

# Bioporen fördern die Versickerung

## Auswirkung der Bodenbearbeitung auf biogene Durchporung und ungesättigte Infiltrationsleistung des Bodens

*Langfristige Bodenbearbeitungsversuche auf geogen unterschiedlichen Standorten zeigen, dass sich eine hohe Bodenbearbeitungsintensität auf die biogene Durchporung des Bodens negativ auswirkt, was zu einer verminderten Versickerungsleistung führt.*

*Direktsaat begünstigt dagegen den Populationsaufbau und die Aktivität der Regenwürmer, wodurch ein stabiles, vertikal orientiertes Makroporensystem mit hoher Funktionalität entsteht, so dass Überschusswasser rasch in tiefere Bodenschichten abgeleitet und damit der Bodenerosion entgegenwirkt werden kann.*

Dr. Friedrich Tebrügge leitet die Abteilung Außenwirtschaft am Institut für Landtechnik der Justus-Liebig-Universität, Braugasse 7, 35390 Gießen, e-mail: friedrichte@agr.uni-giessen.de. Dipl.-Ing. agr. Jarmila Abelsova ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Maschinen und Produktionssysteme der Landwirtschaftlichen Universität in Nitra, Slowakei.

### Schlüsselwörter

Pflug-Bodenbearbeitung und Direktsaat, Bioporenanzahl, Regenwurmgänge, Bioporenfläche, Infiltrationsleistung

### Keywords

Conventional- and no-tillage systems, number of biopores, earthworm tubes, area of biopores, infiltration rate

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT99111 erhältlich oder über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

**B**odenbearbeitung durch unterschiedlich intensiven mechanischen Eingriff der Werkzeugelemente in die Ackerkrume bewirkt in Abhängigkeit der Bearbeitungstiefe eine Veränderung der bodenphysikalischen Eigenschaften des AP-Horizontes und nimmt Einfluss auf die Besiedlungsdichte der Bodenfauna. Schon vor mehr als 100 Jahren erkannte Charles Darwin, dass die Regenwürmer (Lumbriciden) im Ökosystem Boden eine bedeutende Rolle spielen. Durch grabende Tätigkeit wird ein vertikal ausgerichtetes Porensystem mit hoher Kontinuität und Stabilität gebildet [7], womit bodenphysikalische, pflanzenbauliche und ökologische Vorteile verbunden sind.

Bodenbearbeitungssysteme mit differenzierter Eingriffsintensität der Werkzeugkomponenten in den Boden üben einen direkten Einfluss auf die Regenwurmpopulation aus. Die intensive Bodenwendung wirkt sich negativ auf die Aktivität der Tiere durch Zerstörung des Habitats [6], Vergraben von pflanzlicher Restsubstanz, UV-Einwirkung, Verschütten der Jungtiere und Kokons in tiefere Bodenschichten sowie Austrocknung der Jungtiere und Kokons an der Bodenoberfläche aus [1, 5, 12, 13].

Im Gegensatz hierzu wird durch die Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung eine ungestörte biogene Durchporung des Bodens gefördert. Das Wurzelsystem der Pflanzen kann entsprechend dem Röhrensystem der Regenwürmer in beachtliche Tiefen vordringen, wobei den Pflanzwurzeln durch die Ausscheidungen der Tiere, der sogenannten Wurmlösung, leichtverfügbare Nährstoffe zu Verfügung stehen. Dies wirkt sich positiv auf den Pflanzenertrag [9] und auf die Regenverdaulichkeit des Bodens aus [2].

Versuchsergebnisse [3, 4] belegen, dass den Regenwurmängen insbesondere bei Verzicht auf intensive Bodenbearbeitung eine große Bedeutung für die Bodendurchlüftung und für die Wasserinfiltration beizumessen ist.

Die Voraussetzungen für eine hohe Infiltrationsleistung sind etwa 100 Regenwurmgänge pro m<sup>2</sup> und eine oberflächennahe stabile Krümelstruktur des Bodens.

