

# Bodenbeobachtung im Kanton Bern - erste Ergebnisse

Andreas CHERVET, Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern, Rütli, CH-3052 Zollikofen  
Lukas STRICKER, CH-4123 Allschwil

**Die Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern betreibt seit 1993 ein Bodenbeobachtungsnetz. Die im Juli 1997 veröffentlichten Ergebnisse der Erstbeprobungsphase zeigen, dass die Bodenfruchtbarkeit der untersuchten, intensiv genutzten Ackerböden im Berner Mittelland im Vergleich zu nahegelegenen Naturwiesenböden im Durchschnitt um rund 25 % tiefer ist.**

Die Beobachtung der Böden wird mit der Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo 1986) den Kantonen übertragen. Ziel der kantonalen Bodenbeobachtung im Kanton Bern (kurz KABO genannt) ist es, primär die langfristige Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit zu verfolgen. Gleichzeitig dient sie auch als Erfolgskontrolle von Massnahmen in den Bereichen Gewässerschutz und Luftreinhaltung (Abb. 1).

## Das Berner KABO

Die Belastungssituation der Böden im Kanton Bern deutet darauf hin, dass die Bodenfruchtbarkeit mittelbar vor allem durch physikalische Belastungen gefährdet ist. Davon betroffen sind besonders die landwirtschaftlich am intensivsten genutzten Ackerböden des Mittellandes. Die Maschinengewichte ebenso wie die Anzahl Befahrungen pro Kultur stiegen und die Eingriffsintensitäten mit zapfwellengetriebenen Maschinen nahmen zu und schädigten die Bodenstruktur immer stärker.

Die stofflichen Einträge (Schwermetalle und organische Schadstoffe) nehmen aufgrund diverser inkraftgesetzter Massnahmen (Luftreinhaltung, bleifreies Benzin, Klärschlammverordnung, IP- und Bio-Richtlinien) in letzter Zeit tendenziell ab. Sie gefährden die Bodenfruchtbarkeit aber langfristig gesehen aufgrund ihrer Persistenz und ihrer kumulativen Wirkung im Boden.

Entsprechend konzentriert sich die Bodenbeobachtung im Kanton Bern in einem ersten Schritt auf intensiv genutzte Landwirtschaftsböden im Berner Mittelland beziehungsweise auf den physikalischen Bereich des Bodenschutzes, ohne jedoch die stoffliche Seite zu vernachlässigen. Es werden nicht nur Parameter erfasst, welche die Fruchtbarkeit unmittelbar betreffen, sondern auch solche, mit dem System Boden, seiner Struktur, Biologie und Chemie gekoppelten Systeme Grundwasser, Oberflächengewässer und Luft. In einem zweiten Schritt werden dann Waldböden vor allem auf die stofflichen Belastungen hin unter-

sucht. Ein entsprechendes Projekt befindet sich in der Realisierungsphase.

Im Berner KABO wird an jedem Standort ein ackerbaulich genutzter Boden mit einem angrenzenden Naturwiese-Boden verglichen. Der Vergleich von Ackerböden mit unbearbeiteten Naturwiese-Böden ermöglicht den Einfluss der Bodenbearbeitung auf diverse Parameter abzuschätzen. Die Naturwiese gilt dabei als Kontrollfläche (Nullparzelle). Damit allfällige Unterschiede der beiden Bodennutzungssysteme auf die unterschiedliche Bewirtschaftung zurückgeführt werden können, muss der Naturwiese-Boden eine vergleichbare Körnung aufweisen. Alle Standorte wurden bisher erst einmal beprobt. Ausgehend von dieser erhobenen «Ausgangsbelastung» (Erstbeprobung) wird in Zukunft die weitere Entwicklung der Ackerböden durch Wiederbeprobung jeweils einmal pro Fruchtfolgeperiode überprüft (Abb. 2). Beprobt wird jeweils, wenn sich die Kunstwiese auf der ackerbaulich genutzten Fläche im zweiten Hauptnutzungsjahr befindet.

