

# Boden unter Druck

**ZUSAMMENFASSUNG.**  
**Die UNO-Generalversammlung hat das Jahr 2015 zum „Internationalen Jahr des Bodens“ erklärt. Denn der Boden ist – in vielerlei Hinsicht – unter Druck.**

Eveline Dudda, Dipl.Agr.Ing.

Dass immer mehr Landwirtschaftsfläche verbaut wird, ist augenfällig. Wo vor zehn Jahren noch Kühe weideten, stehen heute Lagerhallen. Die Wiesen, auf denen früher Fussball gespielt wurde, sind Wohnbauten gewichen. Alpen, auf denen Kühe weideten, sind verwaldet. Pro Sekunde gehen in der Schweiz 1,1 Quadratmeter Landwirtschaftsland verloren, in der Talfläche ist es sogar noch mehr. Dabei ist das Überbauen von landwirtschaftlicher Nutzfläche nur eine Form des Bodenverlustes. Die anderen Formen sind weniger sichtbar. Dazu gehört zum Beispiel die Bodenerosion. Weltweit sind die Verluste riesig: Pro Jahr werden etwa 23 bis 26 Milliarden Tonnen Boden abgetragen – das entspricht einem jährlichen Verlust von fast einem Prozent der landwirtschaftlich nutzbaren Böden weltweit.

Erosion spielt in der Schweiz zum Glück eine eher kleine Rolle. Dafür findet hierzulande eine andere Art von Bodenschwund statt: Die Böden verlieren an Humus. Ehemals fruchtbare Torfböden sacken immer mehr ab und viele



**Boden ist Grundlage für das Leben. Er steht aber aus verschiedenen Gründen unter Druck. (cw)**

reine Ackerbaubetriebe weisen negative Humusbilanzen aus. Oder der Boden wird durch das Befahren mit schweren Maschinen so sehr komprimiert, dass ihm – im wahrsten Sinne des Wortes – die Luft ausgeht. Auch das ist eine Form von Bodenverlust. Dazu kommt, dass der Boden nichts vergisst. Er speichert alle Stoffe, die ihm zugeführt werden – ohne zu fragen, ob es sich um unerwünschte Stoffe wie Antibiotika und Schwermetalle handelt.

Dass der Boden weltweit unter Druck ist, hat auch eine gute Seite: Nachdem er jahrelang kaum beachtet wurde, interessieren sich die Forscher nun wieder vermehrt für seine Fähigkeiten. Die sind enorm: Ein gesunder Boden kann nämlich Krankheitserreger und Schädlinge in Schach halten und gesunden Pflanzen zu üppigem Wachstum verhelfen. Da sich mit gesunden Pflanzen Tiere und Menschen gesund ernähren können, ist ein gesunder Boden das A und O. Sein Potenzial

gegen bodenbürtige Krankheiten und Schädlinge aktiv vorzugehen ist gross. Es wurde bislang aber noch wenig erforscht und wird zudem nur ansatzweise genutzt.

Im Internationalen Jahr des Bodens rückt der Lebensraum unter unseren Füessen ein Jahr lang ins Zentrum der Aufmerksamkeit. Und das ist gut so, denn das lässt hoffen, dass man den Boden künftig wieder vermehrt als das betrachtet, was er wirklich ist: Die Grundlage für das Leben auf dieser Erde.

# Inhalt

<b>Boden unter Druck</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Die Menschheit verliert an Boden</b> .....	<b>4</b>
1.1 Mehr Menschen, weniger Fläche .....	4
1.2 Das beste Land ist am meisten bedroht .....	5
1.2.1 Gründe für die veränderte Landnutzung .....	6
1.2.2 Schutzgebiete schützen nur bedingt .....	6
1.3 Boden ist ein Politikum .....	6
<b>2. Vertikale Bodenverluste</b> .....	<b>8</b>
2.1 Erosion in der Schweiz .....	8
2.1.1 Die Erosion bremsen .....	9
2.1.2 Bodenverlust wird bestraft .....	9
2.1.3 Das Direktsaat-Dilemma .....	10
2.1.4 Bioherbizide .....	10
2.2 Der Humus schwindet .....	10
2.2.1 Mist ist kein Mist .....	11
<b>3. Belastete Böden</b> .....	<b>12</b>
3.1 Boden unter Druck .....	12
3.2 Schwermetalle .....	13
3.2.1 Altlasten .....	13
3.3 Antibiotika .....	13
<b>4. Boden und Klima</b> .....	<b>14</b>
<b>5. Gesunde Böden – gesunde Pflanzen</b> .....	<b>15</b>
5.1 Gründüngung als Wert entdecken .....	15
<b>6. Blick in die Zukunft</b> .....	<b>16</b>
6.1 Weltbodentag .....	16
<b>7. Literatur / Quellen / Links</b> .....	<b>17</b>

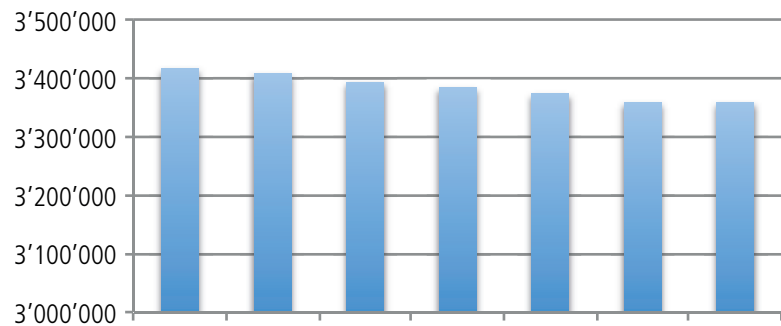
# 1. Die Menschheit verliert an Boden

Der Boden ist das Kapital der Bauern. Was nützen bestes Saatgut, gezielte Düngung und Pflanzenschutzmassnahmen, wenn die Produktionsgrundlage Boden fehlt oder geschädigt ist? Ohne Boden gibt es keine Nahrung. Und nicht nur für die Lebensmittelproduktion sind Böden wichtig: Sie filtern auch Regenwasser und sorgen damit für sauberes Trinkwasser. Sie regulieren das Klima, weil sie mehr Kohlenstoff speichern als alle Wälder der Welt zusammen. Böden sind voller Vielfalt: In einer Handvoll Erde leben mehr Organismen als Menschen auf unserem Planeten. Zwei Drittel aller Arten von Lebewesen haben ihre Heimat unter der Erdoberfläche. Doch trotz der lebenswichtigen Funktionen und zentralen Bedeutung wurde und wird der Boden manchmal wie der letzte Dreck behandelt. Das soll sich ändern. Deshalb hat die UNO das Jahr 2015 zum Internationalen Jahr des Bodens erklärt.