### Material und Methoden

Die Untersuchungen des vertikal geprägten Regenwurmöhrensystems wurden auf Flächen mit langfristig differenzierter Bodenbearbeitungsintensität durchgeführt [10]. Zum einen handelt es sich um einen Auenpseudogley Boden (utL) mit 31% Ton, zum anderen um eine Tschernosem Parabraunerde (uL) mit 21% Ton. In der Versuchsdurchführung wurden vorrangig die Bodenbearbeitungssysteme mit extrem unterschiedlicher Eingriffsintensität berücksichtigt.

- Pflug (P), nach flacher Stoppelbearbeitung wendende Grundbodenbearbeitung auf 25 cm Tiefe mit Einarbeitung der Strohvorfruchtreste und anschließender Sekundärbearbeitung auf 10 cm Tiefe inklusive Aussaat mit Kreiselegge-Packer-Drillmaschinenekombination.
- Direktsaat (D), Verzicht auf Bodenbearbeitung über 10- und 17 Jahre auf dem utL-beziehungsweise uL-Boden. Das Saatgut wird hier durch spezielle Zinken-Scharelemente in schmale Saatschlitze abgelegt. Die pflanzlichen Reststoffe der Vorfrucht verbleiben somit zunächst auf der Ackeroberfläche und werden nach und nach durch die Bodenfauna ab- und umgebaut.

### Bioporen

Zur Erfassung der Bioporen und deren Flächenanteile in Abhängigkeit der Bodenbearbeitungssysteme wurde die Bruchflächenmethode angewendet [8]. Der Boden wurde in Tiefen von 8 und 25 cm auf einer Fläche von 0,25 m<sup>2</sup> mit jeweils zweifacher Wiederholung abgehoben. Durch Saugluft wurde die Oberfläche gereinigt, so dass Bioporen und Schrumpfungsrisse sichtbar wurden. Anzahl wie Fläche der Bioporen wurden auf einer aufgelegten Klarsichtfolie markiert. Die Auswertung der Folien erfolgte mit Hilfe digitaler Bildanalyse, bei einer Klassifizierung der Bioporen von größer oder kleiner als 3 mm Durchmesser.

### Infiltration

Zur Quantifizierung der ungesättigten Infiltrationsleistung, im Sinne der Simulation eines Starkregens, wurde nach Erhebung der Bioporen die gleiche Fläche mit einem Stahlrahmen eingegrenzt und diese mit einer

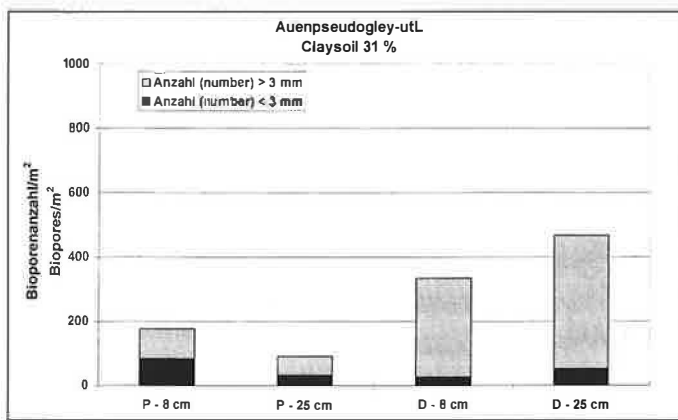


Bild 1a: Bioporenanzahl pro m<sup>2</sup> in Ackerkrume von 8 cm und 25 cm Tiefe unter dem Einfluss der Bodenbearbeitung mit Pflug (P) oder Direktsaat (D) auf einem Auenpseudogley Boden (uL).

Fig. 1a: Number of biopores per m<sup>2</sup> in soil depth of 8 cm and 25 cm under the influence of conventional- (P) and no-tillage (D) on riverside clay soil (31%)

