

Bodenschutz durch umweltgerechte Landwirtschaft

Andreas Baumgarten^{1*}, Georg Dersch¹, Johannes Hösch¹, Heide Spiegel¹,
Alexandra Freudenschuss² und Peter Strauss³

Zusammenfassung

Im österreichischen Programm für die umweltgerechte Landwirtschaft werden seit dem Jahr 1995 Maßnahmen gefördert, die direkt oder indirekt zu Bodenschutz beitragen. Eine Evaluierung im Hinblick auf mögliche Bodengefährdungen zeigte, dass für einige Indikatoren Verbesserungen erreicht werden konnten. Die Boden-erosion konnte verringert, der Gehalt an pflanzenverfügbaren Nährstoffen optimiert und der Humusgehalt erhöht werden. In Bezug auf die Bodenversauerung und Bodenverdichtung besteht weiterhin Bedarf für die Umsetzung entsprechender Kurativ- und Präventivmaßnahmen. Weiters können ÖPUL – Maßnahmen wesentlich zum Klima- als auch zum Grundwasserschutz beitragen.

Summary

Since 1995, the Austrian program for sustainable agriculture subsidises measures that contribute directly or indirectly to soil protection in force. An evaluation with respect to possible soil threats has shown, that for some indicators improvements could be achieved. Soil erosion could be reduced, the content of plant available nutrients optimized and the humus content increased. For soil acidification and soil compaction there is still a need for the implementation for both curative and preventive measures. Furthermore, positive effects on climate and groundwater protection have been stated.

Einleitung

Der Boden ist eine bedrohte Ressource. In seiner Multifunktionalität ist er für nahezu alle Bereiche des Lebens von wesentlicher Bedeutung, dennoch ist ein nachhaltiger Umgang mit diesem nicht erneuerbaren Gut noch immer nicht selbstverständlich.

Im Jahr 2006 wurde von der EU-Kommission eine thematische Strategie zum Bodenschutz publiziert, an deren Entwicklung auch österreichische Experten einen maßgeblichen Anteil hatten. Hier wurden erstmals explizit alle Bodenfunktionen, aber auch die Bedrohungen für den Boden genannt. Die Länder in der EU wurden aufgefordert, sich den Herausforderungen eines aktiven Bodenschutzes zu stellen.

In Österreich gehört der Bodenschutz in den Verantwortungsbereich der Bundesländer, die zum Teil durch entsprechende Gesetze und Verordnungen die Rahmenbedingungen für einen schonenden Umgang mit dem Boden vorgeben. Allerdings sind in diesen Normen kaum konkrete Hinweise für die praktische Bewirtschaftung von Böden enthalten – die Umsetzung in der Praxis wird dadurch erschwert.

Im Österreichischen Programm für die Umweltgerechte Landwirtschaft (ÖPUL) werden nun bereits seit dem Jahr 1995 Maßnahmen gefördert, die auf eine Verbesserung des Bodenzustandes abzielen. Dazu zählen insbesondere die Förderung von Bodenbedeckung durch Zwischenfrüchte und Begrünungen, die Erhaltung des Grünlandes, Vorgaben für die Fruchtfolge, Aussaat ohne intensive vorbereitende

Bodenbearbeitung (Mulch- oder Direktsaat), die Reduktion oder der Verzicht auf Ertrag steigernde Betriebsmittel wie synthetische Dünger oder Pflanzenschutzmittel, Integrierte Produktion im Acker-, Wein-, Obst- und Gemüsebau sowie nicht zuletzt die biologische Wirtschaftsweise.

In den vergangenen Jahren wurde in zahlreichen Studien die Wirksamkeit der oben genannten Maßnahmen geprüft. Dabei wurde einerseits auf umfangreiches Datenmaterial aus Bodenuntersuchungen zurückgegriffen, andererseits wurden auch neue Untersuchungen und Studien durchgeführt. Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über die wichtigsten Ergebnisse dieser Evaluierung gegeben werden. Alle Details sind im Evaluierungsbericht des Lebensministeriums zusammengefasst (BMLFUW 2011).