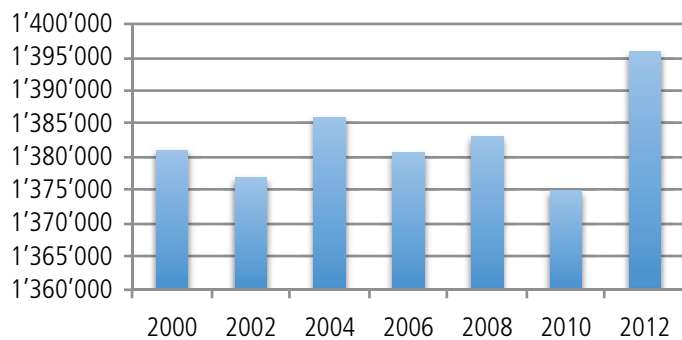
## 1.1 Mehr Menschen, weniger Fläche

Die Weltbevölkerung wächst – doch der Boden wächst nicht mit. Die Oberfläche der Erde umfasst nach wie vor 13,6 Milliarden Hektar. Die Hälfte davon ist mit Wald bestückt, oder es handelt sich um, vom landwirtschaftlichen Gesichtspunkt aus gesehen, unproduktive Fläche wie Gebirge oder Wüsten. Nur zehn Prozent der Erdoberfläche können überhaupt ackerbaulich genutzt werden. Rund ein Viertel der Erdoberfläche dient als Dauergrünland indirekt ebenfalls der menschlichen Ernährung. Auf einem sehr kleinen Teil (ein Prozent der Erdoberfläche) werden Spezialkulturen wie Obst und Reben angebaut. Wenn die heutige Nachfrage nach Agrarproduk-

### Weltweit gehen die Wiesen und Weiden zurück



### Ackerbaulich genutzte Fläche schwankt weltweit



Quelle: FAOSTAT

ten unverändert weiterwächst, müsste bis zum Jahr 2050 zusätzliches Landwirtschaftsland in der Grösse zwischen 320 und 850 Millionen Hektar erschlossen werden. Der niedrigere Wert entspricht der Fläche Indiens, der höhere der Fläche Brasiliens. Das ist unmöglich. Die FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) schätzt zwar, dass in Afrika und der südlichen Sahara noch Potenzial für zusätzliches Ackerland besteht. Laut Expertenschätzungen können aber höchstens noch 120 Millionen Hektar Ackerland zusätzlich erschlossen werden. Das ist gerade mal ein Prozent mehr als heute. Weil gleichzeitig jedes Jahr eine Fläche von etwa drei bis vier Millionen Hektar land- und

forstwirtschaftlich nutzbarer Böden verloren geht, nimmt die nutzbare Fläche nicht zu. Die Verluste sind zu gross: Überweidung macht Weiden unfruchtbar, Erosion und Klimawandel machen aus Äckern Wüsten, gute landwirtschaftliche Flächen werden versiegelt und verschwinden unter Häusern und Strassen. Die weiterhin stark wachsende Weltbevölkerung wird somit künftig mit deutlich weniger Boden pro Person auskommen müssen. Statt 1'900 Quadratmetern wie heute stehen, rein statistisch gesehen, jedem Erdenbürger im Jahr 2050 nur noch 1'400 Quadratmeter Ackerland zur Verfügung, falls die Bevölkerung weiterhin so wächst wie bisher.

Land ist knapp. Früher führten die Staaten Kriege, um ihr Territorium auszuweiten oder sie nahmen Land als Kolonien in Beschlag. Heute sind die Methoden der Landnahme subtiler: Statt Land zu besetzen werden häufig nur die Produkte des Landes gekauft. Die Globalisierung des Agrarhandels hat seit den 1980er Jahren dazu geführt, dass Staaten mit wenig Land aber viel Geld die benötigten Lebensmittel auf Flächen im Ausland anbauen lassen. Die weltweite Transportlogistik macht es möglich, dass der Boden – auch ohne sogenanntes Landgrabbing – im übertragenen Sinne mobil wurde. Für die reichen Staaten ist das eine elegante Lösung, weil damit auch gleich noch die Umweltbelastung, die bei der Nahrungsmittelproduktion entsteht, im Ausland anfällt. Eine Studie des Bundesamts für Umwelt (BAFU) kam zum Schluss, dass etwa 60 Prozent der durch Konsum und Produktion in der Schweiz verursachten Umweltbelastungen im Ausland anfallen. Die Ernährung macht dabei einen grossen Anteil aus. Und es wird immer mehr, da die Landwirtschaftsfläche in der Schweiz schrumpft, während die Bevölkerungszahl steigt.



**Fruchtbarer Boden ist für die Nahrungsmittelproduktion von elementarer Bedeutung. (pd)**

flächen sind zwischen 1985 und 2009 um mehr als 23 Prozent gewachsen. Sie haben um 58'400 Hektar zugenommen, das ist mehr als die Gesamtfläche des Genfersees. Heute nimmt die Siedlungsfläche 7,5 Prozent der Landesoberfläche ein – im Vergleich dazu nehmen sich die Ackerbauflächen mit nicht einmal 10 Prozent der Landesfläche vergleichsweise bescheiden aus. Doppelt so viel Fläche, nämlich 20 Prozent, sind hierzulande naturbedingt unproduktiv. Dabei handelt es sich meis-

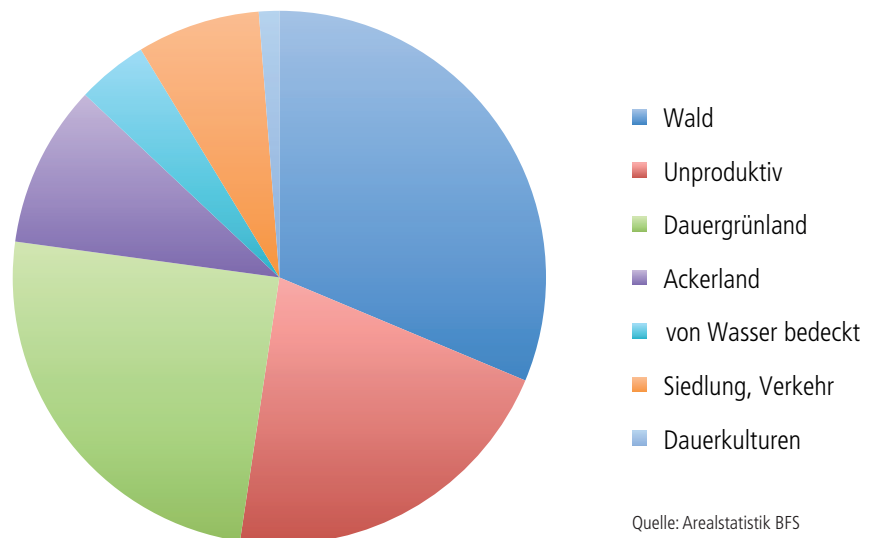
tens um Flächen im Gebirge. Würden diese Flächen als Siedlungsflächen genutzt, hätte die Schweiz einige Probleme weniger. Aber genau wie in anderen Teilen der Welt wird auch hierzulande am meisten dort gebaut, wo am besten gebauert werden könnte: In den Ebenen mit den fruchtbarsten Böden. Über zwei Drittel der Siedlungsflächen befinden sich in Lagen unterhalb 600 Meter über Meer.

Es ist deshalb kein Wunder dass laut der Arealstatistik in den letzten 25 Jahren

## 1.2 Das beste Land ist am meisten bedroht

Alles in allem dehnt sich die Schweiz über gut vier Millionen Hektar Fläche aus. Davon wird aber ein immer kleinerer Anteil zur Nahrungsmittelproduktion verwendet. Zwischen 1985 und 2009 gingen pro Sekunde 1,1 Quadratmeter Landwirtschaftsfläche verloren, in der Talzone waren es mit 2,2 Quadratmeter sogar doppelt so viel. Die Arealstatistik des Bundesamtes für Statistik (BFS) zeigt, dass Jahr für Jahr mehr Fläche überbaut wird. Die Siedlungs- und Verkehrs-

### Schweiz – viel Fläche, aber wenig produktiv



die produktivsten Böden am meisten abgenommen haben. Das sind jene Böden, die ackerbaulich oder für Dauerkulturen genutzt werden können. Die Veränderungen waren allerdings kantonal verschieden: Im Tessin ist das Ackerland um rund ein Viertel, und die Obst-, Reb- und Gartenbaufläche um beinahe die Hälfte zurückgegangen. Im Mittelland und der Nordwestschweiz war der Rückgang nicht ganz so stark, dafür wurden dort einige Flächen in Wiesen und Weiden umgewandelt. Die alpwirtschaftlich genutzten Flächen sanken praktisch in allen Kantonen deutlich. Immerhin hat sich dieser Trend in den letzten Jahren abgeflacht, während der Verlust an Ackerfläche weiter zugenommen hat.

