

**Georg Dersch**

## **Auswirkungen von Agrarumweltmaßnahmen (ÖPUL) auf die Bodenparameter Humus-, Phosphor- und Kalium-Nährstoffgehalt sowie Säuregrad in Oberösterreich**

### **Zusammenfassung**

Auswirkungen auf die Bodenqualität sind erst nach mittel- bis längerfristigen Bewirtschaftungsänderungen feststellbar. Nach nunmehr etwa 15 Jahren ÖPUL konnte auf Grundlage von insgesamt mehr als 30.000 Bodendaten aus OÖ aufgezeigt werden, dass die Humusgehalte auf den Ackerflächen durch Biologische Bewirtschaftung und Begrünungsmaßnahmen und wohl auch durch verminderte Bodenbearbeitungsintensität um etwa 0,15 bis 0,30% angehoben wurden. Die pflanzenverfügbaren Phosphorgehalte sind generell rückläufig, sowohl auf Acker- als auch bei Grünland, bei konventioneller und besonders bei biologischer Bewirtschaftung. Die P-Versorgung liegt im Mittel auf Ackerland noch im ausreichenden Bereich, auf Grünland in der niedrigen Stufe. Die Säuregrade sind zumeist ausreichend, Kalkgaben sind regelmäßig durchzuführen. Die Kaliumversorgung ist überwiegend ausreichend bis hoch, vor allem im Mühlviertel. Um die weitere Entwicklung der Bodenqualität dokumentieren und Effekte von Maßnahmen evaluieren zu können, ist ein Mindestumfang an Bodenuntersuchungen incl. Humusgehalt im Agrarumweltprogramm festzulegen.

### **Einleitung**

Der Boden ist nichts weniger als unsere Lebensgrundlage. Er versorgt uns mit Nahrungs- und Futtermitteln sowie Rohstoffen, er garantiert die hohe Qualität unseres Trinkwassers, kann Schadstoffe erfolgreich filtern und durch die Bodenorganismen teilweise wieder abbauen. Der Boden gehört damit zu den wesentlichen Ressourcen, mit der sorgsam umgegangen werden muss. Daher ist der Schutz des Bodens und die Verbesserung bzw. Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit ein zentrales Ziel des ÖPUL. Neben der Verminderung der Bodenerosion und Bodenverdichtung durch Begrünungen, Fruchtfolgeauflagen und geeignete Bodenbearbeitung sind ausreichende, standortangepasste Humusgehalte, ausgewogene Nährstoffgehalte und optimale Säuregrade im Fokus einer nachhaltigen Bodennutzung.

Im Rahmen der Evaluierung des ÖPUL für das Schutzgut „Boden“ ist zu überprüfen, inwieweit die Umsetzung von spezifischen ÖPUL-Maßnahmen zu einer nachhaltigen Verbesserung des Bodenzustandes geführt hat. Weil nur für wenige Maßnahmen (Integrierte Produktion Wein, Obst, Kartoffeln, Rübe, Kürbis, Feldgemüse) ausgewählte Bodenuntersuchungsparameter (pH-Wert, pflanzenverfügbare P- und K-Gehalt) als Förderungsvoraussetzung festgelegt sind, werden – in Ermangelung geeigneter Daten für die Evaluierung der weiteren ÖPUL-Maßnahmen - auch regionale Bodenuntersuchungsdaten im Rahmen von Beratungs-