Einen Überblick über die bei der Beprobung erfassten Parameter gibt die Abbildung 3. Detaillierte Methodenbeschreibungen und die folgenden Ergebnisse der zehn

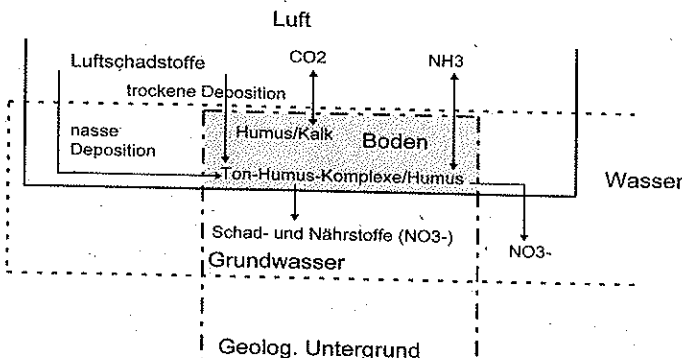


Abb. 1. Boden als Schnittstelle der Umweltsysteme Luft, Wasser und geologischer Untergrund. Dargestellt sind einige wenige exemplarische Stoffflüsse in und aus dem Boden. Die Funktion des Bodens als Zwischenspeicher diverser Stoffe bewirkt, dass im Boden die Folgen jahrzehntelanger Belastungen von Luft und Wasser nachgelesen werden können. Andererseits kann eine unangemessene Nutzung des Bodens erhebliche Mengen an Stoffen freisetzen und dadurch die Luft oder das Wasser kontaminieren.

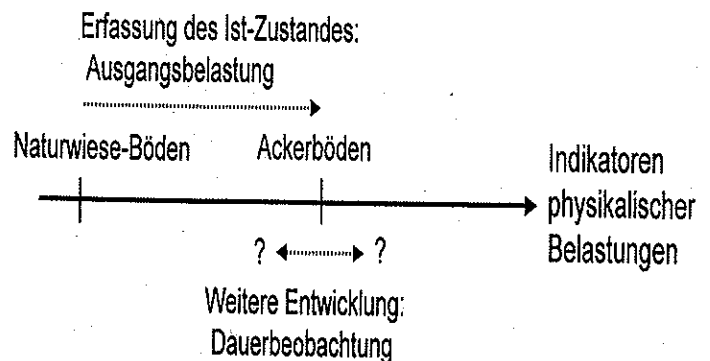


Abb. 2. Konzept der kantonalen Bodenbeobachtung im Kanton Bern. Die Bodenschutzfachstelle erfasst die Ausgangsbelastung der ackerbaulich genutzten Böden über einen Vergleich mit physikalisch unbelasteten Naturwiese-Böden gleicher Körnung. Die weitere Entwicklung der Ackerböden beobachtet sie durch Wiederbeprobung derselben Standorte einmal pro Fruchtfolgeperiode.

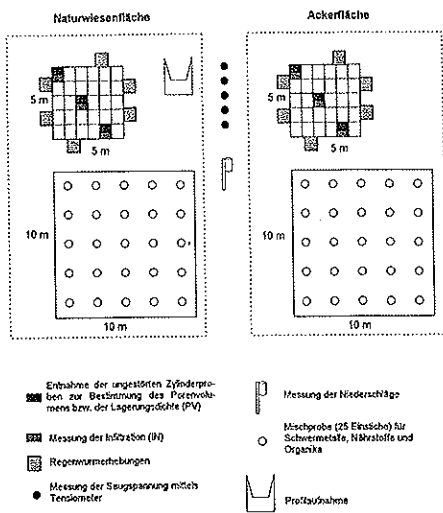


Abb. 3. Schematische Untersuchungsanordnung eines KABO-Standes.

bisher beprobten Standorte sind im letztjährigen Rechenschaftsbericht der Bodenschutzfachstelle (BSF 1997) zu finden.