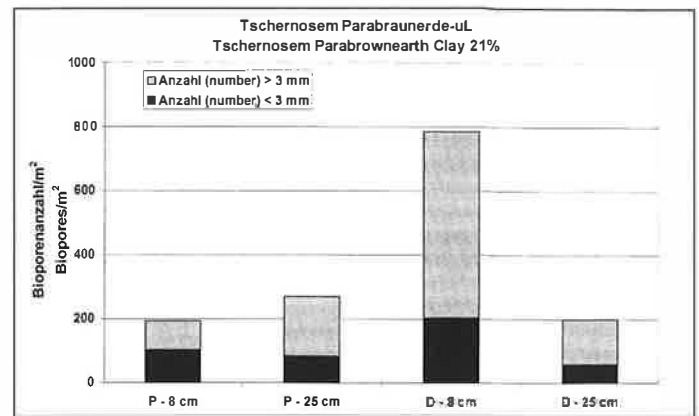


Bild 1b: Bioporenanzahl pro m<sup>2</sup> in Ackerkrume von 8 cm und 25 cm Tiefe unter dem Einfluss der Bodenbearbeitung mit Pflug (P) oder Direktsaat (D) auf einem einer Tschernosem Parabraunerde (uL)

Fig. 1b: Number of biopores per m<sup>2</sup> in soil depth of 8 cm and 25 cm under the influence of conventional- (P) and no-tillage (D) on chernozem para-brown earth soil

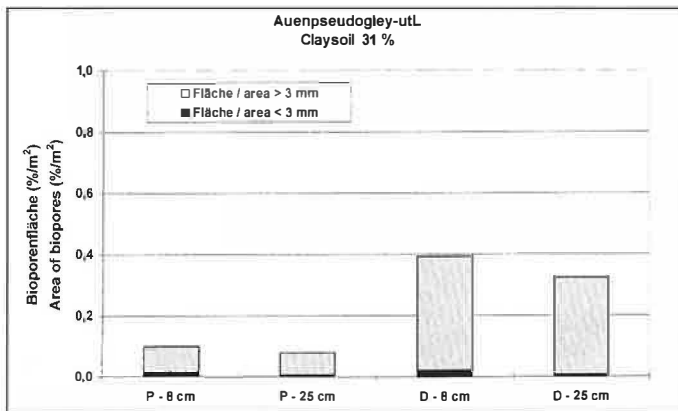


Bild 2a: Bioporenfläche in % pro m<sup>2</sup> in der Ackerkrume von 8 cm und 25 cm Tiefe unter dem Einfluss der Bodenbearbeitung mit Pflug (P) oder Direktsaat (D) auf einem Auenpseudogley Boden (uL).

Fig. 2a: Area of biopores in % per m<sup>2</sup> soil depth of 8 cm and 25 cm under the influence of conventional- (P) and no-tillage (D) on riverside clay soil (31%)

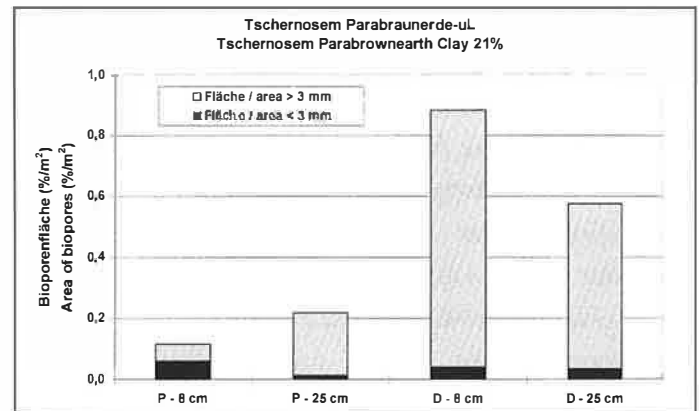


Bild 2b: Bioporenfläche in % pro m<sup>2</sup> in der Ackerkrume von 8 cm und 25 cm Tiefe unter dem Einfluss der Bodenbearbeitung mit Pflug (P) oder Direktsaat (D) auf einem einer Tschernosem Parabraunerde (uL)

Fig. 2b: Area of biopores in % per m<sup>2</sup> soil depth of 8 cm and 25 cm under the influence of conventional- (P) and no-tillage (D) on chernozem para-brown earth soil

15 mm starken, wassergesättigten Schaumstoffmatte abgedeckt. So sollte weitgehend verhindert werden, dass bei Aufgabe einer Wassermenge von 40 mm eine Einschläm-mung von Bodenmaterial in die Bioporen erfolgt. Die Infiltrationsleistung wurde durch Zeitnahme bis zur völligen Versickerung der aufgegebenen Wassermenge gemessen.