Material und Methoden

Basierend auf ca. 500000 Datensätzen aus Bodenuntersuchungen sowie zusätzlichen Versuchen und Studien wurde versucht, die Auswirkung der bodenschutzrelevanten ÖPUL – Maßnahmen (*Tabelle 1*) zu evaluieren. Die Zahlen in Bezug auf die teilnehmenden Betriebe und die relevante Fläche ist in *Tabelle 1* zusammengefasst.

Aufbauend auf die in der Bodenschutzstrategie genannten Bodengefährdungen wurden folgende Themenbereiche bearbeitet:

Bodenerosion, Bodenverdichtung, Versauerung, Nährstoffversorgung, Humusgehalt, Boden und Klimaschutz sowie Boden und Grundwasserschutz

¹ Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Spargelfeldstraße 191, A-1220 WIEN

² Umweltbundesamt GmbH, Spittelauer Lände 5, A-1090 WIEN

³ Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstraße 1, A-3252 PETZENKIRCHEN

* Ansprechpartner: Dr. Andreas Baumgarten, andreas.baumgarten@ages.at



Tabelle 1: Teilnahme an bodenschutzrelevanten ÖPUL-Maßnahmen (maximale Teilnahmeraten in der Periode 2007 - 2009)

Maßnahmen (Auswahl)	teilnehmende Betriebe (gerundet)	Fläche (1.000 ha)
Biologische Wirtschaftsweise	20.000	388
Verzicht Betriebsmittel Ackerfutter u. Grünland	40.000	419
Erosionsschutz Wein	8.000	37
Begrünung von Ackerflächen	51.000	431
Mulch- und Direktsaat	15.000	137
Erhaltung und Entwicklung von Flächen für Natur- und Gewässerschutz	23.000	82
Umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünlandflächen	70.000	1.317
Integrierte (bodenschonende) Produktion Erdäpfel, Rüben, Gemüse und Erdbeeren	8.000	66
Integrierte (bodenschonende) Produktion Wein	8.000	35
Vorbeugender Boden- und Gewässerschutz	4.500	156

Quelle: INVEKOS

Tabelle 2: Reduktion des Bodenabtrags durch direkt wirksame Erosionsschutzmaßnahmen im ÖPUL im Jahr 2008 (in Tonnen/ha/Jahr) für die Bundesländer und Österreich

	BGLD	KTN	NÖ	OÖ	SBG	STK	TIR	VBG	WI	AUT
Bodenabtrag ohne ÖPUL	2,9	1,8	3,8	6,0	1,8	5,6	1,2	3,4	2,6	3,8
Reduktion durch Erosionsschutz im Obst- und Weinbau	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,3	0,2
Reduktion durch Begrünung im Ackerbau und Mulch- und Direktsaat	0,1	0,0	0,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
Bodenabtrag mit ÖPUL	2,6	1,7	3,4	5,5	1,8	4,6	1,2	3,4	2,2	3,4
Reduktion durch ÖPUL in %	10%	3%	11%	8%	0%	18%	1%	0%	13%	10%

Ergebnisse und Diskussion

Bodenerosion

Bodenerosion ist etwa seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ein Problem. Der Bodenverlust kann zu einer deutlichen Reduktion der Bodenfruchtbarkeit führen. Darüber hinaus kann es durch Vermurungen, Sedimentablagerungen, verstopfte Drainagegräben etc. auch zu Schäden in angrenzenden Flächen und Infrastrukturen kommen. Weiters werden aber auch massive Beeinträchtigungen von Gewässern, insbesondere durch den Nährstoffeintrag (Eutrophierung) verursacht. Österreichweit konnte durch die im ÖPUL-Programm direkt wirksamen Maßnahmen im Jahr 2008 eine Reduktion des Bodenabtrags durch Wassererosion in einer Höhe von 10 % erreicht werden, wobei die Ergebnisse in den einzelnen Bundesländern sehr unterschiedlich ausfielen (Tabelle 2).

Die Wirkungen durch erosionsmindernde Fruchtfolgen (mit höherem Ackerfutteranteil und geringerem Hackfruchtanteil) insbesondere in den Maßnahmen Biologische Wirtschaftsweise und ÖKO-Punkte NÖ sind nicht zur Gänze als Reduktionen in dieser Tabelle ausgewiesen.

