



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
**Agroscope**

# Abstracts

Donnerstag, 18. Januar 2018

## **Multifunktionelle Böden für Landwirtschaft und Umwelt**

### **5. Agroscope-Nachhaltigkeitstagung**

Agroscope in Reckenholz

# **Bodenbasierte Ökosystemleistungen zur Steuerung nachhaltiger Raumentwicklung**

**Adrienne Grêt-Regamey**

Lehrstuhl Planung von Landschaften und Urbane Systeme (PLUS), Institut für Raum- und Landschaftsentwicklung, ETH Zürich

Die Siedlungsentwicklung ist für zwei Drittel des Kulturlandverlusts in der Schweiz verantwortlich. Insgesamt sind in 24 Jahren 85'000 Hektaren beziehungsweise fünf Prozent des 1985 noch vorhandenen Kulturlands verloren gegangen. Dabei werden überwiegend die qualitativ wertvollsten Böden verbraucht, welche wichtige Ökosystemleistungen für den Menschen bereitstellen. Obwohl in der Schweiz ein umfangreiches raumplanerisches Instrumentarium vorhanden ist, werden Boden und seine Leistungen für den Menschen noch ungenügend in die Entscheidungsfindung miteinbezogen. Im Referat werden verschiedene Ansätze gezeigt, wie bodenbasierte Ökosystemleistungen eine nachhaltige Raumentwicklung effektiv steuern können. So zeigt sich, dass auf Bodenfunktionen basierende Instrumente sich eher für strategische Planungen eignen und Instrumente, die auf bodenbasierten Ökosystemleistungen beruhen, es ermöglichen, auch kompensatorische Lösungsansätze kleinmassstäblich zu entwickeln. Die Integration solcher Information in entscheidungsunterstützende Plattformen kann den Interessenabwägungsprozess in der Raumplanung stark unterstützen, da dadurch Entscheidungsträger ein vertieftes Verständnis der Trade-Offs zwischen Schutz und Nutzung der Böden erhalten. Das Referat zeigt auf, wie in Praxisbeispielen optimale Siedlungsentwicklungsmuster für eine kompakte Entwicklung und den Schutz bester Böden bestimmt wurden. Dabei wird klar, dass Massnahmen zum Schutz der wertvollsten Böden möglichst bald ergriffen werden müssen, um den Verlust an qualitativ hochwertigen Böden zu begrenzen.

## Sind fruchtbare Landwirtschaftsböden multifunktional?

**Peter Weiskopf<sup>1</sup>, Jens Leifeld<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, Forschungsbereich Agrarökologie und Umwelt, Agroscope

<sup>2</sup> Klima und Landwirtschaft, Forschungsbereich Agrarökologie und Umwelt, Agroscope

Fruchtbare und nachhaltig bewirtschaftete Landwirtschaftsböden haben ein hohes Produktionspotenzial. Darüber hinaus tragen sie zur Regulierung von Stoff- und Energiekreisläufen bei und sind eigenständige Lebensräume. Bodenfunktionen sind anthropozentrische Nutzenerwartungen an Böden und basieren auf den Bodeneigenschaften und den im Boden ablaufenden Prozessen. Klima und Topografie sowie die landwirtschaftliche Bewirtschaftung beeinflussen die Bodeneigenschaften und -prozesse und dadurch auch die an einem Standort qualitativ und quantitativ verfügbaren Bodenfunktionen. Hochwertige Landwirtschaftsböden mit bestem Produktionspotenzial bieten bei sorgfältiger Bewirtschaftung ein breites Spektrum an Bodenfunktionen auf quantitativ hohem Niveau. Landwirtschaftsböden mit geringerem Produktionspotenzial sind hinsichtlich Vielfalt anbaubarer Kulturpflanzen und Ertragsleistung stärker eingeschränkt, bieten dafür aber möglicherweise zusätzliche Bodenfunktionen oder Funktionsausprägungen. Werden standörtliche Limitierungen negiert und die Produktionsfunktion mittels Bewirtschaftungsmassnahmen maximiert, ist der Erhalt der Bodenqualität gefährdet, Bodenfunktionen können beeinträchtigt und ökologische Risiken erhöht werden. Bei gleichzeitigem Optimieren aller Bodenfunktionen ist meist kein Maximieren einer einzelnen Bodenfunktion möglich. Im Kontext des Klimawandels wird eine gesteigerte Kohlenstoffspeicherung in Böden zunehmend als wichtiger Bestandteil einer globalen Vermeidungsstrategie gesehen. Damit auch Landwirtschaftsböden zu dieser Senkenleistung beitragen können, ist eine Steigerung der Einträge oder eine Verlangsamung des in den Böden stattfindenden Umsatzes der Kohlenstoffverbindungen nötig. Mögliche Lösungsansätze könnten der Einsatz von Pflanzenkohle oder der Kohlenstoffeintrag in Unterböden sein. Vor- und Nachteile derartiger Lösungsansätze müssen ganzheitlich und nicht nur bezüglich der anthropogenen Nutzenerwartungen beurteilt sowie gegen andere Aspekte des Bodenschutzes abgewogen werden.