## Naturwiesen- und Ackerflächen im Vergleich

Vorgestellt wird eine Auswahl der aussagekräftigsten Ergebnisse. Die Resultate beschreiben ausschliesslich den Ausgangszustand. Da noch keine Wiederbeprobungen ausgeführt wurden, sind momentan keine Zeitreihen vorhanden. Bei Resultaten (immer der Vergleich Naturwiese versus Ackerfläche) werden nur jene hervorgehoben, welche aufgrund der statistischen Auswertung mit Box-and-Whiskers-Plots Kerbenintervalle aufweisen, die sich nicht überschneiden und man folglich von statistisch gesichert unterschiedlichen Stichproben sprechen kann. Liegen keine solchermaßen nachweisbaren Unterschiede vor, gelten sie als nicht unterscheidbar. Die Bewirtschaftung der letzten Jahrzehnte hat zu folgendem Ausgangszustand geführt: Bei acht von zehn Standorten weisen die Oberböden der Naturwiesen ein höheres Gesamtporenvolumen auf (Abb. 4). Die anderen beiden Standorte sind nicht unterscheidbar. Im Unterboden sind die Verhältnisse weniger eindeutig. In vier Fällen haben die Naturwiesen-Böden höhere, in dreien tiefere Gesamtporenvolumina. Bei der Porengrößenverteilung zeigt sich, dass der Anteil grober und mittlerer Mittelporen, welche das leicht pflanzenverfügbare Wasser speichern, sowohl im Ober- als auch im Unterboden bei den Ackerböden geringer ist (Abb. 4). Die Lagerungsdichten der Oberböden sind in den Ackerflächen auf sieben Standorten höher als bei den Naturwiesen

und auf dreien ununterscheidbar. Im Unterboden weisen lediglich vier Ackerflächen höhere Lagerungsdichten auf, bei zweien sind sie tiefer (Abb. 4). Die Infiltrationsraten (Abb. 4) zeigen in drei Fällen höhere Werte zugunsten der Naturwiesen. Die Ackerflächen weisen dagegen auf keinem Standort höhere Werte aus. Bei Starkniederschlägen sind die Makroporen entscheidend am schnellen Ableiten des Wassers in die Tiefe beteiligt. Eine begleitende Untersuchung (Niggli 1998) widmet sich diesem Thema. Niggli untersuchte die zeitliche Veränderung des Bodenwassergehaltes in verschiedenen Tiefen nach kontrollierten Beregnungsversuchen. Die Beregnungsintensität von rund 100 mm pro Stunde entspricht einem Starkniederschlagsereignis. Der hohe Messaufwand erlaubte lediglich Erhebungen an drei der zehn Standorte. An zwei Standorten zeigten die Naturwiesen ein Verhalten, wie es bei sehr gut strukturierten Böden zu erwarten ist: Wenige Minuten nachdem die Beregnung einsetzt, steigt der Wassergehalt selbst in Tiefen bis 55 cm sprunghaft an und sinkt sodann im Laufe von Stunden wieder auf ein leicht höheres Niveau als vor der Beregnung (Abb. 5). Ein solcher Boden kann demnach einen Starkniederschlag rasch aufnehmen und in die Tiefe ableiten. Er bleibt nur für einige Stunden gesättigt, und es findet kaum Oberflächenabfluss statt. Die Ackerflächen zeigen dagegen ein anderes Verhalten. Hier ist der Anstieg des Wassergehaltes unmittelbar nach Einsetzen der Beregnung geringer. Dafür sinkt der Wassergehalt innerhalb des folgenden Tages nur unmerklich. Solche Böden können Starkniederschläge nur teilweise

schlucken, ein Teil des Wassers bleibt oberflächlich liegen oder fliesst ab. Der Boden bleibt nach Regenereignissen länger gesättigt und damit anaerob. Die Regenwurmerhebungen zeigen exemplarisch die Unterschiede der biologischen Aktivität von Naturwiesen- und Ackerböden (Abb. 4). Die Gesamtbiomasse an Regenwürmern ist an fünf Standorten bei der Naturwiese höher, in den anderen Fällen nicht unterscheidbar. Ähnliches gilt für die ökologisch besonders wichtigen anözischen *Lumbricus*-Arten - sog. Vertikalbohrer -, die an vier Standorten in den Naturwiesen häufiger vorkommen. Die Humusgehalte zeigen die grössten Unterschiede zwischen Naturwiesen- und Ackerböden (Abb. 4). Sie sind im Oberboden (0 bis 20 cm) der Ackerflächen um 40 % und im Unterboden (20 bis 40 cm) um 24 % tiefer. Unter der Annahme, unterhalb 40 cm seien keine bewirtschaftungsbedingten Unterschiede im Humusgehalt mehr vorzufinden, ergibt sich aus den gemessenen Werten ein Unterschied von 53 Tonnen Humus pro Hektare zugunsten der Naturwiesen.