## Ergebnisse

### Bioporen

Bei der Auswertung der Bioporengröße wurde davon ausgegangen, dass die Bioporen unter 3 mm auf die Grabaktivität der kleineren endogäischen Regenwurmarten (*Ap. caliginosa*, *Al. rosea*) beziehungsweise juveniler Tiere oder auf Wurzelbahnen zurückzuführen sind. Bioporen mit einem Durchmesser von über 3 mm wurden den adulten Tieren oder dem tiefgrabenden *L. terrestris* zugeordnet [11].

Unter dem Einfluss langjähriger Anwendung des Direktsaatverfahrens nehmen die

biogen geprägten Poren um den Faktor zwei bis fünf im Vergleich zur gepflügten Variante zu (*Bild 1*). Dabei wirkt sich der Verzicht des mechanischen Eingriffs in die Ackerkrume auf dem uL-Boden in der Bodentiefe von 25 cm, auf dem uL-Boden hingegen bereits im Bodenhorizont von 8 cm Tiefe, besonders positiv auf die Bioporenanzahl über 3 mm aus.

Die Anzahl der Bioporen unter 3 mm in den beiden Bodenschichten unterscheidet sich nur geringfügig, wobei diese insgesamt nur einen sehr geringen Einfluss auf die Gesamtbioporenfläche hat (*Bild 2*). Maßgeblich wird diese durch die Bioporen über 3 mm beeinflusst, die ihrerseits auf die Grabaktivität adulter Tiere zurückzuführen ist.

Die Auswertung der markierten Bioporen verdeutlicht, dass auf beiden Standorten sowohl in 8 cm als auch in 25 cm Bodentiefe die Direktsaatvariante eine deutlich höhere Bioporenfläche im Vergleich zur Pflugvariante aufweist.

Ursächlich kann dies aus den Untersuchungen zur Regenwurmpopulation abgelei-

tet werden. Unter langjähriger Direktsaatanwendung können sich die Regenwürmer relativ ungestört entwickeln und vermehren, wie dies aus den Daten hinsichtlich der Individuendichte, des Populationsaufbaus und der Biomasse ersichtlich ist (*Bild 3*). Das Grubber-Verfahren (FR) nimmt hier eine Mittelstellung zwischen Pflug (P) und Direktsaat (D) ein. Durch die an der Oberfläche verbliebenen Pflanzenreste steht vor allem dem *Lumbricus terrestris* als Tiefgräber eine adäquate Nahrungsquelle zu Verfügung, die er nach Ansammlung von kleinen Stroh-häufchen nach und nach von der Bodenoberfläche in sein Röhrensystem zieht. Dort wird das Material durch Mikroorganismen zunächst nahrungsgerecht aufbereitet. Nach Vermischung mit Bodenmineralien bei der Passage durch den Verdauungstrakt wird dieses als aggregatstabile Wurmlösung auf der Ackeroberfläche deponiert oder dient als sogenannte Kottapete der Auskleidung des Röhrensystems. Im Gegensatz zur Mikrofauna, mit hoher Reproduktionsrate innerhalb weniger Wochen oder Monate, bedeutet

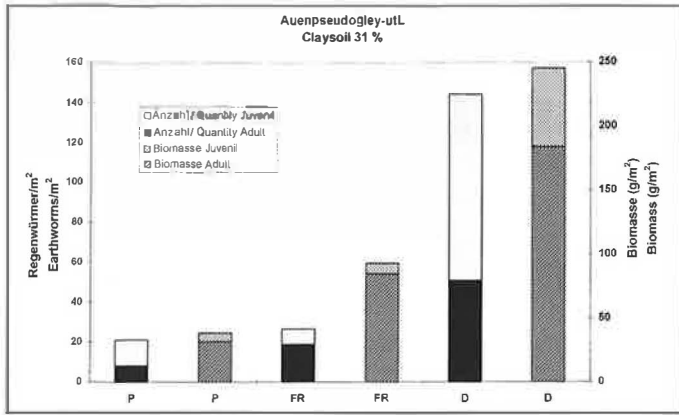


Bild 3: Individuen pro m<sup>2</sup> und Biomasse (g/m<sup>2</sup>) der Lumbriciden unter dem Einfluss von konventioneller-(P), konservierender Bodenbearbeitung (FR) und Direktsaat auf einem Auenpseudogley Boden (utL)