# **Bodenfunktionen und Multifunktionalität unter konventioneller, biologischer und bodenkonservierender Bewirtschaftung**

**Raphaël Wittwer**

Pflanzen-Boden-Interaktionen, Forschungsbereich Agrarökologie und Umwelt, Agroscope

Intensive Landwirtschaft ist heutzutage gekennzeichnet durch eine hohe Produktivität, ermöglicht durch hohe Inputs, aber auch durch vielfache negative Umwelteinflüsse wie der Verlust von Biodiversität und Bodenfruchtbarkeit sowie der Verlust von Nährstoffen und Pestiziden an die Umwelt. Verschiedene Ansätze, wie die biologische und bodenkonservierende (z. B. Direktsaat) Bewirtschaftung, werden aktiv gefördert, weil sie die Erhaltung der Ressource Boden anstreben. Es ist äusserst wichtig zu wissen, wie stark Bodenfunktionen durch Anbaumassnahmen genutzt und gesteuert werden können. Das Wissen darüber, wie verschiedene Anbausysteme wichtige Bodenfunktionen wie zum Beispiel Produktivität, Nährstoffaufnahme, Nährstoffverluste und Kohlenstoffspeicherung beeinflussen, ist jedoch noch lückenhaft. Anhand von Feldversuchen und Erhebungen auf Praxisbetrieben wurde untersucht, wie sich konventionelle (ÖLN), biologische und bodenkonservierende Bewirtschaftung auf die Erträge und den Boden auswirken. Generell hat sich gezeigt, dass Zielkonflikte zwischen Produktivität und Umweltschutz bestehen. Bodenkonservierende und biologische Systeme erzielen geringere Erträge, zeigen aber relativ schnell ökologische Vorteile wie eine verbesserte Bodenstruktur und ein erhöhtes Bodenleben, eine erhöhte Biodiversität sowie ein reduziertes Erosionsrisiko und eine geringere Klimawirkung. Beobachtungen deuten ausserdem darauf hin, dass gezielte Anbaumassnahmen wie die Nutzung von Zwischenfrüchten den Zielkonflikt zwischen Ökologie und Produktivität minimieren können. Es bestehen jedoch grosse Überschneidungen zwischen den Systemen und es zeigt sich, dass der dem Standort angepassten Bewirtschaftung eine entscheidende Rolle zukommt.