## Intakte Makroporenstruktur entscheidend

Die bisherige Bewirtschaftungsweise von Ackerböden ist geprägt von immer häufigeren und intensiveren Belastungen der Bodenstruktur. Exemplarisch sei der Anbau von Kartoffeln erwähnt, der mittlerweile im Schnitt 18 Befahrungen beinhaltet (Rüttimann 1997). Die Auswirkungen sind vielfältig und betreffen nicht nur die Bodenfruchtbarkeit allein.

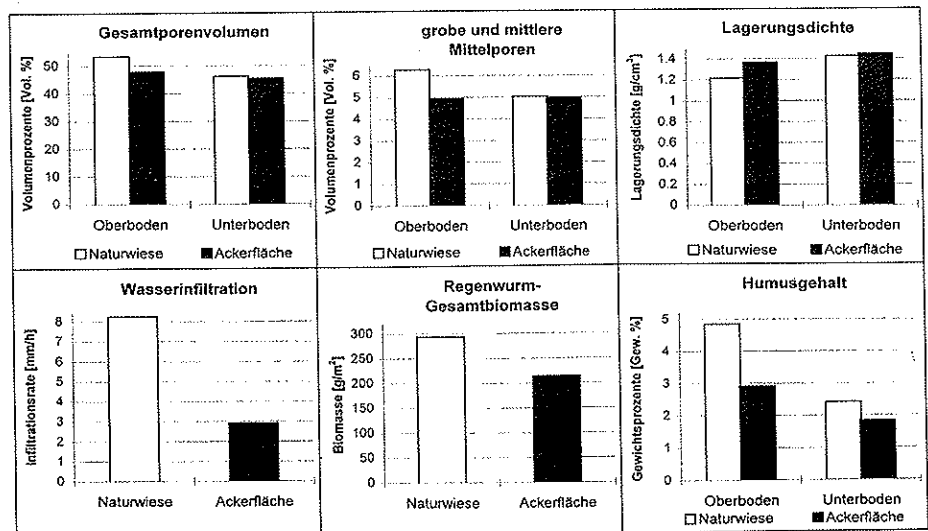
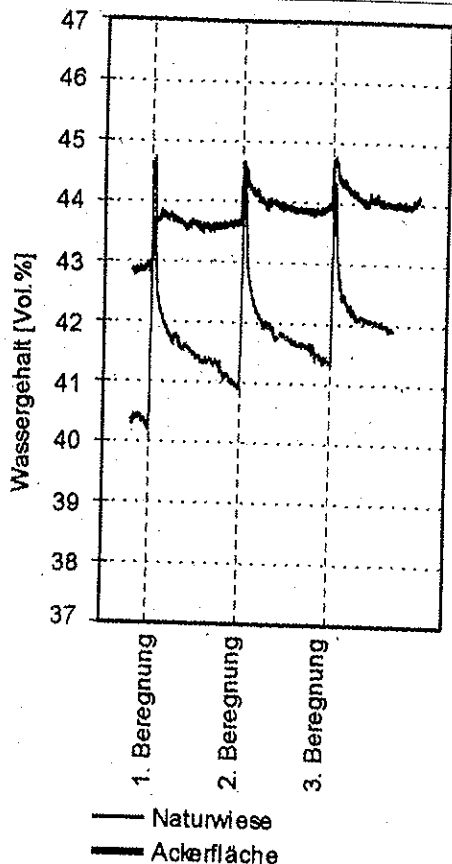


Abb. 4. Vergleich von Gesamtporenvolumina, groben und mittleren Mittelporen, Lagerungsdichten, Infiltrationsraten, Regenwurmgesamtbiomassen und Humusgehalten der Naturwiesen und Ackerflächen. Dargestellt sind die Mittelwerte von zehn Standorten. Pro Probefläche und -tiefe sind jeweils neun Proben genommen und die jeweiligen Mediane für die Mittelwertbildung benutzt worden.



