Struktur des Entwässerungssystems bedingt, dass Nutzungsänderungen oft nur im Rahmen kollektiver und nicht individueller Entscheidungen sinnvoll umgesetzt werden können.

## **Ziel**

Die Ziele des Projekts bestanden darin, die Merkmale organischer Böden zu identifizieren, die als Hauptursachen für die Mineralisierung gelten können, und Politikinstrumente zu ermitteln, die eine nachhaltigere Bewirtschaftung der noch vorhandenen Mooreböden wirksam fördern. Spezifisch wurde den folgenden Fragen nachgegangen:

- Wirkt sich die Art der Landnutzung (Acker, Grasland, Wald) unterschiedlich auf den Grad der Bodendegradierung aus? Wenn ja, wie? Dazu wurde erfasst, ob sich die Bodeneigenschaften ehemaliger Moore unter Wald, Grasland und Acker unterscheiden.
- Welche Bodeneigenschaften und Prozesse steuern den Torfabbau in genutzten organischen Böden? Dazu wurde untersucht, ob es physikalisch-chemische Faktoren gibt, die die Abbaubarkeit des Torfes bestimmen und wie sich der Eintrag frischer Pflanzenreste auf den Abbau des vorhandenen Torfes auswirkt.
- Welche Politikinstrumente sind geeignet, eine Änderung der Nutzung organischer Böden herbeizuführen, um den noch vorhandenen Torfkörper zu bewahren? Dazu wurde die Entscheidungsfindung der Betroffenen untersucht.

## Resultate

Eine nachhaltige – und damit auch ökonomisch interessante – intensive Bewirtschaftung von Moorböden, die gleichzeitig deren Kapazität als Kohlenstoffspeicher bewahrt, ist nicht möglich. Extensiv bewirtschaftete organische Böden enthalten noch grössere Mengen an labilem Kohlenstoff als intensiv bewirtschaftete und haben somit ein hohes Freisetzungspotenzial für Treibhausgase, sobald sie intensiv bewirtschaftet werden.

Die Art der Landbewirtschaftung ist kein ausschlaggebender Faktor für das Ausmass der Degradation organischer Böden (Torfzehrung); unter allen drei Landnutzungstypen kommt es zu starkem Torfverlust. Es zeigte sich, dass im Oberboden von Acker- und Grasland die Lagerungsdichten höher und die Kohlenstoffgehalte niedriger als unter Wald waren. Oberböden unter landwirtschaftlicher Nutzung hatten auch deutlich kleinere Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnisse (C/N-Verhältnisse). Dies bedeutet, die landwirtschaftliche Nutzung baut den Torf im Oberboden stärker ab als Forstwirtschaft. Die Moorböden sind aber auch unter Wald stark degradiert und die Torfzersetzung ist bis in Tiefen von einem Meter sichtbar.

Torf von Standorten, die eine weniger intensive Entwässerung erfahren hatten, war unter Laborbedingungen besser abbaubar und damit eine stärkere CO<sub>2</sub>-Quelle. Ein quantitativer chemisch-physikalischer Indikator für die CO<sub>2</sub>-Freisetzung konnte jedoch nicht gefunden werden. Junge Pflanzenreste im Boden erwiesen sich als labiler als der Torf an sich. Die Zugabe von frischem Streu erhöhte die CO<sub>2</sub>-Emissionsrate. Die Streu stimulierte jedoch nicht den Torfabbau, sondern den Abbau von im Boden vorhandener junger Pflanzenreste. Der Anbau der Energiepflanze *Miscanthus* (Elefantengras), mit laut Literatur teils positiven Effekten auf den Bodenkohlenstoff, vermag den Kohlenstoffverlust bewirtschafteter Moorböden nicht aufzuwiegen. Interviews mit Fachexperten erlaubten es, die grössten Herausforderung für eine nachhaltigere Bodenbewirtschaftung im Berner Seeland zu identifizieren. Dies sind die hohe Wertschöpfung durch Gemüseanbau auf den entwässerten Moorböden, die angespannte wirtschaftliche Situation der Produzenten sowie der identitätsstiftende sozio-kulturelle und historische Kontext der Gemüseproduktion in der Region. Es braucht eine umfassend abgestützte langfristige gesellschaftliche Vision, wie die organischen Böden in dieser Region in Zukunft genutzt und/oder erhalten werden sollen.