# Das Effizienz-Nachhaltigkeitsdilemma von Landwirtschaft – Erkenntnisse aus der N-Bilanz des DOK-Versuchs

Jochen Mayer<sup>1</sup>, Astrid Oberson<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Gewässerschutz und Stoffflüsse, Forschungsbereich Agrarökologie und Umwelt, Agroscope

<sup>2</sup> Pflanzenernährung, Institut für Agrarwissenschaften, ETH Zürich

Stickstoffbilanzen auf Flächenbasis in Langzeitversuchen wie dem DOK-Versuch in Therwil geben detaillierte Auskünfte über die N-Versorgung, die N-Effizienz und N-Verlustpotenziale des Gesamtsystems. Darüber hinaus können die Ergebnisse der N-Bilanzen mit Nachhaltigkeitsparametern wie der Entwicklung der Bodenqualität verknüpft werden. Dies erlaubt neue Einsichten in die Bewertung von N-Bilanzen und relativiert «State of the Art»-Wissen. In dieser Studie wurde neben den N-Bilanzen die Veränderung des Boden-N Vorrats über einen Zeitraum von 28 Jahren betrachtet. Die N-Bilanz des DOK-Versuchs ist aufgrund einer sehr soliden langjährigen experimentellen Datenbasis erstellt worden und ist die weltweit erste Studie, die so breit abgestützt werden kann. Die Verfahren wiesen insgesamt eine sehr hohe N-Ausnutzungseffizienz (NAE) auf (81–96 % des eingesetzten N). Die halb gedüngten Verfahren sowie das mineralisch gedüngte Verfahren hatten ausgeglichene N-Bilanzen und die höchste NAE von rund 93 % des eingesetzten N. Biologische und konventionelle Systeme unterschieden sich nicht. Demgegenüber verringerte sich die NAE mit zunehmenden Bilanzüberschüssen auf der vollen Düngungsstufe mit 85 % für die biologischen und 81 % für das konventionelle gemischtbetriebliche System. Der Boden verlor dort am meisten N, wo die Bilanzen ausgeglichen oder negativ waren und folglich das N-Verlustpotenzial am geringsten war. Die N-Bilanz des DOK-Versuchs zeigt deutlich das N-Effizienz-Nachhaltigkeitsdilemma von Landwirtschaft. Geringe N-Verluste aus dem System führen zu einem Verlust an Bodenqualität. Der Erhalt der Bodenqualität muss mit höheren N-Verlusten aus dem System «erkauft» werden.

## Science Flash

# **An inventory of Glyphosate concentrations in soils of the main Swiss farming systems and the first analysis of their interactions with beneficial soil fungi**

**Samiran Banerjee**, Florian Walder, Marcel van der Heijden  
Plant-Soil Interactions, Research Division Agroecology and Environment, Agroscope

Agricultural intensification combined with intensive tillage, monoculture, and excessive use of fertilizer, herbicides and pesticides have resulted in degraded and less fertile soils. It is still unclear whether pesticide application influence soil biota and beneficial soil functions delivered by soil organisms. Here we focus on Glyphosate, a broad-spectrum herbicide that is widely used in conventional agriculture. We assessed glyphosate and its breakdown product, aminomethylphosphonic acid (AMPA), in soils from 60 agricultural fields in Switzerland. Soil and wheat root samples were collected from three management practices: conventional, organic and no-tillage (20 each). We then assessed whether the abundance of the herbicide in soil influences the abundance of arbuscular mycorrhizal fungi, a group of beneficial soil fungi that help plants to acquire nutrients from soil. Soils from the no-till farms had the highest concentrations of glyphosate and AMPA followed by the conventional ones. Organic farms showed no trace of these compounds, reinforcing the suitability and usefulness of organic farming for sustainable agriculture. Preliminary results indicate no clear relationship between glyphosate in soil and mycorrhizal colonization in wheat roots. This suggests that other factors are more important in determining the abundance of these beneficial soil fungi. Analyses are currently underway to explore if these herbicides also affect other soil microbial communities.