Zwei Drittel der verlorenen Landwirtschaftsflächen wurden überbaut. Statt Getreide oder Gras stehen auf diesen Flächen nun Gebäude oder Verkehrsanlagen. In den anderen Fällen kam es zu einer Aufgabe der Bewirtschaftung, aus ehemaligen Wiesen und Weiden wurde Wald. Anteilsmässig weitaus am meisten Landwirtschaftsfläche verloren hat das Tessin mit minus 16 Prozent. Dort wurde schon früher und weiträumiger als in anderen Regionen der Schweiz die Bewirtschaftung aufgegeben, so dass Gebüsche und Wälder aufkamen. Das Tessin ist heute in vielen Teilen verwaldet. Im Wallis bahnt sich eine ähnliche Entwicklung an.

### 1.2.1 Gründe für die veränderte Landnutzung

Bei den verlorenen Landwirtschaftsflächen handelt es sich zu je einem Drittel um Ackerland oder Sömmerungsflächen. Mit einem Anteil von 27 Prozent folgen die Obst-, Reb- und Gartenbauflächen, die vor

### 1.2.2 Schutzgebiete schützen nur bedingt

Die Schweiz hat verschiedene Schutzgebiete errichtet, um besonders wertvolle Ökosysteme oder Landschaften zu erhalten. Das Bundesamt für Statistik (BFS) ging deshalb der Frage nach, ob diese Unterschutzstellung dazu geführt hat, dass auf diesen Flächen weniger gebaut wird. Tatsächlich dehnte sich bei den auf Bundesebene streng geschützten Gebieten (Nationalpark, Moorlandschaften, Hoch- und Flachmoore, Auengebiete, Amphibienlaichgebiete, Trockenwiesen und -weiden) die Siedlungsfläche deutlich weniger aus als im Rest der Schweiz. Allerdings haben dort die bestockten Flächen nahezu doppelt so stark zugenommen, wie anderswo. Und das ist für die Artenvielfalt auch nicht positiv.

Quelle: Bodennutzung Schweiz, BFS, 2015

allem in den typischen Obstanbaugebieten (Unterwallis, Tafeljura, Mittelland zwischen Napf und Zürichsee, Thurgau) am stärksten abgenommen haben.

Dort, wo in den letzten 25 Jahren die Naturwiesen und Heimweiden zugenommen haben, geschah das hauptsächlich durch Rodung von Hochstammobst. Zudem stand 1985 auf manchen (Wyt-)Weiden des Juras, Napf- oder Hörnligebiets noch lichter Wald, weshalb diese damals noch als bestockte Flächen zum Wald zählten, heute jedoch dem Grünland zugeschlagen werden. Die Heimweiden haben sich prozentual umso deutlicher vergrössert, je tiefer die Zone. In der Talzone war die Flächenausdehnung der neu entstandenen Weiden mehr als doppelt so gross wie in der Hügelzone und dreimal so gross wie in der Bergzone. Sie dehnten sich vor allem auf Kosten der Naturwiesen um netto 21'700 Hektar und des Ackerlands aus um netto 12'800 Hektar. Einerseits weil der Ackerbau wegen der verminderten Preisstützung für Ackerfrüchte wie Getreide, Ölsaaten oder Zuckerrüben zu wenig rentabel war, oder der Kartoffelanbau zurückging. Zum anderen aber auch wegen der Zunahme von arbeitsexensiven tierfreundlichen Halungsverfahren wie der Mutterkuhhaltung.

### 1.3 Boden ist ein Politikum

Es ist unbestritten, dass neue Siedlungen zu neun Zehnteln auf ehemaligen Landwirtschaftsflächen entstanden sind. Überbaut wurden meistens Naturwiesen und Ackerland. Umnutzungen auf Kosten von Wald oder Gehölzen waren in den vergangenen Jahrzehnten die Ausnahme und vor allem im Jura, am Alpennordhang und im Sottoceneri zu finden. Dass die Ausdehnung der Siedlungen vor allem auf Kosten von Kulturland ging, dürfte mit dem strengen Schutz des Waldes zusammenhängen.

Die Interessenskonflikte betreffend Nutzung der knappen Ressource Boden haben sich in den vergangenen Jahren verschärft. Zeichen dafür sind etwa steigende Bodenpreise, die Volksabstimmungen über die Revision des Raumplanungsgesetzes und die Zweitwohnungsinitiative sowie die Diskussionen über deren mögliche Umsetzungen. In jüngerer Zeit sind noch diverse Kulturlandinitiativen dazugekommen. Wie sich diese auf den Kulturlandverbrauch auswirken, bleibt abzuwarten.

### In den letzten 25 Jahren nahm das Landwirtschaftsland in der Schweiz um 85'000 Hektar ab

Veränderungen 1985-2009 in ha	Obst-, Reb- und Gartenbauflächen	Ackerland	Naturwiesen, Heimweiden	Alpwirtschaftsflächen
Région lémanique	- 2 809	- 5 456	- 3 689	- 8 246
Espace Mittelland	- 4 637	- 12 169	3 627	- 2 899
Nordwestschweiz	- 3 609	- 3 034	754	16
Zürich	- 2 156	- 4 278	522	3
Ostschweiz	- 5 068	- 2 232	- 3 138	- 11 569
Zentralschweiz	- 4 208	- 1 643	-47	- 2 099
Ticino	-232	-704	- 1 348	- 4 720
<b>Summe</b>	<b>- 22 719</b>	<b>- 29 516</b>	<b>- 3 319</b>	<b>- 29 514</b>

Quelle: Arealstatistik BFS



Der Boden steht auch in der Schweiz unter Druck, denn die Siedlungs- und Infrastrukturfläche wächst. (ji)

## 2. Vertikale Bodenverluste

Die Welt verliert nicht nur horizontal, sondern auch vertikal an Boden: Die Erosion sorgt dafür, dass an vielen Orten dieser Erde die Bodenschicht immer dünner wird. Am stärksten werden Böden durch Wasser erodiert, gefolgt von Erosion durch Wind. Diese Bodenverluste wiegen genauso schwer wie eine Bodenversiegelung, denn die Bodenbildung ist ein langsamer Prozess, in 100 Jahren wird höchstens ein Zentimeter Boden gebildet und degradierte Böden erholen sich nur langsam. Bodenerosion stellt vor allem in Entwicklungsländern eine Gefahr dar. Es wird geschätzt, dass sich der Verlust von Oberboden durch Erosion pro Jahr weltweit auf etwa 23 bis 26 Milliarden Tonnen beläuft und im Schnitt 14 bis 16 Tonnen pro Hektar und Jahr abgetragen werden. Das entspricht einem jährlichen Verlust von nicht ganz einem Prozent der weltweit landwirtschaftlich nutzbaren Böden.

In den USA kam es in den 1930er-Jahren nach einer Dürreperiode zu einer Erosionskatastrophe. Das war der Auslöser für eine weltweite Erosionsforschung und dürfte wesentlich zur Verbreitung der pfluglosen Bodenbearbeitung beigetragen haben. 2011 wurden 125 Millionen Hektar pfluglos bearbeitet („no till“). 55 Millionen davon in Lateinamerika, 40 Millionen in den USA und Kanada sowie 17 Millionen in Australien.

In Mitteleuropa wurde das Problem der Bodenerosion lange Zeit kaum beachtet. Inzwischen gibt es Untersuchungen, die zeigen, dass auf 42 Millionen Hektar in Europa Winderosion zu erkennen ist und 105 Millionen Hektar von Wassererosion geschädigt sind.