Mithilfe eines interaktiven ökonomischen Experiments wurden die potenziellen Bewirtschaftungsentscheide der Gemüseproduzenten im Seeland unter verschiedenen Anreizsystemen simuliert. Die getesteten Anreizsysteme belohnten die Kooperation der Bauern, die sich für eine extensivere Bodennutzung ohne Entwässerung entschieden (Agglomeration-Payments). Das Experiment berücksichtigte auch Unterschiede im Produktionspotenzial und damit in den Opportunitätskosten der bewirtschafteten Flächen und wie sich dies auf das Entscheidungsverhalten auswirkt. Die Resultate zeigen, dass Zahlungen, die die Kooperation belohnen und die sich an den höchsten Opportunitätskosten der beteiligten Bauern orientieren, ein vielversprechender Ansatz zur Unterstützung nachhaltigerer Produktionssysteme sind. Insbesondere sind deren Effektivität grösser und die totalen Kosten kleiner als bei Zahlungen, die nach individuellen Opportunitätskosten differenziert sind.

Es zeigt sich auch, dass sehr starke Anreize nötig sind, um Änderungen in der Bewirtschaftung in Gang zu setzen. Für deren Ausgestaltung ist unbedingt zu beachten, dass die sozialen Präferenzen und andere persönliche Charakteristika der Bauern, wie Risikoaversion, Kooperationsbereitschaft und die Einstellung gegenüber Fairnessaspekten bei den Entscheiden eine wesentliche Rolle spielen können.

### **Bedeutung für die Forschung**

Torf hat ein hohes Radiokarbon ( $^{14}\text{C}$ )-Alter und seine Isotopensignatur kann damit für die Zuordnung der Herkunft des  $\text{CO}_2$  genutzt werden. Die Isotopenmessungen im Labor zeigten, dass das Priming beim Torf – die Stimulierung des Torfabbaus durch Zugabe frischen Pflanzenmaterials – bei allen drei untersuchten Landnutzungstypen negativ ausfiel. Das  $^{14}\text{C}$ -Signal degradiertes Moorböden eignet sich hervorragend als Tracer für solche Untersuchungen. Es wurde auch nachgewiesen, dass jüngeres Pflanzenmaterial, das sich über Jahre im Boden akkumuliert, instabiler ist als der alte Torf selbst.

Bei der Bewertung künftiger Emissionen aus organischen Böden muss deren Zusammensetzung berücksichtigt werden. Aufgrund des Vergleichs mit chemischen Methoden kann bestätigt werden, dass sich die klassische von-Post-Methode zur Bestimmung der Humifizierung von Moorböden im Feld auch zur groben Klassifizierung der Abbaustabilität des Torfes eignet.

Die Bewirtschaftung von Moorböden wurde sowohl aus landwirtschaftlicher als auch ökonomischer Perspektive beleuchtet. Die optimale Gestaltung von «Agglomeration-Payments» wurden mit einem dynamischen Experiment untersucht. Es zeigte sich, dass Anreizsysteme, die den Opportunitätskosten angepasst sind, nicht unbedingt bessere Ergebnisse bezüglich des Bodenschutzes und der Gesamtkosten zeigten also solche, die mit fixen Zahlungen operieren, die sich an den höchsten Opportunitätskosten orientieren. Die Methode eines computergestützten ökonomischen Experiments mit Studierenden landwirtschaftlicher Schulen ist vielversprechend, um solche Untersuchungen durchzuführen.

### **Bedeutung für die Praxis**

Eine land- oder forstwirtschaftliche Nutzung lässt sich mit der natürlichen Tragfähigkeit von Moorökosystemen nicht vereinbaren. Sie führt – in unterschiedlicher Geschwindigkeit – zum Verlust der Bodenfunktionen Kohlenstoff- und Wasserspeicherefähigkeit, einer Beeinträchtigung des landwirtschaftlichen Produktionspotenzials sowie zu hohen Treibhausgasemissionen. Ausnahmen bilden sehr extensive Nutzungen sowie natürliche Hochmoorwälder. Die Zufuhr von frischem organischem Material beschleunigt den Abbau des Torfes nicht, kann ihn aber auch nicht kompensieren.

Weniger degradierte Moorböden setzen die grössten Mengen an  $\text{CO}_2$  frei wenn sie entwässert werden. Zur Erhaltung der Moorböden müssen deshalb bereits getroffene Schutzmassnahmen beibehalten, verstärkt und konsequent umgesetzt werden. Zurzeit gibt es in der Schweiz keine intensive Bewirtschaftungsform – einschliesslich des Anbaus von Elefantengras – mit der die Degradation der Moorböden vermieden werden kann.

Das Projektteam identifizierte Politikinstrumente, die einen Wandel in der Bodenbewirtschaftung fördern, indem sie den Kooperationsbedarf zwischen den Bauern und die Schwankungen bei den langfristigen Opportunitätskosten für Nutzungsänderungen für einige der Bauern berücksichtigen. Das dazu eingesetzte ökonomische Experiment basierte auf realen Wirtschaftsdaten und ermöglichte so Aussagen über die Kosten zum Einsatz dieser Politikinstrumente.