Fig. 3: Number per m<sup>2</sup> and biomass (g/m<sup>2</sup>) of earthworms under the influence of conventional (P), conservation (FR) and no-tillage (D) on riverside clay soil (31%)

eine intensive Bodenbearbeitung einen massiven Eingriff in den Populationsaufbau der Regenwürmer, da dieser intervallmäßig vegetationsgebunden verläuft. Belegt wird dies an Hand der Relationen zwischen den Bearbeitungssystemen zur Individuendichte sowie durch den jeweiligen Populationsanteil adulter und juveniler Tiere (Bild 3).

### Infiltration

Die Ergebnisse zur Infiltrationsleistung wurden stark vom Standort geprägt (Bild 4). Bei dem Auenpseudogley konnten keine gravierende Unterschiede bei der Versickerungsleistung gemessen werden, da bei der P-Variante der Tonboden im August wegen geringer Feuchtigkeit zahlreiche Schrumpfungsrisse aufwies. Das applizierte Wasser wurde daher schnell in den Bodenspalten abgeleitet. Die D-Variante hingegen wies auf diesem Standort wegen höherer Bodenfeuchte, die ursächlich auf die höhere Lagerungsdichte zurückzuführen ist, keinerlei Schrumpfungsrisse auf. Dennoch wurde die aufgebrachte Wassermenge in gleicher Zeit-

spanne demnach allein durch die Bioporen (Bild 4) im Bodenkörper abgeleitet. Dies steht in engem Zusammenhang mit dem 10-fach höheren Regenwurmbesatz (200/m<sup>2</sup>) der Direktsaatvariante im Vergleich zur Plugvariante (21/m<sup>2</sup>).

Auch auf der Tschernosem Parabraunerde wurde die Versickerungsleistung maßgeblich von der Bioporenanzahl in Abhängigkeit von den Bodenbearbeitungsvarianten beeinflusst. Während auf der D-Variante hier nahezu eine Wassermenge von 19 mm/s (Q = 40 mm) durch die biogenen Makroporen abgeleitet werden konnten, betrug die Infiltrationsleistung bei der P-Variante nur 8,5 mm/s.

Die Ergebnisse belegen, dass ein vertikal geprägtes Bioporensystem, das in Abhängigkeit des Bodenmaterials bis zu 2 m tief in den Boden reichen kann, in der Lage ist, erhebliche Niederschlagsmengen im Bodenkörper zügig abzuführen.

## NEUE BÜCHER

### Der große Shell-Atlas 1999/2000

Mairs Geographischer Verlag, im Buchhandel und an Shell-Stationen. 1998, 18x28,5 cm, 879 Seiten plus elektronischem Routenplaner Deutschland, 54 DM

Neben fertiggestellten Autobahnstrecken weist der Atlas etliche neue Stadtumgehungen in Deutschland aus. Gut zu wissen, wo man ab wann schneller hinderliche Stadtdurchfahrten vermeiden kann. In vollem Umfang erhalten geblieben und ebenfalls auf den neuesten Stand gebracht präsentieren sich alle anderen Kartenteile von den deutschen Stadtplänen und Stadtumgehungskarten bis zu den Reisekarten für ganz Europa. Ein Schritt voran geht der Verlag beim elektronischen Routenplaner, der auch in diesem Jahr jedem neuen Shell Atlas beiliegt. Die Zahl der möglichen Zielorte wuchs von 18000 auf 30000. Aus dem Datenteil des Atlas führt der Routenplaner jetzt 4100 Hotels/Restaurants auf. Im Übrigen gilt wie in den Vorjahren die Garantie von Verleger Dr. Volkmar Mair: Kaufpreis zurück für jeden, der sich verfährt, weil etwas in dem Atlas falsch eingezeichnet ist. Eine entsprechende Garantierklärung liegt jedem Exemplar bei.