**Besonders an Hanglagen ist die Gefahr von Erosion durch Wasser gross. (ji)**

### 2.1 Erosion in der Schweiz

Auch in der Schweiz wurde das Thema vernachlässigt. Erst mit dem nationalen Forschungsprogramm „Nutzung des Bodens in der Schweiz“ gab es genauere Untersuchungen dazu. Tatsächlich spielt Winderosion in der Schweiz kaum eine Rolle, bzw. ist lokal auf das Unterwallis begrenzt. Auch die durch Wassererosion verursachten Bodenabträge sind im internationalen Vergleich niedrig. Trotzdem muss Erosion, zusammen mit Schadstoffbelastung und Unterbodenverdichtung, als die wichtigste Ursache von nur schwer wiedergutzumachenden Bodenschädigungen in der Schweiz betrachtet werden.

Bodenerosion verringert die Bodenfruchtbarkeit. Wie stark ein Boden erodiert hängt von mehreren Faktoren ab: Der Hangneigung, dem Wassereinzugsgebiet, der Menge an Niederschlägen, den Bodeneigenschaften und natürlich von der Bodenbewirtschaftung. In der

Schweizer Bodenerosionsrisikokarte werden die ersten vier Faktoren ausgewiesen, die Bodennutzung und Bewirtschaftung kann darin allerdings nicht dargestellt werden. Genau diese Faktoren sind aber entscheidend, weshalb in der Realität die meisten der in der Karte als erosionsgefährdet klassifizierten Flächen dank angepasster Bewirtschaftung in Wirklichkeit vor Erosion geschützt sind.

Die Folgen der Erosion durch Wasser sind vielfältig: Saatgut kann abgeschwemmt oder freigelegt, Pflanzen in ihrem Wuchs beeinträchtigt werden. Dünger, organische Substanz und Wurzelmasse nehmen ab, der durchwurzelbare Boden wird weniger, der Luft- und Wasserhaushalt im Boden wird schlechter. Bodenerosion ist aber nicht nur ein bodenphysikalisches Problem, sondern kann auch zu Gewässerunreinigungen führen, wenn mit dem erodierten Bodenmaterial Phosphor in Flüsse und Seen gelangt. Und last but not least landet der abgeschwemmte Boden

## Unterschiedliches Erosionsrisiko

Kulturen mit einem geringen Bodenbedeckungsgrad und grossem Reihenabstand begünstigen die Bodenerosion.

Hauptkultur	Erosionsrisiko
Kunstwiese, Naturwiese	sehr gering
Wintergerste, -roggen, Raps	gering
Winterweizen, Körner-Leguminosen, Sommergetreide	mittel
Mais, Rüben, Kartoffeln, Sonnenblumen, Soja, Tabak	gross

Quelle: Merkblatt Arbeitsgruppe Bodenerosion Nordwestschweiz

meistens da, wo er gar nicht erwünscht ist: In Entwässerungsgräben, auf Strassen oder bei Überschwemmungen gar im Keller von Häusern.

### 2.1.1 Die Erosion bremsen

Grundsätzlich gilt: Je steiler, desto erosionsgefährdeter. Das Erosionsrisiko nimmt deshalb in den Bergzonen zu. Allerdings findet man in den gemässigten Bergzonen I und II vor allem Dauergrünland, das nicht erosionsgefährdet ist. Nur neun Prozent des Ackerlandes und der Rebflächen liegen in diesen beiden Bergzonen, in den höheren Bergzonen ist der Ackerbau noch seltener anzutreffen und auf kleine Parzellen beschränkt.

Ist das Wetter trocken, das Feld eben und bedeckt die angebaute Kultur den Boden ist das Erosionsrisiko gering. Im Sommer sind die Felder meistens durch eine dichte Pflanzendecke vor Erosion geschützt. Im Frühling und Herbst sieht das anders aus: Während Saat und Ernte ist der Boden nackt und dem Regen ausgesetzt. Wenn es in dieser Zeit intensive Gewitter oder anhaltenden Landregen gibt, kann das Erosionsrisiko stark ansteigen. Je grösser die Parzelle, desto eher wird mehr Boden abgeschwemmt.

Dass die angebaute Kultur dabei einen Einfluss auf die Erosionsanfälligkeit hat, liegt auf der Hand. Mais wird z.B. erst spät im Frühling gesät und bedeckt den Boden deshalb erst im Spätsommer. Daher ist das Erosionsrisiko bei grossflächigem Anbau von Mais grösser als bei Getreide. Das geringste Erosionsrisiko besteht bei Dauerwiesen, bei denen eine dichte Grasnarbe den Boden schützt.

Mit verschiedenen Massnahmen können die Bodenbewirtschafter versuchen die Gefahr der Bodenerosion zu bannen. Zum Beispiel indem sie Pflanzenrückstände als Mulch auf dem Acker lassen oder Zwischenkulturen anbauen, sobald es grössere zeitlichen Abstände zwischen den Hauptkulturen gibt. Sehr aufwändig, aber wirkungsvoll, ist der Anbau auf Terrassen. Einen ähnlichen, aber einfacheren Ansatz verfolgt die Bodenbearbeitung quer zur Hangneigung. Dadurch kann der Wasserfluss gebremst werden, weil die Pflanzen als natürliche Barriere wirken. Dasselbe erreicht man mit Grasstreifen zwischen Ackerkulturen. Die weitaus am häufigsten eingesetzte Methode, vor allem bei den erosionsgefährdeten Kulturen wie Mais oder Sonnenblumen ist jedoch die pfluglose Bodenbearbeitung mittels Direktsaat. Dabei wird der Boden nicht vollständig bearbeitet, sondern nur in dem schmalen Be-

### 2.1.2 Bodenverlust wird bestraft

Seit vielen Jahren gibt es gesetzliche Anforderungen an den Erosionsschutz in der Landwirtschaft. Mit der Agrarpolitik 14-17 wurden diese Anforderungen konkretisiert und „vollzugstauglicher“ gemacht. Mit einer vereinfachten Methode soll künftig beurteilt werden, ob die Bewirtschaftung einer Fläche standortgerecht erfolgt oder nicht. Neu gilt dabei bereits das erstmalige Auftreten von relevanter, bewirtschaftungsbedingter Erosion als Verstoss gegen die Richtlinien des Ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN). Und dieser Verstoss kann mit Kürzungen der Direktzahlungen bestraft werden. Relevant ist ein Bodenabtrag dann, wenn mehr als zwei Tonnen Erde pro Hektar und Jahr erodiert werden. Verluste in dieser Grössenordnung sind im Feld sichtbar. Falls weder Infrastrukturmängel noch aussergewöhnliche Niederschläge zu solch relevanten Bodenverlusten führen, muss der Bewirtschafter beweisen können, dass er auf der betroffenen Parzelle spezifische Massnahmen gegen Erosion ergriffen hat, um eine Kürzung der Direktzahlungen abzuwenden.

Bis Ende 2016 werden Kürzungen der Direktzahlungen wegen Erosion noch ausgesetzt, da man noch keine Erfahrungen mit praxistauglichen Beurteilungen hat. Insbesondere bei der Bewertung erosionsmindernder Massnahmen herrscht noch Klärungsbedarf.

Quelle: Agrarbericht 2014



reich, in dem die Saat abgelegt wird. Dank dem Bewuchs zwischen den Reihen ist der Boden besser vor Regen und Abschwemmung geschützt.

Nicht nur die Verhinderung der Erosion spricht für diese Art der reduzierten Bodenbearbeitung: Der Humusgehalt im Oberboden nimmt dabei zu, die biologische Aktivität und Bodenstruktur wird gefördert und das Rückhaltevermögen für pflanzenverfügbares Wasser steigt. Das ist besonders in Trockenphasen nicht zu unterschätzen, denn das Wasserhaltevermögen kann letzten Endes sogar entscheidend für den Ertrag sein. Doch was gut klingt, erweist sich in der Praxis als schwierig: Die Herausforderung bei der reduzierten Bodenbearbeitung sind die Unkräuter, insbesondere Gräser und Wurzelunkräuter. Und die müssen in der Regel mit Herbiziden bekämpft werden.