Datum der Beregnung auf der Naturwiese:  
14.7.1997 bis 18.7.1997  
Datum der Beregnung auf der Ackerfläche:  
11.8.1997 bis 15.8.1997

Abb. 5. Schematischer Verlauf der Wassergehaltsänderung in einer bestimmten Tiefe nach einem Starkniederschlag. Der Verlauf der dünneren Kurve «Naturwiese» zeigt das Verhalten eines gut strukturierten Bodens, bei welchem das intakte Makroporensystem Starkniederschläge von oben rasch aufnehmen (starker Anstieg) und weiterleiten kann (folgende Abnahme). Die dickere Kurve «Ackerfläche» zeigt das Verhalten schlecht strukturierter Böden mit stauender Wirkung.

Die Ackerböden haben ein geringeres Gesamtporenvolumen und eine höhere Lagerungsdichte im Bearbeitungshorizont. Gleichzeitig ist der Anteil mittlerer und grober Mittelporen ( $< 50 \mu\text{m}$ ,  $> 3,2 \mu\text{m}$ ) gesunken, während der Anteil feiner Mittelporen ( $> 0,2 \mu\text{m}$ ) zugenommen hat. Die regelmässigen Lockerungseingriffe führen demnach zu einer Verdichtung, welche vor allem innerhalb der Aggregate stattfindet, wo sich die genannten Porengrößen befinden. Die durch die Bearbeitung geschaffenen, horizontal ausgerichteten Grobporen zwischen den Aggregaten ( $> 50 \mu\text{m}$ ) sind zudem nicht dauerhaft. Sie sacken durch das Eigengewicht des Bodens und durch Befahrungen nach kurzer Zeit wieder zusammen (Beisecker 1994). Zurück bleibt eine stark verdichtete Zone direkt unterhalb des Bearbeitungshorizontes (Pflugsohle), welche den Unterboden weitgehend vom Oberboden ent-

koppelt. Das Makroporensystem ist - sofern noch vorhanden - kaum mehr zusammenhängend und somit nicht mehr leitend (Tebrügge und Dreier 1994). Die Aggregate, welche die Mittelporen enthalten, sind verdichtet und können so weniger pflanzenverfügbares Wasser speichern (Hartge und Hörn 1991).

Der Einfluss des Makroporensystems auf das Infiltrations- und Auswaschungsverhalten von Böden ist Gegenstand intensiver Untersuchungen (Germann 1990). Die Resultate der Wassergehaltsänderungen nach Beregnungsversuchen von Niggli (1998) deuten darauf hin, dass vor allem eine intakte, das heisst kontinuierliche Makroporenstruktur Starkniederschläge rasch aufzunehmen und weiterzuleiten vermag. Dabei ist die Schluckrate weitgehend unabhängig von der im Boden herrschenden Saugspannung (Baeumer 1995).

Von Albertini (1995) hat gezeigt, dass das Regenerationspotential strukturgeschwächer Böden bezüglich der Makroporenstruktur stark von der Aktivität von Regenwürmern (*Lumbricus terrestris*) abhängt. Während diese kaum älter als drei Jahre werden, können ihre Gänge bis zu 30 Jahre überdauern. Ebenso bleiben Gänge abgestorbener Wurzeln lange erhalten, sofern der Bodenkörper nicht durch Verdichtung oder Umwälzung in seiner Lagerung gestört wird. Im Unterschied zu den natürlich entwickelten Makroporen schafft die Bearbeitung zwar Grobporen, welche vielfach horizontal verlaufen und spätestens an der verdichteten Pflugsohle enden. Bei Starkniederschlägen kann dadurch weniger Wasser aufgenommen werden. Die Überschwemmungsgefahr steigt. Das eindringende Wasser sickert gleichmässig durch den ganzen Bearbeitungshorizont, wobei der grosse Wasser-Matrix-Kontakt zu verstärkter Auswaschung führt (Kohl und Harrach 1991). Über der Pflugsohle staut das Wasser und lässt den Boden länger gesättigt zurück (Kramer 1983). Gleichzeitig bleibt vermehrt Wasser oberflächlich liegen, wobei schon geringste Neigungen zu Erosion und der Verfrachtung von partikulär gebundenen Schad- und Nährstoffen in die Oberflächengewässer führt. In flachen Feldern steigt die Gefahr von Verschlammung, insbesondere wenn der Niederschlag auf eine unbedeckte Oberfläche fällt (Baeumer 1995). Es ist daher äusserst zweifelhaft, ob eine erfolgreiche Reduktion der Nitratreiträge in Grund- und Oberflächengewässer ohne entsprechende

Massnahmen wie die Förderung der Bodenstruktur und die Erhöhung des Humusgehaltes möglich sind (Balmer 1995).