## Science Flash

# **Kompost, Fruchtfolge, Bodenqualität – Verknüpfung von Erkenntnissen aus verschiedenen Betriebsnetzwerken**

**Anna Edlinger**, Samiran Banerjee, Andrea Corona, Gina Garland, Chantal Herzog, Miriam Roser, Benjamin Seitz, Marcel van der Heijden  
Pflanzen-Boden-Interaktionen, Forschungsbereich Agrarökologie und Umwelt, Agroscope

Da Mikroorganismen zu etlichen Bodenfunktionen beitragen, stellen sie einen zentralen Faktor für Bodenqualität dar. Der Boden dient wiederum als Lebensraum für eine Unmenge von Mikroorganismen, deren Vielfalt, Abundanz und Identität durch biotische und abiotische Faktoren bedingt sind. Dazu zählen auch dynamische Bodeneigenschaften, die durch landwirtschaftliche Aktivitäten beeinflusst werden. Um eine nachhaltige Entwicklung in der Landwirtschaft voranzutreiben ist es notwendig, den Einfluss bestehender Bewirtschaftungsweisen auf das Ökosystem Boden zu verstehen. Aus diesem Grund haben wir auf über 300 Betrieben Feldvergleichsstudien durchgeführt um die tatsächlichen Effekte in Praxisbetrieben zu beobachten. So testeten wir, ob unterschiedliche Düngungsstrategien (Biotriebe mit und ohne Komposteinsatz versus konventionelle Betriebe), Fruchtfolgediversität und Landnutzungsintensität im Gemüsebau eine Auswirkung auf Bodenqualität und Funktionalität von Böden in der Schweiz haben. Bisherige Resultate zeigen einen Effekt von biologischer Landwirtschaft auf die Bodenmikrobiologie (z. B. mehr Mykorrhiza-Pilze und höhere mikrobielle Biomasse) und die Ergebnisse deuten darauf hin, dass biologische Bewirtschaftung positiv zur Kohlenstoffspeicherung beiträgt. In einem laufenden Projekt, welches sich über einen transeuropäischen Gradienten erstreckt, untersuchen wir den Zusammenhang zwischen der Fruchtfolgediversität und der mikrobiellen Vielfalt in Ackerböden sowie entsprechende Auswirkungen auf Bodenmultifunktionalität. Das Design dieser umfangreichen Studie wird uns erlauben, den Einfluss von biotischen, abiotischen und Managementfaktoren getrennt zu betrachten, um somit ein weiteres Potential von Feldvergleichsstudien auszuschöpfen.

## Science Flash

### **Back in Black: Pflanzenkohle für fruchtbare Böden**

**Nikolas Hagemann**, Isabel Hilber und Thomas Bucheli

Umweltanalytik, Forschungsbereich Methodenentwicklung und Analytik, Agroscope

Die Verwendung von Holzkohle in Medizin, Landwirtschaft und Tierhaltung ist eine Jahrhunderte alte und weltweit verbreitete Tradition. Ein bekanntes Beispiel ist die *Terra Preta*, die Schwarzerden im Amazonasgebiet. Unfruchtbare Böden wurden dort bereits vor über 1000 Jahren durch die Zugabe verkohlter Biomasse in humus- und nährstoffreiche Erden umgewandelt, welche die landwirtschaftliche Grundlage für die ersten Hochkulturen bildeten. Im 20. Jahrhundert geriet diese Kulturtechnik jedoch weitgehend in Vergessenheit, erlebt aber seit einigen Jahren unter dem Schlagwort *Pflanzenkohle* eine Renaissance. Unter Pflanzenkohle versteht man verkohlte Biomasse (Holz, holzige Reststoffe, Erntereste, Stallmist u. a.), die in der Landwirtschaft eingesetzt wird. Durch ihre poröse Struktur und ihre spezifischen chemischen Eigenschaften können Pflanzenkohlen Wasser und Nährstoffe speichern, Gerüche neutralisieren, gewisse mikrobielle Prozesse unterstützen, Schadstoffe binden und durch langfristige Speicherung von Kohlenstoff (Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen) das Klima schützen. Durch Auswahl der Ausgangsmaterialien und der Temperatur der Kohle-Herstellung wird die Pflanzenkohle für den jeweiligen Einsatz optimiert. Dabei ist jedoch zunächst sicherzustellen, dass die Pflanzenkohle selbst frei von Schadstoffen ist. Durch Optimierung entsprechender Analysemethoden hat Agroscope dazu beigetragen, dass heute in der Schweiz nur saubere Pflanzenkohle in den Umlauf kommt. Weitere Forschungen zielen auf die Herstellung eines Pflanzenkohle-basierten Langzeitdüngers, der das Grundwasser vor Belastung durch Nitrat schützt und organische Bodensubstanz aufbaut, um damit dem Ziel einer nachhaltigen Landwirtschaft näherzukommen.