### 2.1.3 Das Direktsaat-Dilemma

Boden kann nur abgeschwemmt werden, wenn er unbewachsen ist und wenn er locker ist. Das ist in der Regel dann Fall, wenn er tief bearbeitet wurde und die Kulturpflanzen noch nicht gross genug sind, um den Boden zu bedecken. Die pfluglose Bodenbewirtschaftung ist deshalb eine wichtige Erosionsschutzmassnahme. Allerdings wird die Arbeit des Pflugs bei der Direktsaat durch Herbizide ersetzt, die in der Regel Glyphosphat enthalten. Und genau dieses Glyphosphat steht derzeit im Brennpunkt der Kritik.

Das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) will die eingesetzte Menge an Glyphosat wenigstens möglichst tief halten. Es hat die zulässige Menge auf 1,5 kg Wirkstoff pro Hektar beschränkt und honoriert gleichzeitig die herbi-

### 2.1.4 Bioherbizide

Im Gegensatz zum konventionellen Landbau stehen den Biobauern keine Mittel zur Bekämpfung von Unkräutern zur Verfügung. Biobauern greifen deshalb öfter zum Pflug als Nicht-Biobauern. Bodenschonende Bewirtschaftungsmethoden wie Mulch- und Direktsaat sind aus diesem Grund im Biolandbau deutlich weniger verbreitet.

Die Zulassung von Bioherbiziden könnte dazu beitragen, dass sich das ändert. In der EU ist, im Gegensatz zur Schweiz, Essigsäure als biologisches Herbizid zugelassen. Die Wirkung auf die Unkräuter ist jedoch begrenzt. Produkte auf der Basis von Citronella, Pinienöl oder Maisgluten wirken breiter, sind aber in der EU nicht erlaubt. In manchen aussereuropäischen Ländern, wie z.B. Australien sind Thymian- oder Nelkenöl als Bioherbizide zugelassen.

Allerdings wirken diese Stoffe nur dann zuverlässig, wenn sie mit Netzmitteln ausgebracht werden. Bislang gibt es auf dem Markt aber ausschliesslich synthetische Netzmittel und die sind im Biolandbau tabu. Guter Rat ist folglich teuer. Als Alternative stehen Heisswasser-, Infrarot- oder anderen Verfahren zur Verfügung, die auf Unkrautvernichtung durch Hitze oder Strahlung setzen. Da diese technischen Verfahren sehr energieaufwändig (und damit teuer) sind, haben sie es schwer, sich durchzusetzen.

Quelle: Ökologie und Landbau, 3/2015

zidlose Bewirtschaftung mit einem Zusatzbeitrag. Welche Auswirkungen das hat, ist noch unklar. Vermutlich wird die Beschränkung der Glyphosat-Menge dazu führen, dass die pfluglosen Anbauverfahren nur noch auf Parzellen mit geringem Unkrautdruck angewendet werden. Und das sind wenige.

Da Herbizide im Schweizer Biolandbau nicht zugelassen sind, arbeitet das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) derzeit daran, Alternativen für eine Direktsaat ohne Herbizide zu finden. Zum Beispiel wird Mais ohne jegliche Bodenbearbeitung in eine Gründüngung eingesät und die Gründüngung dabei mit einer Messerwalze mechanisch geknickt. Mehrere Versuche haben gezeigt, dass das unter optimalen Voraussetzungen durchaus funktioniert. Entscheidend scheint dabei die Wahl der vorangehenden Gründüngung zu sein, und dass die Messerwalze die Grün-

düngung vor der Direktsaat soweit schädigt, dass sie den Mais nicht mehr konkurrenziert. Trotzdem bleibt die Direktsaat von Mais in eine Gründüngung und ohne den Einsatz von Glyphosat anspruchsvoll. Das FiBL hat für das Jahr 2015 erneut Versuche auf drei Praxisbetrieben angelegt.

Möglicherweise kann die pfluglose Bodenbearbeitung auch mit neuen Techniken vorangetrieben werden, indem z.B. nur die obersten drei Zentimeter Boden bearbeitet werden. Auch damit liessen sich die Erosion und der Herbizideinsatz reduzieren. Auch die Zulassung von ökologischen Herbiziden könnte einen Beitrag zur boden- und umweltschonenden Bodenbewirtschaftung leisten.

## 2.2 Der Humus schwindet

Der Verzicht auf den Pflug hilft nicht nur gegen Erosion, sondern wirkt auch dem Humusverlust entgegen. Denn das ist ein

weiterer Punkt, bei dem der Boden unter Druck steht. Als Humus wird die gesamte tote organische Substanz im Boden bezeichnet. Sie besteht im Wesentlichen aus organischen Substanzen, die leicht abbaubar sind, und aus Dauerhumus mit organischen Verbindungen. Menge und Zusammensetzung des Humus beeinflussen die Bodenfunktionen ganz wesentlich. So ist der Humus beispielsweise wichtig für die Bildung von stabilen Krümelgefügen, welche die Bodenoberfläche vor Verschlammung (Verlagerung von Bodenteilchen durch Regen) und Erosion schützen. Er sorgt auch für ein stabiles Bodengefüge, welches für einen funktionierenden Wasser- und Lufthaushalt im Boden wichtig ist. Humusbestandteile sind zudem ausgezeichnete Speicher für Pflanzennährstoffe und für die Bodenorganismen sind Menge und Qualität der organischen Bodensubstanz ebenfalls von zentraler Bedeutung. Der Humusgehalt ist variabel, denn er wird auch vom Klima und den Bodenverhältnissen bestimmt. Obwohl der Humusgehalt für die Bodenqualität sehr wichtig ist, lässt sich der optimale Humusgehalt an einem bestimmten Standort nicht genau definieren.

Drainierte, also entwässerte, Moorböden sind humusreich und damit fruchtbare Landwirtschaftsböden. Die Drainierung und Bewirtschaftung der Böden führt allerdings dazu, dass sich der Humus, der dort in Form von Torf vorliegt, abbaut und der fruchtbare Boden dadurch weniger wird und absackt. Je nach Bewirtschaftung geht das mehr oder weniger schnell. Im schlechtesten Fall wird der Boden in wenigen Jahrzehnten unfruchtbar. Damit das nicht passiert, versucht ein Forscherteam von Agroscope Reckenholz derzeit Nutzungs-

alternativen zu erarbeiten, mit denen sich der Torfverlust bremsen lässt.

Aber nicht nur in ehemaligen Moorböden kommt es zu einem Humusverlust, auch in normalen Ackerböden ist das möglich. Die Humusdynamik wird durch die Intensität der Bodenbearbeitung (z.B. Pflügen, Fräsen oder Eggen), den Anfall von Ernteresten und die Zufuhr von organischen Düngern geprägt. Grundsätzlich geht man davon aus, dass eine humusmehrnde Bewirtschaftung für die Bodenqualität besser ist als eine humuszehrende. Um zu erkennen in welche Richtung sich der Humusgehalt bewegt, werden Humusbilanzierungs-Methoden verwendet. Ziel dieser Methoden ist es, mit Hilfe von Bewirtschaftungsangaben abschätzen zu können, ob die Humusmenge im Boden zu- oder abnimmt oder gleich bleibt. In der Schweiz wird dabei meistens die Humuszufuhr mit dem Humusabbau verglichen. Der Humusabbau wird aufgrund von Bodeneigenschaften und Bearbeitungintensität abgeschätzt, die Humuszufuhr via Zufuhr von organischen Substanzen als Erntereste und organische Dünger kalkuliert. In beiden Fällen handelt es sich um Schätzungen, die aber immerhin dazu beitragen, dass Bewirtschaftungsunterschiede richtig eingeordnet werden können.