### Außenklimaställe für Schweine

KTBL-Sonderveröffentlichung 026. KTBL, Bartningstraße 49, 64289 Darmstadt, (Tel.: 06151/7001-189, Fax: 7001-123, e-mail: w.kauck@ktbl.de) bestellen. 1998, 60 S., 18 DM Für die Befürworter der Außenklimahaltung von Schweinen gibt es neben den niedrigen Schadgas- und Geruchskonzentrationen im Stall eine Reihe von Argumenten, die für offene Stallsysteme sprechen. Dazu zählen im Vergleich zu geschlossenen Ställen u. a. geringere Baukosten je Tierplatz, eine höhere Eigenleistungsfreundlichkeit beim Bau sowie geringere Erschließungs- und Energiekosten. In der neuen KTBL-Sonderveröffentlichung, in die auch die Ergebnisse des Bundeswettbewerbs Landwirtschaftliches Bauen 1997/98 einfließen, werden die offenen Stallsysteme beschrieben und ihre Vor- und Nachteile ausführlich dargestellt.

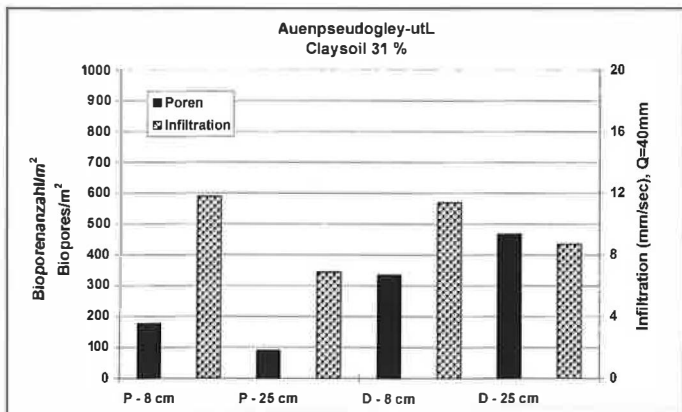


Bild 4a: Bioporenanzahl pro m<sup>2</sup> und ungesättigte Infiltrationsleistung (mm/sec) in 8 cm und 25 cm Bodentiefe bei konventioneller Bodenbearbeitung (P) und Direktsaat (D) auf einem Auenpseudogley Boden (utL)

Fig. 4a: Number of biopores per m<sup>2</sup> and unsaturated infiltration capacity (mm/sec) in soil depth of 8 cm and 25 cm under conventional (P) and no-tillage (D) on riverside clay soil (31%)

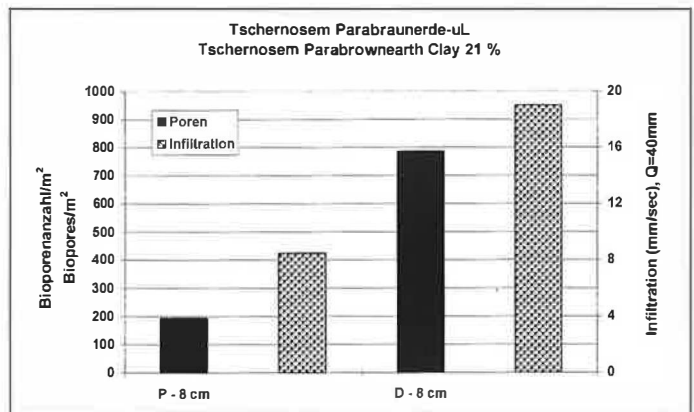


Bild 4b: Bioporenanzahl pro m<sup>2</sup> und ungesättigte Infiltrationsleistung (mm/sec) in 8 cm und 25 cm Bodentiefe bei konventioneller Bodenbearbeitung (P) und Direktsaat (D) auf einer Tschernosem Parabraunerde (uL)

Fig. 4b: Number of biopores per m<sup>2</sup> and unsaturated infiltration capacity (mm/sec) in soil depth of 8 cm and 25 cm under conventional (P) and no-tillage (D) on chernozem para-brown earth soil