## Science Flash

# Spatio-Temporal Monitoring of Farmland Use and Impacts on Soil Organic Carbon in Switzerland

**Felix Stumpf**<sup>1,2</sup>, Karsten Schmidt<sup>3</sup>, Andreas Mayr<sup>4</sup>, Armin Keller<sup>1</sup>, Michael Schaeppmann<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Swiss Soil Monitoring Network, Research Division Agroecology and Environment, Agroscope

<sup>2</sup> Remote Sensing Laboratories (RSL), Department of Geography, University of Zürich

<sup>3</sup> Chair of Soil Science and Geomorphology, Department of Geosciences, University of Tübingen

<sup>4</sup> Institute of Geography, University of Innsbruck

Land use conversions between grass- and cropland strongly affect organic carbon stocks in agricultural soils. Thus, spatio-temporal knowledge of land use rotation practices is required for a sustainable agricultural management and to mitigate climate change through soil carbon sequestration. In this study, we present an agricultural monitoring system to obtain annual land use maps of grass- and cropland distributions on the agricultural area in Switzerland. Furthermore, we aim to identify inter-annual land use dynamics within a 15-year period and to detect impacts on soil organic carbon. We used the Landsat archive, terrain and climate variables to set up a Random Forest land use classifier across multiple years. We applied the model for each year from 2000 to 2015 and aggregated the annual classifications to obtain spatially explicit information on prevailing management practices. We analyzed the land use information in the context of soil organic carbon (SOC) observations sampled across Switzerland in two periods with a time lag of 11 years. The classifier shows an overall accuracy of 86 %. Approximately 50 % of the agricultural area in Switzerland is subject to rotations between grass- and cropland. In the context of SOC, the results indicate positive effects of integrating grassland in annual crop rotation schemes to maintain and reestablish SOC in agricultural soils.

## Science Flash

# Ein dynamisches Bodenkohlenstoffbudget für das nationale Treibhausgasinventar

**Sonja G. Keel**, Chloé Wüst-Galley, Jens Leifeld

Klima und Landwirtschaft, Forschungsbereich Agrarökologie und Umwelt, Agroscope

Böden sind ein wichtiger Speicher für organischen Kohlenstoff. Durch landwirtschaftliche Nutzung und Landnutzungswandel können Böden sowohl Kohlenstoff aufnehmen, als auch Kohlenstoff verlieren. Sie können somit Senken oder Quellen für Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) sein. Die Schweiz erfasst in ihrem nationalen Treibhausgasinventar jährliche Kohlenstoffveränderungen durch Acker- und Graslandböden seit 1990. Zur Verbesserung der jetzigen Abschätzung in mineralischen Böden entwickeln wir ein Inventarisierungssystem, welches auf einem dynamischen Prozessmodell (RothC) beruht. Da dieses System auf jährlichen Daten basiert, erlaubt es u. a. die zeitliche Dynamik der Bodenkohlenstoffveränderung im Oberboden abzubilden. Die Simulation der gesamten landwirtschaftlichen Fläche der Schweiz erfordert folgende Vorbereitungsschritte: a) Auswahl und Validierung des Modells, b) Einteilung der Fläche in Gebiete mit ähnlichen Bedingungen (Klima, Nutzung, Bodeneigenschaften), c) Erfassung der jährlichen Erträge der 19 wichtigsten Kulturen und 6 verschiedenen Graslandtypen, d) Berechnung der C-Einträge über Hofdünger und Ernterückstände. Die Entwicklung des Systems für die modellbasierte Bodenkohlenstoffinventarisierung ist beinahe abgeschlossen. Das neue System erlaubt die jährlichen Kohlenstoffänderungen von landwirtschaftlichen Mineralböden zu berechnen und deren Unsicherheiten abzuschätzen. Das System ist flexibel gestaltet, um kontinuierlich verbessert und erweitert werden zu können.