### 2.2.1 Mist ist kein Mist

Im Projekt der Zentralen Auswertung der Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI) erstellte die Forschungsanstalt Agroscope Humusbilanzen auf den Ackerflächen diverser Betriebe und wertete die Ergebnisse nach Betriebstyp, Region (Tal-/Hügelzone) und Klima (ausgeglichen, trocken, feucht) aus. Dabei zeigten sich grosse Unterschiede zwischen verschiedenen Betriebstypen,

aber keine gesicherten Unterschiede zwischen Tal- und Hügelbetrieben oder verschiedenen Klimaregionen. Die Humusbilanzen von reinen Ackerbaubetrieben (mit oder ohne Spezialisierung auf einzelne Kulturen) waren dabei deutlich negativ, während sie auf tierhaltenden Ackerbaubetrieben durchwegs positiv waren. Die negativen Humusbilanzen wurden vor allem durch Fruchtfolgen mit höherem Anteil an Hackfrüchten und weniger Kunstwiesen verursacht. Ausserdem waren die Mengen an zugeführten organischen Düngern auf Ackerbaubetrieben geringer, was selbst durch die höheren Mengen an oberirdischen Ernteresten (Stroh, Gründüngungen) nicht kompensiert werden konnte.

Im Durchschnitt enthalten ackerbauulich genutzte Parzellen in der Schweiz 70 Tonnen Humus pro Hektar. In einem Langzeitversuch bei Agroscope wurde nachgewiesen, dass diese Humusmenge während 60 Jahren auf den ungedüngten oder nur mineralisch gedüngten Parzellen (bei Abfuhr aller Erntereste) pro Jahr um rund 230 kg Humus abnahm. Solche dauerhaft negative Humusbilanzen sind ernstzunehmen. Um eine ausgeglichene oder sogar positive Bilanz anzustreben, wäre auf vielen Ackerbaubetrieben zusätzlicher organischer Dünger wünschenswert. Auch der Anbau von Zwischenkulturen und eine vermehrte Strohdüngung, oder – bei stark negativer Humusbilanz – eine Reduktion der Intensität der Bodenbearbeitung könnte dazu beitragen den Humusabbau zu verlangsamen. Aber damit wären wir wieder beim oben aufgeführten Dilemma der Direktsaaten angelangt.

## 3. Belastete Böden

Nicht nur Masse, sondern auch Klasse ist beim Boden wichtig: Die Bodenqualität und Bodenfunktion ist mindestens so wichtig für die landwirtschaftliche Produktion wie die Menge an Boden an sich.

### 3.1 Boden unter Druck

Heute gerät der Boden vor allem bei der Ernte im wahrsten Sinne des Wortes unter Druck: Wo früher Hunderte von Menschen Hand anlegten, fährt heute eine einzige Maschine über das Feld. Und diese Maschinen werden immer effizienter – und schwerer. Seit Mitte der achtziger Jahre hat die Mechanisierung der Landwirtschaft im Zuge der Rationalisierung stark zugenommen. Mit Radlasten bis über 11 Tonnen und Maximalgewichten um 60 Tonnen stehen etwa in der Zuckerrüben-ernte viele schwere Landmaschinen im Einsatz. Das geht nicht spurlos am Boden vorbei. Die Gefahr ist gross, dass die Ackerkrume und der Unterboden verdichtet werden. Als Folge davon kann die Wasser-, Luft-, Nährstoff- und Wärmeversorgung des Bodens gestört sein. Bodenverdichtungen führen auch zu erschwerter Wasserinfiltration, was die Häufigkeit und Schwere von Überschwemmungen und Erosion begünstigt. Verdichtungen im Unterboden sind leider nicht gut zu erkennen, meistens kommt es zu schleichenden Veränderungen und Schäden, die sich vor allem bei Witterungsextremen zeigen, wie z.B. bei dauerhaftem Regen oder anhaltender Kälte.

Für den Bodendruck sind Radlast und Reifendruck entscheidend, wobei der Reifendruck den Druck im Oberboden und die Radlast den Druck im Unterboden bestimmt. Der Reifendruck kann mit einer



#### Schwere Landmaschinen können dazu führen, dass sich der Boden verdichtet. (pd)

Druckregulieranlage vermindert und damit der Druck auf den Oberboden gesenkt werden. Doch wenn die Radlast gleich bleibt, ist der Druck auf den Unterboden trotzdem gross.

Es gibt unterschiedliche Ansätze mit dieser Thematik umzugehen. Gründüngungspflanzen sind z.B. in der Lage, verdichteten Boden zu durchwurzeln. Doch das benötigt Zeit – und Zeit ist in der modernen Landwirtschaft Mangelware. Um den Druck auf den Oberboden zu senken, kann man mit Reifendruckregulieranlagen arbeiten. Das braucht jedoch Technik und die ist teuer. Am besten wirkt eine Kombination verschiedener Massnahmen wie Gründüngung, schonende Bodenbearbeitung und die entsprechende Technik bei der Ernte. Alternativ kann man die Äcker auch mit fixen Fahrgassen versehen, muss dann aber die Bearbeitungsbreite aller Geräte darauf ausrichten. Damit werden die Fahrgassen zu „Opferflächen“, die – ähnlich wie Feldwege – nicht mehr landwirt-

schaftlich genutzt werden, weil sie zu sehr verdichtet sind.

Das Problem der hohen Radlasten tritt vor allem bei der Ernte auf. Aber auch zur Bodenbearbeitung oder für Pflanzenschutzmassnahmen kommen teilweise schlagkräftige, aber schwere Maschinen zum Einsatz. In diesem Bereich finden derzeit technologische Entwicklungen statt: Zum Beispiel die Entwicklung von kleinen, leichten Hackrobotern, die – ähnlich wie Rasenroboter – in Äckern ihre Runden drehen, den Boden hacken und das Unkraut verschütten. Oder die Ausbringung von Nützlingen mittels Drohnen, welche die Fahrten über den Boden reduzieren helfen und damit den Bodendruck senken können. In den nächsten Jahren und Jahrzehnten sind in diesem Bereich wohl noch einige Weiterentwicklungen zu erwarten – nur gratis sind diese technischen Lösungen leider nicht.

### 3.2 Schwermetalle

Boden speichert nicht nur Wasser und Nährstoffe, sondern auch Schwermetalle. Diese Schwermetalle werden im Boden nicht abgebaut, sondern lediglich verlagert oder wegtransportiert, entweder in tiefere Bodenschichten, in Gewässer oder ins Erntegut. Die Nationale Bodenbeobachtung (NABO) überwacht mit ihrem Messnetz aus 103 Dauerbeobachtungsstandorten seit 1985 die Entwicklung der Schadstoffgehalte in den Böden der Schweiz. Dabei wurden die Standorte so gewählt, dass unterschiedliche Landnutzungstypen (Ackerbau, Grasland, Wald und Spezialkulturen) vertreten sind.

Während es in den letzten 20 Jahren keine signifikanten Veränderungen bei den Gehalten an Cadmium, Nickel, Chrom und Cobalt gab, haben die Gehalte an Blei und Quecksilber im Oberboden deutlich abgenommen. Das dürfte mit den strengeren Vorschriften bei der Luftreinhaltung und der Verbannung von bleihaltigem Benzin zusammenhängen. Allerdings wird auch vermutet, dass die Schwermetallgehalte im Oberboden teilweise durch intensive Bodenbearbeitung nur verdünnt wurden.