Bodenverdichtung

Ursachen für die Entstehung von Verdichtungen sind das Befahren, Bearbeiten und Betreten der Böden zu ungeeigneten Zeitpunkten (z.B. zu hohe Feuchtigkeit). Verdichtungen führen zu einer Abnahme des Porenvolumens, insbesondere der Grobporen. Dadurch wird der gesamte Wassertransport beeinträchtigt, die Infiltration von Niederschlagswasser durch den Boden ins Grundwasser erschwert, der Oberflächenabfluss erhöht und die Bodenerosion verstärkt. Ein Gefügeschaden ist dann gegeben, wenn die Luftkapazität

weniger als 5 % beträgt und die gesättigte Wasserdurchlässigkeit geringer als $10 \text{ cm} \cdot \text{d}^{-1}$ ist.

Eine Bestandsaufnahme des Verdichtungsgrades von 30 Ackerstandorten im Produktionsgebiet Alpenvorland ergab, dass etwa ein Drittel einen kritischen Gefügestand im Bereich der Pflugsohle aufweist. Ausschlaggebend für die Einstufung in die Klasse „kritischer Gefügestand“ war meist eine sehr geringe gesättigte Wasserdurchlässigkeit. Ein unmittelbarer Einfluss von ÖPUL – Maßnahmen konnte zwar nicht nachgewiesen werden, allerdings muss davon ausgegangen werden, dass die Bodenverdichtungen aufgrund früherer Aktivitäten im Zuge der Bewirtschaftung entstanden sein könnten. Gefügeschäden sind kurzfristig kaum zu beheben, es sind daher langfristig angelegte Verbesserungsprogramme erforderlich. Als Basis dafür könnte eine Abschätzung der Verdichtungsgefährdung basierend auf Pedotransferfunktionen oder vor Ort Erhebungen sein.

Versauerung

Im feuchten Klima versauern die Böden im Verlauf der Bodenbildung und der Bewirtschaftung. Dabei handelt es sich primär um einen natürlichen Prozess. Es werden mehr saure Protonen durch Niederschläge, interne Bodenprozesse wie Bodenatmung von Bodenmikroorganismen, Bodentieren und Pflanzenwurzeln sowie durch Ammonium enthaltende Dünger eingetragen als die Böden neutralisieren können. Die basisch wirkenden Nährstoffe wie Kalzium und Magnesium werden ausgewaschen und die Puffersysteme der Böden zunehmend erschöpft: Der Boden versauert, die Bodenqualität sinkt und das Pflanzenwachstum wird zunehmend beeinträchtigt. Die Mobilität von schädlichen Schwermetallen nimmt im sauren Bereich deutlich zu.

Stärkere Versauerungstendenzen der Ackerböden sind vor allem aufgrund des sauren silikatischen Ausgangsgesteins