## Science Flash

### **Bodenfunktionskarten**

**Lucie Greiner**

Nationale Bodenbeobachtung NABO, Forschungsbereich Agrarökologie und Umwelt, Agroscope

Bodenfunktionskarten, ein Resultat der statischen Bodenfunktionsbewertung, sind besonders geeignet die Qualität der Böden in die Nutzungsabwägung bei raumplanerischen Fragen einzubringen. Sie bilden auf vereinfachte Art und Weise das Vermögen der Böden ab, bestimmte Funktionen zu erfüllen und visualisieren die räumlichen Unterschiede für Nicht-Bodenexpert/innen. Mit Bodenfunktionskarten wird das potenzielle Vermögen der Böden bewertet, verschiedene Funktionen zu erfüllen. Zeitlich variable Faktoren wie beispielsweise die aktuelle Nutzung und Bewirtschaftung werden für diese Bewertungsart nicht berücksichtigt. Im In- und Ausland wurden seit den 90er Jahren verschiedene Methoden und Bewertungskriterien zur statischen Bewertung der Regulierungs-, Lebensraum- und seit längerem zur Bewertung der Produktionsfunktion des Bodens entwickelt. In der Schweiz gibt es statische Bewertungsmethoden und -methodenansätze, jedoch existiert bisher keine nationale Methodensammlung, welche die Berücksichtigung der vielseitigen Funktionen der Böden in der Raumplanung unterstützt. Internationale Methoden können nicht ohne weiteres übernommen werden, und müssen für die Anwendung auf Bodendaten nach Schweizer Klassifikationssystem angepasst werden. Die Umsetzung von ausgewählten internationalen Bewertungsmethoden ist Gegenstand des NFP68-Projekts PMSoil («Predictive Mapping of Soil Properties and Functions»).

## **Bodeninformationen in Wert setzen: Wege zu einer Bodeninformations-Plattform Schweiz**

**Armin Keller**

Nationale Bodenbeobachtung NABO, Forschungsbereich Agrarökologie und Umwelt, Agroscope

Bodeninformationen beschreiben den Aufbau und die Eigenschaften der Böden in einem vertikalen Profil, ihre Qualität und Nutzungseignung und somit die Vielfältigkeit der Böden. Fundierte und flächendeckende Informationen zur Verteilung und zu den Eigenschaften von Böden sind für Bund, Kantone und Gemeinden unerlässlich, um die Nutzungsansprüche zur Sicherung der Ökosystemleistungen (ÖSL) des Bodens, insbesondere im Hinblick auf eine nachhaltige Nahrungsmittelproduktion und eine sichere Ernährung, effizient steuern zu können. Die thematische Synthese 4 (TS4) des NFP 68 «Bodeninformations-Plattform Schweiz» stellt den Kreislauf von Bodeninformationen dar: Der Bedarf an Bodeninformationen der verschiedensten Akteurinnen und Akteure und Politikbereiche muss bekannt sein, Normen und Erhebungsmethoden der Bodenkartierung müssen definiert und weiterentwickelt werden, das Datenmanagement in einem Bodeninformationssystem sowie Instrumente zur Auswertung und Beurteilung nutzerorientierter Fragestellungen müssen vorhanden sein. Die Haupteckstein der TS4 lautet: Es braucht eine Bodeninformations-Plattform Schweiz (BIP-CH), welche die umfangreichen Bedürfnisse im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung und zum Schutz des Bodens in den einzelnen Politik- und Vollzugsbereichen künftig als Informations- und Serviceplattform für Bodeninformationen, Methoden für die Erhebung von Bodeninformationen und Instrumente für den Bodenschutz unterstützen kann. Die TS4 zeigt auf, wie die derzeit grossen Wissenslücken über Art, Umfang und Qualität der Böden in der Schweiz langfristig geschlossen werden können. Sie skizziert mögliche Wege und Handlungsfelder, wie eine BIP-CH aufgebaut werden kann, welche die notwendigen Planungsgrundlagen für eine langfristige und nachhaltige Nutzung der Ressource Boden sicherstellt.