### Betrachtungen zum Humus

Humus ist in Kombination mit Ton der gefügebildende Bodenbestandteil. Boekel (1974) untersuchte den Zusammenhang von Humusgehalt und Bodenstruktur im Hinblick auf optimale Erträge. Um Verschlammungen zu vermeiden, ermittelte er in schweren Böden mit Tongehalten über 30 % einen Humusgehalt von mindestens 5,5 % für eine optimale Bearbeitbarkeit, in leichten Böden mit Tongehalten von weniger als 15 % einen solchen von mindestens 2 %. Zusätzlich dient der Humus als Nährstoffspeicher, weshalb die natürliche Ertragsfähigkeit mineralischer Böden direkt vom Humusgehalt abhängt (Scheller 1993). Gemäss Scheffer und Schachtschabel (1989) sind 95 % des Stickstoffes im Boden organisch gebunden. Der Humus spielt deshalb bezüglich der Bindung dieses wichtigen Nährstoffes eine herausragende Rolle, ebenso wie bei der Bindung vor allem organischer Schadstoffe. Damit wirkt der Humus auch als Filter zur Verminderung von Belastungen des Grundwassers.

Ein bisher wenig beachteter Aspekt ist jedoch der Humus als Speicher im globalen Kohlenstoffkreislauf. Der Unterschied im Humusgehalt zwischen Naturwiese und Ackerfläche entspricht bezüglich der Menge an Kohlenstoff rund 30 Tonnen Diesel. Unter der Annahme, die bewirtschaftungsbedingte Humusabnahme sei in den letzten Jahrzehnten erfolgt, ergibt sich ein durchschnittlicher «Dieselverbrauch» in der Grössenordnung von 500 kg pro Hektar und Jahr. Der Dieselverbrauch der betriebseigenen Maschinen für die Bewirtschaftung liegt zurzeit gemäss einer Praxiserhebung der Forschungsanstalt Tänikon (Ammann und Stadler 1998) bei reinen Ackerbaubetrieben zwischen 80 und 120 l pro Hektare und Jahr. Hinzu kommen geschätzte 40 l durch Lohnarbeiten. Als Vergleich der Grössenordnungen kann mit rund 100 kg Diesel gerechnet werden. Der  $\text{CO}_2$ -Ausstoss durch die Humusabnahme übertraf in den letzten Jahrzehnten demnach den direkt durch die Maschinen verursachten um ein Vielfaches.

Umgekehrt haben Kern und Johnson (1993) berechnet, dass 2,3 % der jährlichen Gesamtemissionen an  $\text{CO}_2$  der Bundesrepublik Deutschland während den nächsten 60 Jahren im Boden gebunden

werden könnten, wenn auf sämtlichen Ackerflächen Deutschlands auf Bodenbearbeitung verzichtet würde. Baeumer (1995) zeigt in einem 30-jährigen Langzeitversuch, dass bei einer Umstellung auf bearbeitungsfreie Direktsaaten, der organisch gebundene Kohlenstoff während 15 Jahren jährlich um 0,5 Tonnen je Hektare ansteigt, bevor sich ein höheres Gleichgewichtsniveau einstellt. Parallel steigt auch der Gehalt an Stickstoff im Boden um 52 kg N pro Hektare und Jahr.