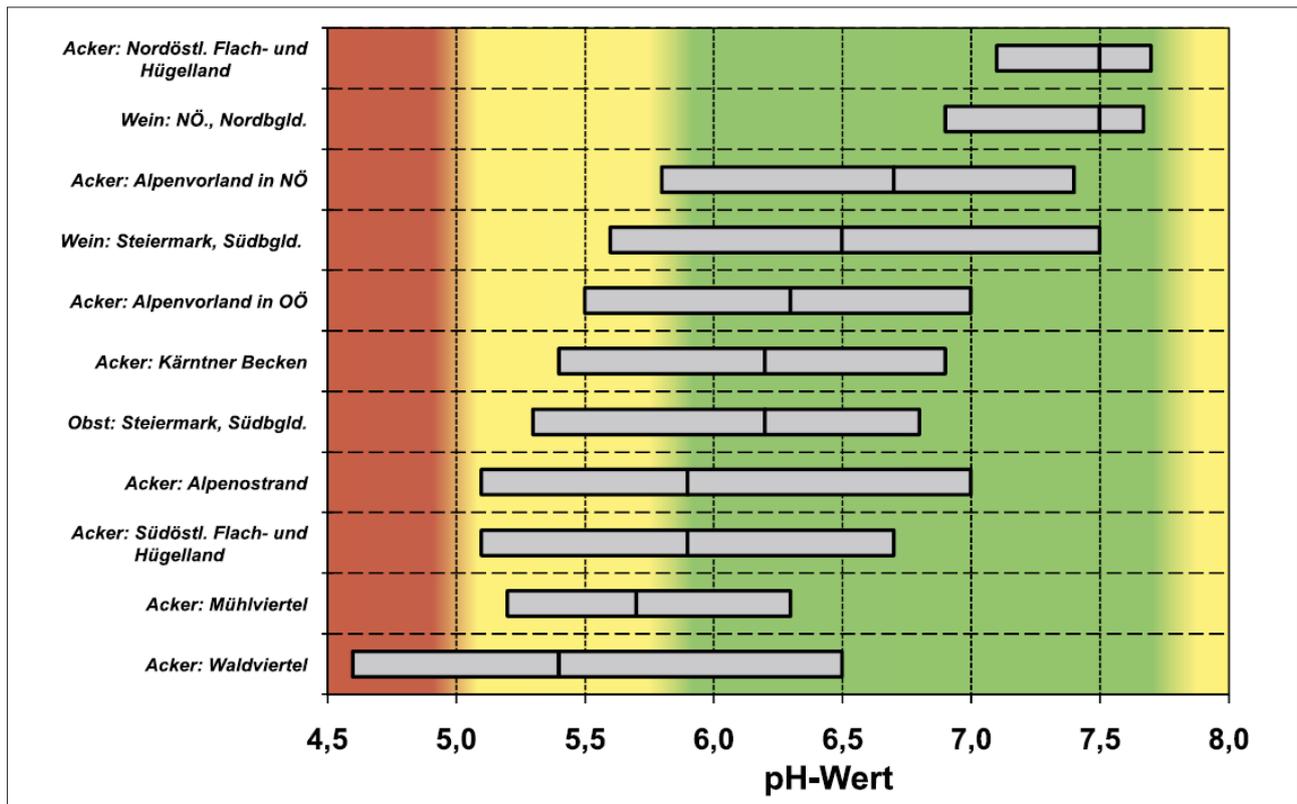


Abbildung 1: pH-Wert von Ackerland und wein- und obstbaulich genutzten Flächen

(Granit und Gneis) im Waldviertel zu bemerken (Abbildung 1). Durch den hohen Anteil säuretoleranter Kulturen wie Hafer und Roggen und den in manchen Jahren deutlich höheren Schorfbefall der Kartoffel auf den sandigen Böden bei pH-Werten > 5,5 wird traditionell wenig gekalkt: 30 % der Standorte weisen pH-Werte unter 5 auf. Unterhalb dieses pH-Wertes steigt der Anteil des für die Pflanzenwurzeln toxisch wirkenden Aluminiums im Boden exponentiell an. Der Säuregrad der meisten Grünlandflächen ist als ausgewogen zu bewerten, jedoch befinden sich viele Standorte nur knapp oberhalb der kritischen Untergrenzen.

Als ausgleichende Maßnahme ist eine Ermittlung des Aufkalkungsbedarfs durch eine Bodenuntersuchung zu empfehlen, dies wurde bisher im ÖPUL nicht explizit berücksichtigt.

Nährstoffversorgung

Ausreichende pflanzenverfügbare Gehalte der Nährstoffe Phosphor (P) und Kalium (K) im Boden gehören zu den wesentlichen Voraussetzungen für das Ertragsvermögen der Böden. Im ÖPUL sind daher für Ackerkulturen mit höherem Nährstoffbedarf wie Feldgemüse, Kartoffeln und Zuckerrübe sowie für den Obst- und Weinbau verpflichtende Untersuchungen des pflanzenverfügbaren P- und K-Gehaltes vorgesehen.

Die höchsten Nährstoffgehalte liegen bei den Dauerkulturen Wein und Obst vor (Abbildungen 2 und 3), insbesondere auf den Flächen, die bereits seit mehreren Jahrzehnten derart genutzt werden. Die hohen Nährstoffvorräte im Weinbau im Nordöstlichen Flach- und Hügelland gehen deutlich

zurück – eine Folge des konsequenten Düngungsverzichts auf Basis einer Bodenuntersuchung. Vergleichsweise niedrig sind die P-Gehalte in den Weingärten im Südosten Österreichs (Abbildung 2).