Im intensiv genutzten Grasland stiegen dagegen die Gehalte an Zink und Kupfer im Oberboden an. Die grössten Zunahmen gab es auf jenen Flächen, in denen Hofdünger (Schweine- und Rindergülle, aber auch Mist) eingesetzt wurden. Sowohl Zink als auch Kupfer werden als Nahrungsergänzung und zur Leistungssteigerung dem Tierfutter beigegeben, die Stoffe gelangen dann über den Hofdünger in den Boden. Der Gehalt der beiden Elemente in der Gülle variiert, je nach Bewirtschaftung, beträchtlich. Manche Forscher gehen davon

aus, dass die Menge an Zink und Kupfer im Tierfutter zu hoch ist und ohne negative Effekte für Nutztiere und Landwirte massiv gesenkt werden könnte.

Bedrohlich ist die Situation noch nicht: Die Richtwerte der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) wurden nur an einzelnen Standorten überschritten, und dort mehrheitlich bedingt durch das Ausgangsgestein. In Spezialkulturen wie Reb-, Obst- oder Gemüsebau werden die Richtwerte für Kupfer bei langjähriger Nutzung überschritten.

#### 3.2.1 Altlasten

Der Boden hat ein gutes Gedächtnis. Er speichert alles, was ihm einmal zugetragen wurde. Das ist nicht nur positiv: In der Schweiz gibt es etwa 38'000 belastete Standorte. Bei rund 4'000 Standorten ist anzunehmen, dass sie Mensch oder Umwelt gefährden – also Altlasten sind, die saniert werden müssen. Knapp 40 Prozent aller belasteten Standorte entfallen auf ehemalige oder bestehende Deponien. Rund die Hälfte der Altlasten sind Standorte von Industrie und Gewerbebetrieben, etwa 10 Prozent Schiessanlagen und -plätze und ein kleiner Teil (1 Prozent) sind Unfallstandorte. Rund zwei Drittel aller belasteten Standorte liegen im Mittelland, da hier Bevölkerungsanzahl und wirtschaftliche Tätigkeit am grössten sind. Im Schweizer Jura liegen rund 14 Prozent der Standorte und die restlichen 23 Prozent verteilen sich auf die übrigen Gebiete der Schweiz. Oft sind auch Landwirtschaftsflächen darunter, was dann zu einer eingeschränkten Nutzung führen kann (z.B. dass das Vieh nicht grasen darf) oder eine Sanierung nötig macht.

### 3.3 Antibiotika

Antibiotikaresistente Bakterien stellen das Gesundheitswesen vor grosse Herausforderungen. Neuerdings stehen Böden im Verdacht als Quelle von Antibiotikaresistenzen zu dienen, sobald sie mit Gülle gedüngt wurden. Allerdings ist bislang noch sehr wenig über die Zusammenhänge bekannt. Forscher der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) versuchen derzeit die Auswirkungen der Bewirtschaftungsmethoden auf die Resistenzentwicklung zu bewerten und herauszufinden, welchen Einfluss die Bodeneigenschaften und Bodenveränderungen dabei haben.

## 4. Boden und Klima

Früher war der Boden in erster Linie für die Produktion wichtig. In jüngerer Zeit wurde die Bedeutung des Bodens auf das Klima erkannt. Böden sind die grössten Kohlenstoffspeicher der Welt, sie speichern rund siebenmal mehr Kohlenstoff als die Atmosphäre. Der Kohlenstoff im Boden wird dabei viel langsamer umgesetzt als in der Atmosphäre oder bei pflanzlicher Biomasse. Böden können deshalb sowohl eine Kohlenstoffsенке sein, als auch eine Quelle, falls sich die Bedingungen ändern und der Abbau beschleunigt wird. Eine wichtige Rolle spielt dabei der Humus. Da Humus zu etwa 60 Prozent aus Kohlenstoff besteht, ist die Humusversorgung nicht nur für die Bodenfunktionen und den Ertrag der angebauten Kulturen entscheidend, sondern sie bestimmt auch die Menge an gespeichertem Kohlenstoff in den Böden und damit auch die Menge der Treibhausgase aus der Landwirtschaft.

Pflanzen bauen via Photosynthese aus atmosphärischem  $\text{CO}_2$  organische Kohlenstoff-Verbindungen auf, die dann als Wurzelrückstände/-ausscheidungen und Pflanzenstreu an den Boden abgegeben oder mit der Ernte vom Feld gefahren werden. Im Boden wird der Kohlenstoff aus Pflanzenrückständen und organischem Dünger teils zu  $\text{CO}_2$  veratmet, teils zu Humus umgebaut. Die Umsatz- und Abbaugeschwindigkeit der organischen Substanz variiert dabei von wenigen Tagen oder Wochen bis zu Jahren oder Jahrzehnten. Je mehr die Humusverbindungen untereinander oder an Tonminerale gebunden und in strukturstabile Bodenkrümel eingebettet sind, desto geschützter sind sie vor Abbauprozessen. Das Pflügen von landwirtschaftlichen Nutzflächen und das Ernten



**Das Klima wirkt sich auf den Boden aus. Doch auch die Bedeutung des Bodens für das Klima ist gross. (ji)**

von Feldfrüchten beschleunigt dagegen die Freisetzung von  $\text{CO}_2$  in die Atmosphäre.

Studien in Europa legen den Schluss nahe, dass die meisten Böden zurzeit netto Kohlenstoff in die Atmosphäre abgeben. Vermutet wird zudem, dass auch die gestiegenen Durchschnittstemperaturen den Humusabbau fördern. Ob das in der Schweiz ebenfalls der Fall ist, wird derzeit von einem ETH-Team untersucht. Es will herausfinden, welche Auswirkungen der Klimawandel und Änderungen der Bewirtschaftung auf den Kohlenstoffgehalt im Boden haben und wie die unterschiedlichen Schweizer Böden auf die zunehmende Erwärmung und Trockenheit reagieren. Solche Veränderungen lassen sich unter anderem anhand der Kohlenstoffisotope verschiedener Bodenfraktionen feststellen, weshalb das Forschungsteam die Daten für über tausend bereits archivierte und aktuelle Bodenproben aus Schweizer Wald-, Gras- und Moorökosystemen mit dem heutigen Zustand vergleicht. Damit soll es möglich sein, Prognosen zu erstellen, um abzuschätzen wie der

Kohlenstoff in Schweizer Böden auf den Klima- und Landnutzungswandel reagiert. Dabei stehen nicht nur produktionstechnische Gründe im Vordergrund: Die Erkenntnisse könnten auch als wissenschaftliche Grundlage für Verhandlungen auf dem globalen Kohlenstoffmarkt dienen. Möglicherweise gewinnt der Boden damit noch mehr an Wert.

Während der Boden auf der einen Seite Kohlenstoff speichert, ist die Landwirtschaft gleichzeitig eine bedeutende Quelle von Methan und Lachgas. Methan ( $\text{CH}_4$ ) hat eine 20–40-mal stärkere Treibhauswirkung als  $\text{CO}_2$ . Lebendige und gut durchlüftete Böden nehmen Methan aus der Atmosphäre auf und bauen es ab. Der Reisanbau setzt dagegen viel Methan frei.

Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) hat eine 310-mal stärkere Treibhauswirkung als  $\text{CO}_2$ . Lachgas wird von Mikroorganismen im Boden produziert, beziehungsweise abgebaut. Welche Rolle die Bodenmikroorganismen dabei spielen, ist bislang nur ungenügend bekannt, wird aber aktuell vom Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) untersucht.