projekten herangezogen. Von der OÖ Bodenschutzberatung wurde die OÖ Landesbodenuntersuchung initiiert und konzipiert, um hinsichtlich einer umweltgerechten Pflanzenproduktion (effizienter Düngereinsatz, Dünger- und Kosteneinsparung durch eine ausgewogene Nährstoffversorgung, optimale Humusgehalte und Säuregrade der Böden) die Landwirte auf Basis von Fakten gezielt beraten zu können. Um für die Landwirte einen Anreiz zu schaffen, beteiligte sich das Land OÖ mit € 30,- pro Betrieb, das entsprach in etwa der Übernahme der Kosten für ca. 2 Analysen. Die Untersuchungskosten für weitere im Rahmen des Projektes gewünschte Bodenproben waren von den jeweiligen Landwirten zu tragen. Es waren aber mindestens 4 Bodenproben je Betrieb durchzuführen. Dafür erklärten sich die Nutzungsberechtigten bereit, dass die Ergebnisse betriebsspezifisch mit den INVEKOS-Daten aufbereitet und ausgewertet werden können. Zugleich wurde vereinbart, dass nur Auswertungen auf Haupt- und Kleinproduktionsebene vorgenommen werden, um die Anonymität zu wahren. Aufgrund der hohen Probenzahlen bei der Landesbodenuntersuchung OÖ im Jahr 2009, wobei bei allen Proben zusätzlich auch der Humusgehalt bestimmt wurde, konnte mittels der über 17.000 Datensätze nach geeigneter Aufbereitung (Verknüpfung mit betrieblichen Daten mittels INVEKOS) als Zusatznutzen die Evaluierung von ÖPUL-Maßnahmen hinsichtlich der Effekte auf die Bodenparameter erfolgen.

### **Material und Methode**

Die Beprobungen wurden von den Landwirten entsprechend den einschlägigen Anleitungen gemäß ÖNORM L 1055 und 1056 durchgeführt: Die Beprobungstiefe war auf Ackerland bis 25 cm, auf Grünland bis 10 cm; der Boden von mindestens 25 Einstiche pro Feldstück wurde zu einer homogenen Mischprobe vereinigt. In den Untersuchungslabors der CEWE Nußbach und der AGES in Wien wurden die Proben entsprechend der einschlägigen ÖNORM-Vorschriften getrocknet und homogenisiert und nach den in den Richtlinien für die sachgerechte Düngung genannten Verfahren (pH-Wert nach ÖNORM L 1083; Humusgehalt nach ÖNORM L 1080 –trockene Verbrennung; pflanzenverfügbare P- und K-Gehalte nach ÖNORM L 1087) untersucht. Alle Bewertungen der Bodenparameter erfolgen entsprechend den Richtlinien für die sachgerechte Düngung des Fachbeirates für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz des BMLFUW (6. Auflage, 2006). Die Bodendaten wurden mit den einzelbetrieblichen INVEKOS-Daten (Betriebsgröße, Tierbesatz, Anbauflächen der Ackerkulturen, Teilnahme an ÖPUL-Maßnahmen) verknüpft. Für die Auswertungen wurde angenommen, dass die ausgewählten beprobten Schläge für den Betrieb repräsentativ sind; jeder Bodenprobe eines Betriebes wurde daher dieselben einzelbetrieblichen Durchschnittswerte zugeordnet.

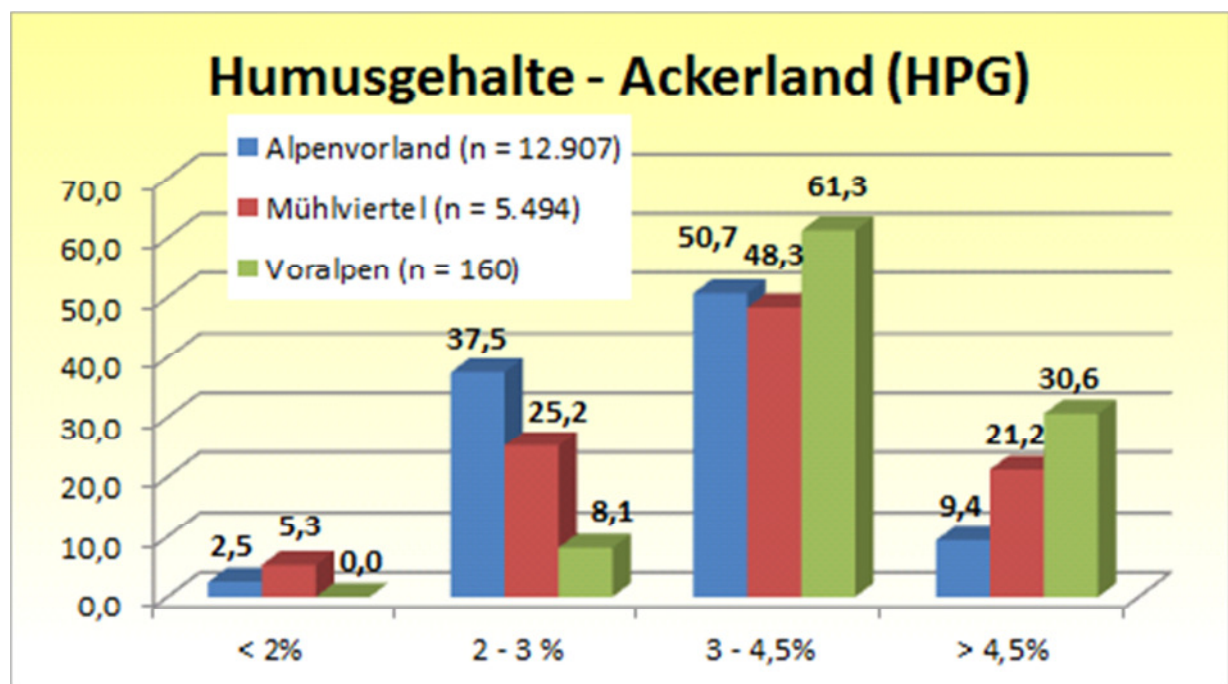
Durchaus relevante Standortparameter der Bodenqualität (wie z.B. Bodenart und -form), betriebsspezifische Bewirtschaftungskriterien (Ausmaß der Zukaufs an Dünger und Kraftfutter, Kalkung, Leistungsniveau der Tiere) sowie die innerhalb eines Betriebes möglicherweise unterschiedliche Bewirtschaftung der Flächen können nicht differenziert werden. Trotz dieser Einschränkung erreichen die Datensätze eine Informationsdichte, die bislang von österreichischen Bodendaten nicht vorlag.