Auf Ackerland weisen die Standorte im Nordöstlichen Flach- und Hügelland die höchsten Nährstoffgehalte auf: eine Folge der höheren mineralischen Düngergaben in der Vergangenheit zu den P- und K-bedürftigen Kulturen Zuckerrübe, Kartoffeln und Feldgemüse in dieser Region.

Bereits deutlich niedrigerer, jedoch überwiegend im ausreichenden Bereich, sind die Nährstoffvorräte in den weiteren großen Ackerbauregionen im Südöstlichen Flach- und Hügelland, im Alpenvorland und im Kärntner Becken. In den alpinen Randlagen (Alpenostrand, Voralpen), wo die Ackernutzung eine geringere Bedeutung hat, liegen die Mediane der Phosphorgehalte bereits unterhalb der ausreichenden Stufe C. Die Mediane der Kaliumgehalte befinden sich in allen Regionen im Optimalbereich. Wegen der natürlich vorkommenden höheren Kaliumgehalte des Ausgangsgesteins im Wald- und Mühlviertel und in den Voralpen sind hier die Werte höher als in den übrigen Gebieten.

Humusgehalt

Der optimale Humusgehalt des Bodens ist eine wichtige Voraussetzung für eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion. Humus hat einerseits eine „Nährstoffwirkung“ – er kann Nährstoffe speichern und freisetzen – andererseits aber auch eine „Bodenverbessernde“ Wirkung im Hinblick auf Bodenleben, Porenverteilung und Gefügestabilität.