## 5. Gesunde Böden – gesunde Pflanzen

Je mehr der Boden unter Druck gerät, desto mehr scheint seine Bedeutung für gesunde Pflanzen ins Bewusstsein zu rücken. Ein gesunder, fruchtbarer Boden ist mehr als nur ein Standort für Nutzpflanzen: Er hat das Potenzial, gesunde Pflanzen hervorzubringen. Er kann Pflanzenschutzmittel und Herbizide zur Nebensache machen. Denn fruchtbare Böden enthalten einen unglaublichen Schatz: Ein reiches Bodenleben. Dazu gehören z.B. bodenbürtige Mykorrhizapilze. Diese Pilze gehen mit den meisten Nutzpflanzen eine Symbiose ein. Im Gegenzug verbessern sie das Pflanzenwachstum und fördern die Artenvielfalt. Forscher der Forschungsanstalt Agroscope gehen derzeit der Frage nach, ob sich mit dem Einbringen solcher Pilze in Böden, die nur noch wenige dieser Pilzgesellschaften aufweisen, spezifische Bodenfunktionen wiederherstellen lassen. Das könnte dazu führen, dass die Pflanzen Nährstoffe besser aufnehmen oder Pflanzenkrankheiten besser widerstehen könnten. Damit kann es finanziell sogar interessant werden, die Vielfalt dieser Pilze gezielt zu fördern, um damit die Pflanzenproduktivität, die Bodenfruchtbarkeit und die Nachhaltigkeit des Ökosystems Boden steigern.

Tatsächlich wird von dem grossen Potenzial, das im Boden schlummert, erst ein Bruchteil genutzt. Man weiss heute, dass es Mikroorganismen im Boden gibt, die wie natürliche Pflanzenschutzmittel wirken. Dazu gehören z.B. die sogenannten entomopathogenen Nematoden (EPN). Das sind winzige Fadenwürmer die bodenbewohnende Insekten, welche den Nutzpflanzen schaden, töten können. Solche Erkenntnisse sind vor allem deshalb interessant, weil die meisten Pestizide gegen Schädlinge im



### Ein gesunder Boden wirkt sich auch positiv auf die Pflanzen aus. (ji)

Wurzelbereich der Kulturpflanzen machtlos sind, oder zumindest nicht gut wirken. Da bieten sich Nematoden für den Einsatz in der biologischen Schädlingsbekämpfung an, eventuell sogar in Kombination mit anderen nützlichen Mikroorganismen wie Bakterien und symbiotischen Pilzen. Bislang hat man das Zusammenspiel einzelner Mikroorganismen und Pflanzen im Wurzelbereich nur im Labor- und im Gewächshaus untersucht. Nun will man das auch unter Feldbedingungen testen. Das könnte ein weiterer Schritt in Richtung Entwicklung umweltschonender Pflanzenschutzmittel sein.

### 5.1 Gründüngung als Wert entdecken

Grosses Potenzial besteht sicher noch in der verstärkten Nutzung von Gründüngung. Gründüngungen bedecken den Boden zwischen zwei Hauptkulturen, fördern die Bodenfruchtbarkeit, verbessern die Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen und unterdrücken Unkräuter. Allerdings haben

sie keinen direkten Einfluss auf das Einkommen der Bauern, oder wirken sich negativ aus, weil sie hohe Kosten verursachen. Sie kommen deshalb nicht so oft zum Einsatz, wie das möglich wäre. Damit sich das ändern werden im Rahmen eines Forschungsprojekts von Agroscope, der ETH Zürich und der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) derzeit die agronomischen Leistungen diverser Gründüngungsarten und -mischungen untersucht. Das Forschungsteam will die Wechselbeziehungen der Gründüngung mit den Hauptkulturen und den Bodenfunktionen besser dokumentieren und damit einen Beitrag zur Sicherung der Ernährungsgrundlage bei gleichzeitiger Schonung des Bodens leisten.

## 6. Blick in die Zukunft

Das Jahr des Bodens geht vorbei, der Druck auf den Boden bleibt. Die Ansprüche, die die Gesellschaft an den Boden stellt, sind unterschiedlich und nicht immer miteinander vereinbar. Mit steigendem Nutzungsdruck ist zu erwarten, dass die Konflikte in Zukunft eher noch verstärkt werden. Der Klimawandel dürfte einige negative Auswirkungen auf den Boden haben, wie etwa verstärkte Erosion und Nitratauswaschung.

Aber wenigstens hat man einige Probleme inzwischen erkannt. Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms zur Ressource Boden sind in der Schweiz zahlreiche Projekte am Laufen, die sich dem „Schwerarbeiter“ Boden widmen. Auch wenn die Ergebnisse erst in ein paar Jahren vorliegen werden, ist damit ein erster Schritt in eine Zukunft mit „mehr Bodenhaftung“ getan.

Dass die UNO-Generalversammlung das Jahr 2015 zum „Internationalen Jahr des Bodens“ erklärt hat, zeigt, dass der Boden weltweit stärker ins Bewusstsein rückt. Ein Jahr lang werden dem Lebensraum zu unseren Füßen diverse Aktivitäten gewidmet. In der Schweiz engagieren sich zahlreiche Organisationen sowohl regional als auch lokal für das Thema. Mehr dazu findet man auf der Webseite: [www.boden2015.ch](http://www.boden2015.ch).

Wenn das Jahr des Bodens vorbei ist, ist noch lange nicht Schluss: Dann wird am Weltbodentag wenigstens ein Mal im Jahr der Boden wieder im Zentrum stehen. Und das ist gut so. Denn dieser Lebensraum, in dem sich eine unermessliche Vielzahl von Lebewesen tummelt, ist von unschätzbare, und leider oft völlig unterschätzter Bedeutung für das Leben auf der Erde. Der ehemalige US-Präsident Franklin D. Roosevelt hatte Recht, als er sagte: „Eine Nation, die ihre Böden zerstört, zerstört sich selbst.“

### 6.1 Weltbodentag



Das Jahr hat 365 Tage – und einen Weltbodentag. Der „World Soil Day“ findet jeweils am 5. Dezember statt, das ist der Geburtstag seiner Majestät des Königs von Thailand. Ihm wurde der internationale Aktionstag gewidmet, weil er sich für die Förderung der Bodenwissenschaften und den Schutz der Böden einsetzte. Ziel des Aktionstags ist es, darauf aufmerksam zu machen, dass der Boden bedroht ist. In der Öffentlichkeit wird bislang noch kaum bemerkt, dass täglich weltweit grosse Mengen an wertvollem Boden verloren gehen.

Internet: [www.fao.org/globalsoilpartnership/world-soil-day](http://www.fao.org/globalsoilpartnership/world-soil-day)

## 7. Literatur / Quellen / Links

### **Internationales Jahr des Bodens 2015**

<http://www.boden2015.ch>

### **Bodenatlas 2015**

Heinrich-Böll-Stiftung, IASS, BUND und Le Monde Diplomatique, 2015

### **Themenpapier 7: Boden**

Bundesamt für Landwirtschaft, BLW, 2008

### **Die Bodennutzung in der Schweiz, Auswertungen und Analysen**

Bundesamt für Statistik, BFS, 2015

### **Entwicklung der weltweiten Umweltauswirkungen der Schweiz, Umweltbelastung von Konsum und Produktion von 1996 bis 2011**

Bundesamt für Umwelt, BAFU, 2014

### **Nationale Bodenbeobachtung (NABO) 1985–2009,**

Zustand und Veränderungen der anorganischen Schadstoffe und Bodenbegleitparameter  
Bundesamt für Umwelt, BAFU, 2014

### **Erosionsrisikokarte**

[https://map.geo.admin.ch/?initialState=ERK&reset\\_session&lang=de&topic=blw&X=190000.00&Y=660000.00&zoom=1&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe](https://map.geo.admin.ch/?initialState=ERK&reset_session&lang=de&topic=blw&X=190000.00&Y=660000.00&zoom=1&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe)

### **Nationales Forschungsprogramm zur Ressource Boden**

<http://www.nfp68.ch>