Für die statistische Auswertung kam das Programm IBM SPSS.Statistics 20.0. zur Anwendung. Für deskriptive Statistiken zur Ermittlung von Perzentilen (z.B. Median, Quartile), Mittelwert und Standardabweichung wurde das Verfahren „Frequencies“ herangezogen. Für die varianzanalytische Auswertung sowohl der Bodenparameter als auch der betriebsspezifischen Datensätze wurde die Prozedur „General Linear Model“ verwendet.

### Ergebnisse

Wegen der hohen Bedeutung des Humusgehaltes für die Bodenqualität auf Ackerland wird zunächst dieser Parameter behandelt. Die Humusgehalte unterscheiden sich signifikant, mit dem niedrigsten Mittel im Alpenvorland von 3,27% und dem höchsten Wert in den Voralpen mit 4,87%. Die klimatischen Unterschiede, v.a. auf Grund der Höhenlage und die unterschiedlichen Kulturarten sind als wesentliche Ursachen dafür anzuführen.

Abbildung 1: Humusgehalte am Ackerland in den Hauptproduktionsgebieten



Im Alpenvorland steigt der Humusgehalt auf Ackerland mit zunehmendem GVE-Bestand von 3,17 % auf bis 3,36% und im Mühlviertel von 3,28 % auf bis zu 3,68 % an. Eine differenziertere Bewertung nach Tierkategorie lässt folgende Feststellungen zu:

Betriebe mit Schweinehaltung können nur geringfügig um 0,1% bis max. 0,2% höhere Humusgehalte im Vergleich zu den viehlosen Betrieben aufweisen. Diese Steigerungen sind jedoch nicht gleichsinnig über alle GVE-Klassen und Regionen konstant. Beim Güllesystem sind die geringen positiven Effekte hinsichtlich Humusgehalte-Steigerungen kaum nachweisbar.

Mit Rinderhaltung zeigt sich im Mühlviertel eine um mit bis zu 0,4% höher Humusgehalt , im Alpenvorland beträgt die Steigerung bis zu 0,36% im Vergleich zu den viehlosen Betrieben. Eine Ursache dafür könnte der höhere Anteil des Güllesystems im Alpenvorland in der Rinderhaltung sein. Mit zunehmendem GVE-Besatz gehen die positiven Humuseffekte wieder zurück, weil bei höherem Viehbesatz auch der Silomaisanteil in der Fruchtfolge ansteigt.