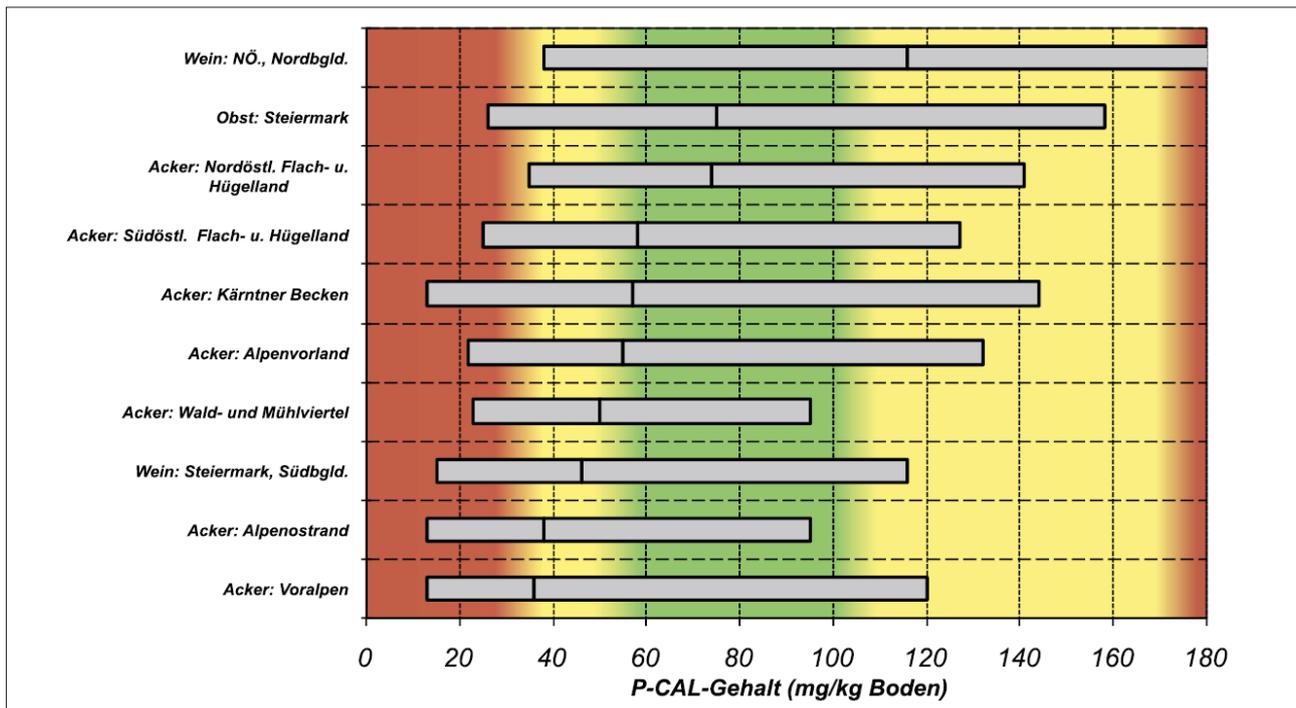


Abbildung 2: pflanzenverfügbare P – Gehalte im Ackerland und auf wein- und obstbaulich genutzten Flächen

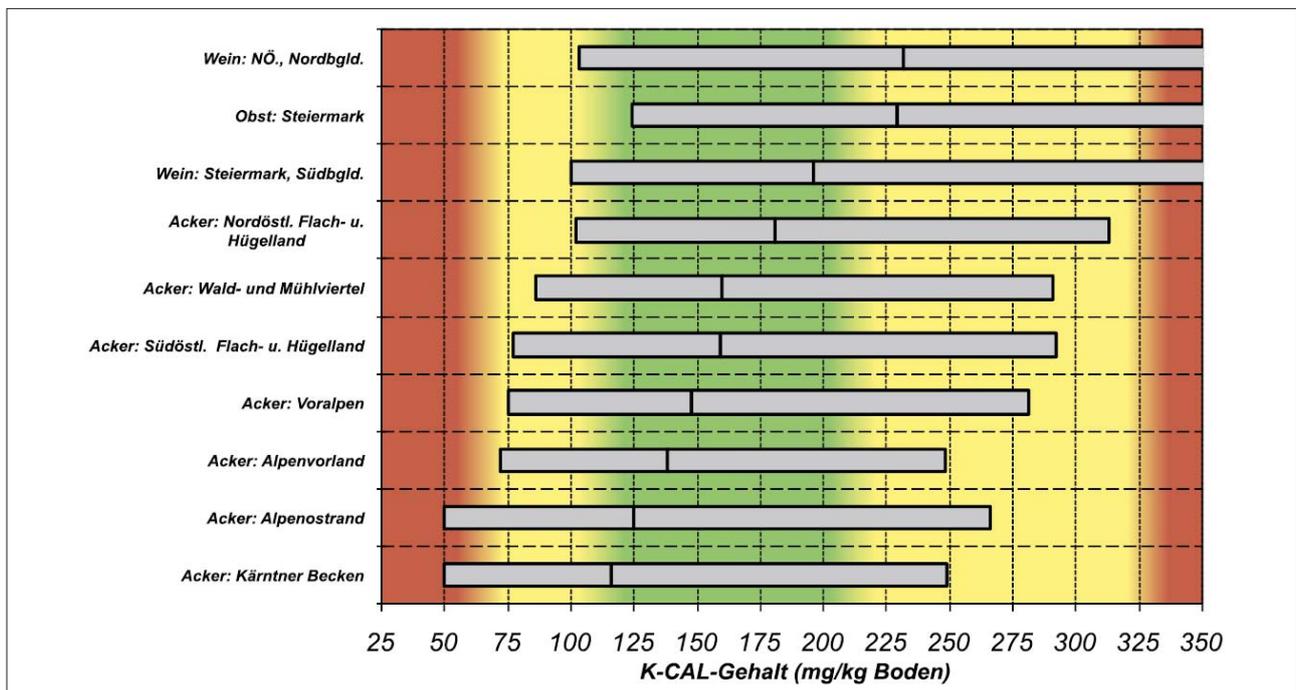


Abbildung 3: pflanzenverfügbare K – Gehalte im Ackerland und auf wein- und obstbaulich genutzten Flächen