## Was ist zu tun?

Die Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern legt, bestärkt durch die ersten Ergebnisse der KABO, besonderes Gewicht auf bodenschonende Bearbeitungsverfahren. Direktsaaten ohne jegliche Bearbeitung kommen der Situation der Naturwiesen am nächsten und ermöglichen in den meisten Fällen IP-übliche Erträge im Ackerbau. Gleichzeitig beinhaltet das Direktsaat-Anbausystem ein grosses Sparpotential, was angesichts sinkender Produktpreise zunehmend wichtig ist. In der Umstellungsphase können jedoch - wie bei allen neu angewandten Techniken - Probleme auftauchen. Mit gezielten finanziellen Förderungen unterstützt der Kanton Bern umstellungswillige Landwirte in der heiklen Anfangsphase.

Meier *et al.* (1998) befragten in der Region Klettgau Landwirte, welche Hinderungsgründe aus ihrer Sicht gegen eine Umstellung auf Direktsaat sprechen. Dabei zeigte sich, dass viele bereit sind, Direktsaaten auszuprobieren, sobald einer in der Region die Risiken einer Umstellung als Pioniertat wagt. Entscheidend ist der sichtbare Erfolg der neuen Technik unter sehr ähnlichen klimatischen und Bodenverhältnissen. Die Bodenschutzfachstelle betreibt aus eben diesen Gründen einen Demonstrationsversuch und unterhält einen sehr engen Kontakt zu Landwirtinnen und Landwirten, welche bereits auf Direktsaaten umgestellt haben. Damit soll ein gegenseitiger Lernprozess ermöglicht werden mit dem gemeinsamen Ziel, die Lebensgrundlage Boden langfristig zu erhalten.

## LITERATUR

- ▣ Albertini von N., Leuenberger J., Läser H. P. und Flüher H., 1995. Regeneration der Bodenstruktur eines verdichteten Ackerbodens unter Kunstwiese. Aktuelle Bodenforschung in der Schweiz. III. Symposium der BGS, St. Gallen, 7-12.
- ▣ Ammann H. und Stadler E., 1998. Technische und organisatorische Aspekte des Traktoreinsatzes. Er-

gebnisse einer Praxiserhebung. FAT-Berichte Nr. 511, Eidgenössische Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, Tänikon.

- ▣ Baeumer K., 1995. Ökologische Aspekte der Bodenbearbeitung. Bericht 62, ALB Hessen, Kassel, 73-81.
- ▣ Balmer W. W., 1995. Nitratbelastung des Grundwassers im Urtenental 1987 bis 1993. Ist die Integrierte Produktion eine Sanierungsmöglichkeit? *Eclogae geol. Helv.* 88 (2), 435-449.
- ▣ Beisecker R., 1994. Einfluss langjährig unterschiedlicher Bodenbearbeitungssysteme auf das Bodengefüge, die Wasserinfiltration und die Stoffverlagerung eines Löss- und eines Sandbodens. Dissertation, Justus-Liebig-Universität, Giessen, 61-82.
- ▣ Boekel P., 1974. Humusgehalt und Bodenstruktur. *Landwirtschaftliche Forschung* 27, Sonderheft 30/II, 127-130.
- ▣ BSF, 1997. Bodenbeobachtung im Kanton Bern - Ein physikalisch-biologisch-chemischer Ansatz. Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern (BSF), Zollikofen. 177 S.
- ▣ Germann P., 1990. Preferential Flow and the Generation of Run-off. 1. Boundary-layer Flow Theory. *Water Resources Research* 26, 3055-3063.
- ▣ Hartge K.H. und Horn R., 1991. Einführung in die Bodenphysik. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- ▣ Kern J. S. and Johnson, M. G., 1993. Conservation Tillage Impacts on National Soil and Atmospheric Carbon Levels. *J. Soil Science Society of America* 57, 200-210.
- ▣ Kohl R. und Harrach T., 1991. Zeitliche und räumliche Variabilität der Nitratkonzentration in der Bodenlösung in einem langjährigen Bodenbearbeitungsversuch. *Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung* 32, 80 - 87.
- ▣ Kramer E., 1983. Wasserhaushalt. Methodenbeschreibung. Eidgenössische Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, Tänikon, 1-2. (unveröffentlicht).
- ▣ Meier M. S., Stricker L., Wehrli M. und Bächtiger C., 1998. In: Region Klettgau - Verantwortungsvoller Umgang mit Boden. Verlag Rüegger AG, Zürich, 91-128.
- ▣ Niggli T., 1998. Vergleich des Porensystems unterschiedlich bewirtschafteter Landwirtschaftsböden. Diplomarbeit, Geographisches Institut der Universität Bern, Bern. 117 S. (unveröffentlicht).
- ▣ Rüttimann M., 1997. Bodenseparierung im Kartoffelbau. Ergebnisse der Betriebsbefragung vom Herbst 1995. Bericht Nr. 134.2, Geo 7, Bern. 75 S. (unveröffentlicht).
- ▣ Scheffer F. und Schachtschabel P., 1989. Lehrbuch der Bodenkunde. Enke-Verlag, Stuttgart. 491 S.
- ▣ Scheller E., 1993. Die Stickstoff-Versorgung der Pflanzen aus dem Stickstoff-Stoffwechsel des Bodens: ein Beitrag zu einer Pflanzenernährungslehre des organischen Landbaus. *Ökologie und Landwirtschaft* 4, Verlag Josef Margraf, Weikersheim.
- ▣ Tebrügge F. und Dreier, M., 1994. Beurteilung von Bodenbearbeitungssystemen hinsichtlich ihrer Arbeitseffekte und deren langfristige Auswirkungen auf den Boden. Wissenschaftlicher Fachverlag, Giessen, 17-40.
- ▣ VSBo, 1986: Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo). Eidgenössische Drucksachen- und Materialzentrale, Bern. 17 S.