Die ökonomischen Untersuchungen haben klar gezeigt, dass die Opportunitätskosten alternativer Nutzungen sehr hoch sind und deshalb ein grundsätzlicher gesellschaftlicher Entscheid über die zukünftige Nutzung oder den Schutz dieser Böden von Nöten ist. Eine nachhaltige Lösung kann nicht allein durch eine Feinsteuerung mit leicht angepassten Anreizsystemen erreicht werden. Falls Zahlungen im Bereich der Opportunitätskosten möglich wären, helfen die Resultate dieses Projektes, diese optimal auszugestalten. Fairnessaspekte und Unterschiede in den Opportunitätskosten einzelner Bauern sind wichtig. Zahlungen, die als fair empfunden werden

und die die Kooperation in der Bewirtschaftung fördern, scheinen dabei besonders vielversprechend.

Die in den ökonomischen Experimenten verwendete Methode des computerbasierten Spiels hat vielversprechendes Potenzial in Ausbildungskontexten genutzt zu werden. Sie kann sehr hilfreich sein bei der Vermittlung komplexer Sachverhalte mit synergetischen und widerstreitenden Effekten verschiedener Handlungen und Interaktionen zwischen verschiedenen Akteuren.

### **Empfehlungen**

Es braucht einen bewussten gesellschaftlichen Entscheid, wie mit den derzeitig land- und forstwirtschaftlich genutzten, entwässerten Moorböden umzugehen ist. Ein weiterer Aufschub sich dieser Problematik zu stellen, ist nicht möglich, da sonst die natürlichen Prozesse entwässerter Moorböden den Entscheid vorwegnehmen und die verbleibenden organischen Böden über die kommenden Jahrzehnte verloren gehen werden. Noch vorhandene naturnahe Moore sind zu schützen. Dies beinhaltet den zeitnahen Rückbau noch aktiver Drainagesysteme auf allen Flächen, die in den Mooringinventaren aufgeführt sind.

Eine gute Datengrundlage ist für einen solchen Entscheid unabdingbar. Zur genaueren Erfassung der noch vorhandenen Fläche der organischen Böden und ihres Zustandes sind deshalb gezielte Vor-Ort-Aufnahmen des Bodens anzustreben, um vorhandene GIS-basierte Schätzungen zu validieren und zu erweitern. Dies bedeutet vor allem die Kartierung der organischen Böden im Feld.

Bei landwirtschaftlich genutzten organischen Böden ist eine Wiedervernässung verbunden mit starker Extensivierung (z.B. Streunutzung oder Paludikultur) oder Nutzungsaufgabe eine Option, um bodenspezifische Funktionen zu erhalten oder wiederherzustellen. Bei forstwirtschaftlich genutzten organischen Böden die Wiedervernässung mit Nutzungsaufgabe. Allerdings wurde das Potenzial der Paludikultur, also den Anbau von wassertoleranten nachwachsenden Rohstoffen, in der Schweiz noch nicht und international erst wenig untersucht. Ein solcher Wechsel ist überdies mit hohen Opportunitätskosten und potenzieller Nutzungsverlagerung verbunden. Für Paludikultur ist eine Wiedereinführung der Unterstützungszahlungen durch den Bund in Betracht zu ziehen. Des Weiteren ist zu überlegen, ob die Nutzungsaufgabe als Massnahme im Rahmen von CO<sub>2</sub>-Kompensationsprojekten Geltung finden kann. Zur Nutzungsverlagerung ist zu analysieren, wie eine wegfallende Produktion auf diesen Böden kompensiert werden könnte – durch Reduktion in der Nachfrage, durch Verlagerung der Produktion auf andere Flächen in der Region, eine Änderung der Produktion (z.B. Gewächshauskulturen) oder durch Importe aus dem Ausland. Bei diesen Optionen ist unbedingt abzuklären, mit welchen Umweltkosten dies einhergehen würde.

Alternativ kann auch ein bewusster Entscheid gefällt werden, organische Böden weiterhin zu nutzen und deren weitergehende Degradierung und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen und Verluste an Bodenfunktionen in Kauf zu nehmen. Dies entspricht dem Abbau einer nicht erneuerbaren Ressource und bedeutet insbesondere, dass eine möglicherweise notwendige Nutzungsänderung auf diesen Flächen und das Problem der zukünftigen wirtschaftlichen Situation der Bauern nicht gelöst, sondern nur zeitlich aufgeschoben ist.