## Entwässerte, landwirtschaftlich genutzte Torfböden beurteilen und nach Bedarf verbessern

Andreas Chervet, Marie Hertzog, Wolfgang G. Sturny  
Fachstelle Bodenschutz Bern, LANAT

Torfböden sind aufgrund ihrer Entstehung sehr unterschiedlich aus organischen und mineralischen Schichten zusammengesetzt. In der Schweiz wurden viele Torfböden entwässert und für die Landwirtschaft nutzbar gemacht. Im Kanton Bern sind das *Grosse Moos* zwischen Bieler-, Neuenburger- und Murtensee sowie das *Gürbetal* die grössten ehemaligen Moorgebiete, die heute landwirtschaftlich intensiv genutzt werden (v. a. Gemüseanbau). Durch Entwässerung und Nutzung (verbunden mit regelmässiger intensiver Lockerung) sackten und sacken die Torfböden noch immer in sich zusammen. Das organische Material wird zu CO<sub>2</sub> abgebaut und entweicht in die Luft. Jährlich verlieren diese Böden noch heute etwa 0.5 cm an Mächtigkeit, wodurch der Abstand zum Grundwasserspiegel verringert und die landwirtschaftliche Nutzung durch Wiedervernässung beeinträchtigt wird. Um den Torfschwund zu bremsen, wurden verschiedene Bodenaufwertungsmassnahmen punktuell umgesetzt. Eine Erfolgskontrolle von drei landwirtschaftlich unterschiedlich aufgewerteten Torfböden im *Grossen Moos* zeigt, dass für eine dauernde landwirtschaftliche Nutzung die verschiedenen möglichen Massnahmen – Tiefpflügen oder Durchmischen, Übersanden oder Überschütten, Drainieren, Planieren – als Einzelmassnahmen oder kombiniert standortangepasst durchzuführen sind. Neben baulichen Bodenaufwertungen und meliorativen Massnahmen ist jedoch auch ein Umdenken bezüglich der Bewirtschaftungsintensität der verbesserten Böden notwendig. Zur erfolgreichen Umsetzung von Aufwertungsmassnahmen braucht es eine sorgfältige Planung, eine fachgerechte Ausführung sowie eine standortangepasste Folgebewirtschaftung. Zuvor muss aber die zwingend notwendige Bodeninformation bezüglich Wasserhaushalt und Zusammensetzung der Torfböden mittels Kartierung erhoben werden.

Weiterführende Literatur zu entwässerten Torfböden ist im letztjährigen Bodenbericht (*VOL, Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Bern, 2017. Bodenbericht 2017*) im Kapitel 7 nachzuschlagen.

## Das Bodenmikrobiom und seine Funktionen steuern

**Marcel van der Heijden**<sup>1</sup>, Klaus Schläppi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Pflanzen-Boden-Interaktionen, Forschungsbereich Agrarökologie und Umwelt, Agroscope

<sup>2</sup> Biotic Interactions, Institute of Plant Sciences, University of Bern