**Biologische Bewirtschaftung:** Auf **Ackerland** im Alpenvorland liegt der mittlere pH-Wert bei 6,12 und damit um 0,14 niedriger als bei konventioneller Bewirtschaftung „Konv“. Im Mühlviertel lag kein einheitlicher Trend vor, die Unterschiede waren im Bereich von 0,10 pH-Einheiten. Der Humusgehalt ist nach zumindest 9-jähriger biologischer Bewirtschaftung signifikant höher, im Alpenvorland um +0,14%, in den Mittellagen des Mühlviertels um +0,29% und in den Hochlagen um +0,28%. Diese Steigerungen sind vor allem auf den um 23% höheren Anteil an Feldfutterpflanzen und den um 20% niedrigeren Maisanteil bei „Bio“ verursacht. Die pflanzenverfügbaren Phosphorgehalte sind bei „Bio“ signifikant niedriger und liegen in der niedrigen Gehaltsstufe B: Im Alpenvorland –14 mg/kg, in den Mittellagen des Mühlviertels –9 mg/kg und in den Hochlagen –17mg/kg im Vergleich zu „Konv“. Die pflanzenverfügbaren Kalium-Gehalte sind im Alpenvorland bei „Bio“ um –35 mg/kg niedriger, im Mühlviertel ist kein einheitlicher Trend gegeben.

Auf **Grünland** sind die pflanzenverfügbaren Phosphor-Gehalte bei „Bio“ niedriger, bei einer generell niedrigen P-Versorgung aller Grünlandflächen: Im Mühlviertel –1 mg/kg, im Alpenvorland –5 mg/kg und in den Voralpen –9 mg/kg. Wegen der hohen Teilnahmerate an der Maßnahme „Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel auf Grünland“ von zumindest 50% sind bei den anderen Bodenparametern keine weiteren einheitlichen Unterschiede ersichtlich. Bei „BIO“ liegt in allen Regionen ein um etwa 0,20 bis 0,50 signifikant niedrigerer GVE-Bestand/ha vor.

Die Ackerflächen mit bzw. ohne der Maßnahme „**Umweltgerechte Bewirtschaftung**“ UBAG wiesen im Alpenvorland und Mühlviertel vergleichbare pH-Werte und Humusgehalte auf. Im Alpenvorland waren auf den Flächen ohne Teilnahme an UBAG die pflanzenverfügbaren P-CAL um 6 mg/kg und die K-CAL-Gehalte um 16 mg/kg höher, im Mühlviertel bestand kein Unterschied. Im Mühlviertel war bei UBAG-Teilnahme der Tierbestand mit 1,24 GVE/ha um 0,21 GVE/ha und im Alpenvorland mit 0,93 GVE/ha um 0,50 GVE/ha jeweils signifikant niedriger. Die höheren P- und K-CAL-Gehalte bei den Betrieben ohne UBAG-Teilnahme können teilweise auf die höheren Tierbestände zurückgeführt werden. Im Alpenvorland geht mit höherer Intensität in der Schweinehaltung die Teilnahme an UBAG wegen der Fruchtfolgeaufgabe, die den Getreide- und Maisanteil limitiert, zurück.

Für die Bewertung der Maßnahme „**Begrünung auf Ackerflächen**“ hinsichtlich der Effekte auf die Bodenparameter standen mit einem Anteil von 5% verhältnismäßig wenige Proben von Betrieben, die nicht an der Begrünungsmaßnahme teilnahmen, als Referenz zur Verfügung. Die Humusgehalte der Betriebe ohne Begrünung waren im Alpenvorland und Mühlviertel höher. Aus den Bewirtschaftungsdaten geht hervor, dass die Betriebe, die nicht an dieser Maßnahme teilnahmen, eine geringere Ackerfläche aufweisen, im Mühlviertel nur 6 ha gegenüber 14 ha und im Alpenvorland 15 ha gegenüber 27 ha. Werden nur Betriebe mit etwa gleich großer Ackerfläche in der Auswertung berücksichtigt, weisen in 2 Kleinproduktionsgebieten im Alpenvorland die Ackerflächen mit Begrünung um +0,17% bzw. +0,38% höhere Humusgehalte auf: Zu dieser Erhöhung trägt neben der Begrünung wesentlich der deutlich niedrigere Maisanteil bei den Betrieben mit Teilnahme an der „Begrünungsmaßnahme“ bei. In den Mittellagen des Mühlviertels weisen die Betriebe mit Begrünung einen um 0,34% höheren Humusgehalt auf, diese Erhöhung wird primär durch den höheren Feldfutteranteil dieser Betriebe verursacht wird.