## RÉSUMÉ

### Surveillance des sols dans le canton de Berne (Suisse) - les premiers résultats

Le Service de la protection des sols du canton de Berne conduit un programme de surveillance

des sols depuis 1993. Son but est d'enregistrer la condition actuelle des sols et le développement ultérieur de leur fertilité. Cette surveillance des sols sert à identifier les «points chauds» à prendre en compte immédiatement, mais surtout elle permet d'évaluer l'impact des mesures de protection du sol, de l'eau et de l'air déjà en vigueur. De plus elle permet l'identification précoce d'une pollution lente du sol ou les indices d'une telle dégradation.

Dans le canton de Berne, ce sont les sols fertiles du «Mittelland» Bernois les plus soumis au «stress mécanique» d'une exploitation agricole intensive. Dans un premier temps le Service de la protection des sols a rassemblé les données sur le degré de dégradation de ces zones de culture intensive en comparant différents paramètres des sols avec ceux des prés en friche.

Jusqu'à 1997 les résultats du programme de surveillance des sols montrent que le volume total des pores de la couche arable des terres cultivées a diminué de 10 %. En comparaison avec des sols non-fertiles et fortement compactés (volume total des pores inférieur à 30 %), une diminution de 25 % de la fertilité naturelle est attendue. La biomasse totale de vers de terre (*lumbricus terrestris*) est réduite de 30 %. La teneur en matière organique de la couche arable peut être réduite jusqu'à 40 %.

## SUMMARY

### Soil surveillance in the canton of Berne (Switzerland) - first results

The Soil Protection Service of the canton of Berne is running a soil surveillance program since 1993. Its aim is to record the present condition of the soils and the further development of their fertility. The soil surveillance program serves to determine „hot-spots“, where immediate action is to be taken, but even more it allows an impact evaluation of already implemented measures of soil, water and air protection. Moreover, it allows an early determination of slow soil pollution or degradation tendencies.

The fertile soils of the Bernese „Mittelland“ are the mechanically most stressed soils in the canton of Berne due to an intense agricultural practice. In a first step, the Soil Protection Service collected data of the degree of degradation of the intensely cultivated land by comparing different soil parameters to those of unfilled meadows.

The results of the soil surveillance program until 1997 show the topsoils of the cultivated land with a reduction in the total pore volume by 10 %. Compared to extremely compacted, unfertile soils (total pore volume less than 30 %) a loss of 25 % of the natural fertility is to be expected. The total biomass of earthworms (*lumbricus terrestris*) is down 30 %. The organic matter content in the topsoils is reduced by as much as 40 %.

**KEY WORDS:** soil surveillance, soil fertility, soil structure, porosity, water infiltration, earthworms, organic matter, CO<sub>2</sub>, cultivated land, unfilled meadow