Effekte auf den Humusgehalt durch Bewirtschaftungsänderungen sind nicht kurzfristig, sondern erst mittel- bis längerfristig feststellbar. Es wurde daher die Periode vor Einführung des ÖPUL (1991 - 1995) mit den aktuellen Daten verglichen (2006 - 2009). Dabei zeigte sich einerseits das unterschiedliche Ausgangsniveau verschiedener Regionen, das den Einfluss der Standortfaktoren deutlich widerspiegelt. Andererseits ist erkennbar, dass es in den

letzten 20 Jahren zu einer Erhöhung der Humusgehalte gekommen ist. Diese günstige Entwicklung ist sicherlich wesentlich auf ÖPUL-Maßnahmen (z. B. Begrünung von Ackerflächen, Mulch- und Direktsaat, Begrünung und Mulchen im Weinbau) zurückzuführen. Hinzuweisen ist auch darauf, dass 1993 das Verbot des Strohverbrennens in Kraft trat und zudem seither die Böden tendenziell weniger intensiv bearbeitet werden.

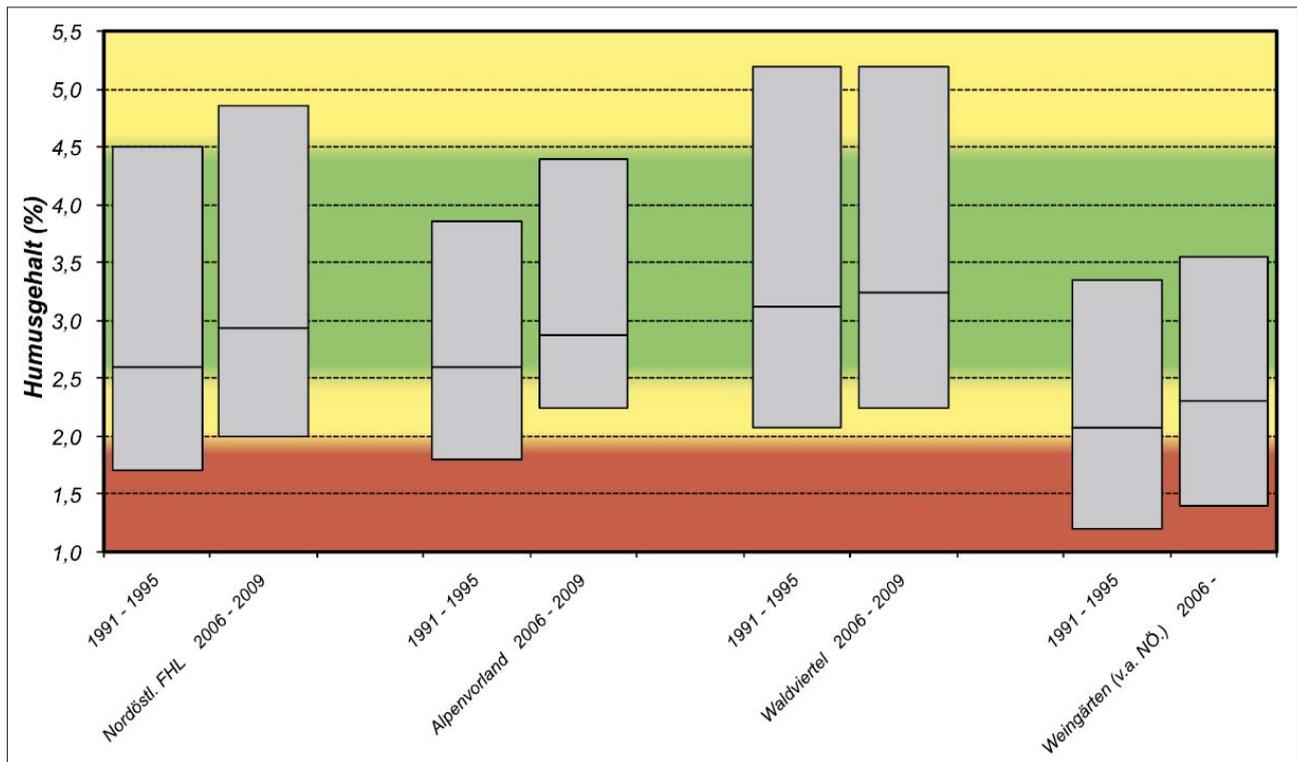


Abbildung 4: Entwicklung der Humusgehalte auf Ackerland und in Weingärten in ausgewählten Regionen von 1991 - 1995 bis 2006 - 2009