Bei höheren Mais-, Soja-, Zuckerrüben- und Kartoffelanteil sind die Teilnehmeraten an der Maßnahme **Mulch- und Direktsaat** deutlich höher. Bei den besonders erosionsgefährdeten Kulturarten wird diese Maßnahme zielgerichtet angenommen und kann dort wesentlich zum Bodenschutz hinsichtlich Erosionsverminderung beitragen. Die Daten sind jedoch weniger geeignet, Unterschiede der Bodenparameter in Abhängigkeit von Mulch- und Direktsaat zu quantifizieren. Denn bei den Betrieben ohne Mulch- und Direktsaat waren die Humusgehalte im Alpenvorland um +0,11% höher und im Mühlviertel um +0,38%. Diese Betriebe haben einen höheren Feldfutteranteil und geringeren Maisanteil. Sowohl bei der Maßnahme „Begrünung von Ackerflächen“ als auch „Mulch- und Direktsaat“ stehen eindeutig Erosionsschutz und Grundwasserschutz im Vordergrund.

## **Diskussion und Schlussfolgerungen**

Für eine generelle Einschätzung aller bodenschutzrelevanten OPUL-Maßnahmen sind Vergleichsdaten aus der Periode vor 1995 (Praxisdaten von 1991-1995 sowie die Daten der Bodenzustandsinventur OÖ 1993) heranzuziehen: Vergleiche der aktuellen Daten der Landesbodenuntersuchung, die noch um weitere Praxisdaten aus den letzten Jahren erweitert wurden, mit Datenreihen aus OÖ vor Einführung des ÖPUL 1995 zeigen folgende Entwicklungen:

Der pH-Wert liegt auf Acker- und Grünland unverändert auf einem ausreichenden Niveau. Regelmäßige Kalkgaben sind zur Aufrechterhaltung dieses Säuregrades auch in Zukunft erforderlich, weil keine relevanten Pufferkapazitäten in den Böden vorliegen.

Die Humusgehalte auf Ackerland sind im Alpenvorland um 0,24 bis 0,55% und im Mühlviertel um 0,0% bis 0,30% höher als in der Periode 1991-1995. Als plausibelster Trend erscheinen die geringeren Erhöhungen um 0,24% im Alpenvorland und gleich bleibende Humusgehalte im Mühlviertel. Auf Grünland ist kein zeitlicher Trend für den Humusgehalt ableitbar.

Die pflanzenverfügbaren Phosphorgehalte sind zumeist deutlich rückläufig: Auf Ackerland im Alpenvorland um 3 – 14 mg P-CAL/kg und im Mühlviertel um 5 – 6 mg; auf Grünland im Alpenvorland um 4 – 6 mg, in den Voralpen um 9 mg CAL-P/kg; nur auf den Mühlviertler Grünlandstandorten blieb die P-Versorgung stabil. Die Kaliumversorgung auf Ackerland blieb unverändert, auf Grünland sind tendenzielle bis deutliche Steigerungen gegeben.

Um eine fundierte Datengrundlage für die Ableitung von Entwicklungstrends des Bodenzustandes zu generieren, wird als Förderungsvoraussetzung in einer zentralen und breit angelegten Maßnahme im Österreichischen Umweltprogramm (ÖPUL) empfohlen, eine Mindestanzahl von Bodenuntersuchungen, die an die Größe der bewirtschafteten LN gekoppelt sind, vorzusehen. Dabei soll jedoch die Maßnahme so formuliert werden, dass die Daten auch betriebs- bzw. schlagbezogen für allfällige Auswertungen in anonymisierter Form zur Verfügung stehen.

## **Korrespondenz und Rückfragen zum Artikel an**

Dr. Georg Dersch  
Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES)  
Abteilung Bodengesundheit & Pflanzenernährung  
Institut für Nachhaltige Pflanzenproduktion  
Spargelfeldstraße 191  
1220 Wien  
Tel. 050 555 34120  
Fax: 050 555 34101  
E-mail: georg.dersch@ages.at