Der Boden ist eines der vielfältigsten Habitate auf der Erde. Es wimmelt im Schweizer Acker- und Wiesenboden von Leben. Ein Gramm Boden enthält schätzungsweise bis zu einer Milliarde Bakterien, tausende Arten von Bakterien und Würmern und bis zu 200 Meter Pilzhyphen. Das Gewicht aller Lebewesen im Boden einer Hektare Land kann bis zu 15 Tonnen betragen, was dem Gewicht von etwa 20 Kühen oder etwa 200 Schafen entspricht. Auch Pflanzenwurzeln sind von tausenden Arten von Mikroorganismen kolonisiert; darunter befinden sich viele Nützlinge wie Mykorrhiza-Pilze und stickstofffixierende Bakterien. Zusammen bilden diese Mikroorganismen hochentwickelte und komplexe Gemeinschaften, sogenannte Mikrobiome. Es gibt immer mehr Hinweise darauf, dass man diese Mikrobiome nutzen und verwalten kann, um die landwirtschaftliche Produktion nachhaltiger zu gestalten. Bekannte Beispiele sind die stickstofffixierenden Bakterien, welche mit Leguminosen eine Symbiose bilden. In einer zwei Jahre alten Kunstwiese mit einem hohen Kleeanteil können diese Bakterien bis zu 400 kg Stickstoff pro Hektare fixieren. Unsere Ergebnisse zeigen, dass man durch spezifische Anbaumethoden, (biologische Landwirtschaft, Direktsaat, bestimmte Fruchtfolgen) die Mikrobiome aktiv gestalten kann. Ausserdem kann man die Mikrobiome direkt ändern mittels Einbringen der Nützlinge in den Boden. Wir nennen dies «bodenökologische Optimierung» (soil ecological engineering). Unsere neuesten Ergebnisse aus Experimenten mit Modellsystemen zeigen, dass Ökosysteme besser funktionieren, wenn im Boden komplexe Mikrobiome mit stark entwickelten mikrobiellen Netzwerken vorhanden sind. Eine grosse Herausforderung für die Zukunft ist nun, diese Mikrobiome so zu gestalten, dass Nützlinge gestärkt werden und dadurch der Einsatz von Pestiziden und Dünger in der Landwirtschaft reduziert wird und zwar ohne Ertragsverluste. Der Dschungel unter unseren Füßen beherbergt ein enormes unentdecktes Potenzial und dies haben nun auch einige Grosskonzerne entdeckt.

## **Bodenstruktur – die funktionelle Architektur des Bodens**

**Thomas Keller**, Peter Weisskopf

Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, Forschungsbereich Agrarökologie und Umwelt, Agroscope

Die Bodenstruktur ist gegeben durch die räumliche Anordnung von Bodenbestandteilen (mineralische Partikel und organisches Material) und Hohlräumen (Poren). Die Bodenstruktur definiert den physischen Lebensraum von Bodenorganismen und kontrolliert wichtige Bodenfunktionen inklusive dem Transport von Wasser und Gasen, dem Wasserspeichervermögen und dem Wurzelwachstum. Diese Funktionen sind wiederum zentral für verschiedene Ökosystemdienstleistungen wie die Produktion von Nahrungsmitteln, Grundwasserneubildung oder Hochwasserschutz. Im Gegensatz zur Bodentextur ist die Bodenstruktur dynamisch und verändert sich aufgrund natürlicher Prozesse und unter dem Einfluss der Bodenbewirtschaftung. Die natürlichen Prozesse beinhalten abiotische Prozesse (Schrumpfen und Quellen des Bodens aufgrund von Austrocknungs- und Benetzungszyklen sowie Gefrier-Tauvorgängen) und biotische Prozesse (Wurzelwachstum und Aktivität von Bodenorganismen). Die Bewirtschaftung kann die Bodenstruktur sowohl positiv (z. B. geeignete Fruchtfolge, Bodenbearbeitung zum richtigen Zeitpunkt) aber auch negativ beeinflussen (Bodenbearbeitung bei ungünstigen Bedingungen, Bodenverdichtung durch Befahrung). Dabei sind Prozesse, welche die Bodenstruktur fördern im Allgemeinen langsame Prozesse (Jahre, Jahrzehnte), während strukturzerstörende Prozesse unmittelbar geschehen (Bodenverdichtung, Bodenbearbeitung unter zu nassen Verhältnissen). Dieser Vortrag zeigt die Bedeutung der Bodenstruktur für Bodenfunktionen auf, präsentiert Beispiele wie die Bodenbewirtschaftung die Bodenstruktur beeinflusst und diskutiert Prozesse und Zeitskalen von Bodenstrukturaufbau und Bodenstrukturdegradierung.