Boden und Klimaschutz

Böden spielen eine wichtige Rolle für den Klimaschutz, da in ihnen enorme Mengen an organischem Kohlenstoff gebunden sind. Es kann davon ausgegangen werden, dass Maßnahmen zur Humuskonservierung oder -steigerung entsprechend positiv wirken. Die Ergebnisse der Humusbilanzen für drei unterschiedliche Varianten der Humusumsetzung zeigen, dass eine biologische Bewirtschaftung und der Verzicht auf ertragssteigernde Betriebsmittel auf Ackerflächen den Humusgehalt positiv beeinflussen. Beide Maßnahmen sind humusschonend, zum Teil auch humusaufbauend und leisten somit einen Beitrag zum Klimaschutz.

Um erstmals die Änderungen des Kohlenstoffgehalts in Ackerböden Österreichs trotz vieler Unsicherheiten zu ermitteln, wurden Faktoren für die Boden-Bewirtschaftungsmaßnahmen abgeleitet und den ÖPUL-Maßnahmen entsprechend national hochgerechnet: Im Jahr 2007 wurden ungefähr 221.000 Tonnen an Kohlendioxid in Österreichs Ackerböden gebunden, das entspricht einer durchschnittlichen Kohlenstoffbindung von 43 kg pro Hektar und Jahr oder 3 % der Gesamtemissionen aus dem Sektor Landwirtschaft.

Die Lachgas-Emissionen aus der Landwirtschaft machen etwa 48 % der gesamten Treibhausgasemissionen dieses Sektors aus. Sie resultieren aus der direkten Aufbringungsmenge von organischem und mineralischem Dünger sowie den Stickstoffumsätzen in Böden (z. B. Mineralisierung). Effektiver und zielgerichteter Düngereinsatz sind daher wichtige Klimaschutzmaßnahmen.

Um die Reduktion von Lachgas-Emissionen durch die ÖPUL-Maßnahmen abschätzen zu können, wurden Referenzszenarien angenommen, die eine Situation ohne ÖPUL-Maßnahmen unterstellen. Die damit ermittelte Reduktion der Lachgasmenge entspricht 0,5 bis 2,4 % der Gesamtemissionen (CO_2 -Äquivalente) aus der Landwirtschaft.

Boden und Grundwasserschutz

Neben der unmittelbaren Wasserspeicher- und Wasserleitfähigkeit des Bodens hat das Bodenmanagement (Bodenbearbeitung, Bodenbedeckung, Düngung) großen Einfluss auf die Menge und die Qualität des neugebildeten Grundwassers. Vor allem die Begrünung von Ackerflächen vermindert die Nitratversickerung in den Untergrund: Entscheidend für diesen Effekt sind der zeitgerechte Anbau, eine hohe Aufwuchsmenge und die damit einhergehende hohe Stickstoffaufnahme durch die Begrünungspflanzen. Die verminderten N-Düngegaben bei vielen Maßnahmen tragen auch zur Verringerung von N-Überschüssen bei und führen zu einer Verringerung der Nitratauswaschung. Entscheidend für den Effekt im Grundwasserkörper ist die Akzeptanz und Teilnahmequote an den ÖPUL-Maßnahmen, die jedoch regional unterschiedlich ist: Im Zeitraum 2004 bis 2007 lag die Beteiligung in Niederösterreich bei ca. 90 % der Betriebe, in Oberösterreich zwischen 70 % und 80 % und in der Steiermark bei 20 % bis 30 %.

Die Effektivität von Gewässerrandstreifen zum Schutz von Oberflächengewässern, eine weitere im ÖPUL geförderte Aktivität, war einerseits durch eine sehr hohe potenzielle

Schutzwirkung hinsichtlich einer Reduktion von Boden- bzw. Nährstoffeinträgen in Gewässer geprägt. Andererseits war jedoch die Teilnahmequote für diese Maßnahme gering. Letztendlich war daher keine nennenswerte Schutzwirkung für Oberflächengewässer gegeben.

Literatur

BMLFUW, 2011: Halbzeitevaluierungsbericht 2010 des Programms LE 07-13. http://www.lebensministerium.at/land/laendl_entwicklung/evaluierung/le_berichte/eval.html