



Status der Bodenqualität auf repräsentativen Acker- und Grünlandstandorten Oberösterreichs in Beziehung zu den ÖPUL-Maßnahmen

Institut für Bodengesundheit und Pflanzenernährung

Bereich Landwirtschaft

in Zusammenarbeit mit der

Bodenschutzberatung der Landwirtschaftskammer Oberösterreich

Erstellt für das

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

laut

BMLFUW-LE.1.3.7/0029-II/5/2008

Wien, im April 2010

MIT UNTERSTÜTZUNG VON BUND, LÄNDERN UND EUROPÄISCHER UNION



Europäischer Landwirtschaftsfonds
für die Entwicklung des ländlichen
Raums: Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.



lebensministerium.at

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung.....	3
1.1	Zielsetzung.....	3
1.2	Analyseumfang.....	3
2	Herkunft der Bodenproben nach Produktionsgebieten, Kulturartenanteilen, Viehbestand und ÖPUL-Maßnahmen.....	6
2.1	Bodenproben von Ackerstandorten.....	6
2.2	Bodenproben von Grünlandstandorten.....	10
3	Bewertung von pH-Wert, Humusgehalt und N-Mineralisierungspotential nach den Richtlinien für die sachgerechte Düngung, 6.Auflage.....	12
3.1	Anzustrebender pH-Wert auf Ackerstandorten in Abhängigkeit von der Bodenschwere.....	12
3.2	Anzustrebender pH-Wert auf Grünlandstandorten in Abhängigkeit von der Bodenschwere.....	15
3.3	Optimaler Humusgehaltsbereich in Abhängigkeit von der Bodenschwere.....	16
3.4	Bewertung des N-Nachlieferungspotentials auf Ackerstandorten.....	18
4	Ergebnisse der Bodenuntersuchungen.....	22
4.1	Überblick der Gehaltsklassen bei pflanzenverfügbarem Phosphor, Kalium und Magnesium.....	22
4.2	Beziehungen zwischen Gesamt-Phosphor-, pflanzenverfügbarem Phosphor-Gehalt und Humus auf Acker und Grünland.....	23
4.3	Übersicht der Bodenparameter auf Ackerland in den HPG Alpenvorland (konventionell und biologische Bewirtschaftung) und im Mühlviertel.....	25
4.4	Einfluss der Tierhaltungsintensität auf die Bodenparameter auf Ackerland in den HPG Alpenvorland (konventionell und biologische Bewirtschaftung) und im Mühlviertel...	27
4.5	Übersicht der Bodenparameter auf Ackerland (konventionelle Bewirtschaftung) nach ausgewählten Kleinproduktionsgebieten.....	31
4.6	Übersicht der Bodenparameter auf Grünland in den HPG Alpenvorland, Voralpen und Mühlviertel (konventionell und biologische Bewirtschaftung).....	33
5	Diskussion und Zusammenfassung.....	35
6	Tabellenverzeichnis.....	37
7	Abbildungsverzeichnis.....	38

1 Einleitung

Die Bodenschutzberatung führte in den Jahren 2005 und 2006 mit Betrieben der Arbeitskreise Ackerbau und Milchproduktion ein umfangreiches Bodenuntersuchungsprojekt auf Acker- und Grünlandflächen durch. Die regionalen Schwerpunkte dabei lagen im Oberösterreichischen Zentralraum und im Mühlviertel. Zur Verdichtung der Datengrundlage wurde im Jahr 2008 in Kooperation mit den Teilnehmern der Meisterkurse in den Bezirken Schärding, Braunau und Grieskirchen (primär von Ackerflächen, aber auch von Grünlandflächen) und mit einer Projektgruppe der BBK Braunau (primär von Grünlandflächen, aber auch von Ackerflächen) Bodenproben entnommen und analysiert. Im Gegensatz zu den Arbeitskreisbetrieben (Betriebe mit eher gehobener Bewirtschaftung) im Ausgangsprojekt sollen hier auch Betriebe mit einer möglichst repräsentativen Streuung der Intensität eingebunden werden.

1.1 Zielsetzung

Es soll durch Bodenuntersuchungen erfasst werden, in welchem Bereich (Versorgungsstufe A, B, C, D oder E) die in Oberösterreich genutzten Acker- und Grünlandflächen mit Nährstoffen versorgt sind. Einer ausreichenden Bodenversorgung mit P, K, Mg und Spurenelementen kommt wiederum eine größere Bedeutung zu. Die gewonnenen Erkenntnisse werden einerseits verstärkt in die Beratungstätigkeit der Bodenschutzberatung einfließen. Andererseits ist der gesamte Datensatz eine relevante Argumentationsgrundlage im Hinblick auf eventuelle Vorgaben der seit längerem diskutierten EU-Bodenrahmen-Richtlinie. Gerade auf eine ausgewogene Nährstoffversorgung, ausreichende bzw. optimale Humusgehalte und pH-Gehalte sollen hierbei besonders Bedacht genommen werden. Weiters können die Daten in Beziehung zur OÖ Bodenzustandsinventur gesetzt werden. Auch hinsichtlich C- und N-Gehalte der Böden könnten Aussagen getroffen werden. Diese Daten finden aus Sicht des Klimaschutzes immer wieder Beachtung. Bei einer eventuellen Folgeuntersuchung in ca. 6 Jahren könnten auch Aussagen über eine chronologische Entwicklung getätigt werden.

1.2 Analyseumfang

An diesen Bodenuntersuchungsprojekten haben sich etwa 250 Betriebe beteiligt. Von diesen Betrieben wurden von insgesamt über 1.800 Acker- und Grünlandflächen Bodenproben entnommen. Von diesen Bodenproben sind 470 Acker- und 450 Grünlandproben einer detaillierten Analyse auf Veranlassung der Bodenschutzberatung unterzogen worden, indem neben der Grunduntersuchung unten stehende Parameter analysiert worden sind. Von den weiteren jeweils etwa 450 Proben von Acker und Grünlandstandorten sind auf Veranlassung der teilnehmenden Betriebe neben der Grunduntersuchung (pH-Wert, pflanzenverfügbares P und K) vereinzelt auch weitere zusätzlicher Parameter durchgeführt worden, wie z.B. Humusgehalt.

Untersuchungsparameter Grünland:

- pH in CaCl₂
- Humusgehalt in %, trockene Verbrennung
- Gesamtstickstoffgehalt in %
- C/N-Verhältnis
- Ton nach der Aräometermethode in %

- Phosphor im CAL-Extrakt in mg/1.000 g
- Kalium im CAL-Extrakt in mg/1.000 g
- Magnesium im CaCl₂-Extrakt in mg/1.000 g
- wasserlöslicher Phosphor, Extraktionsverhältnis 1 + 20 in mg/1.000 g
- Phosphor im Königswasserextrakt in g/1.000 g
- Kalium im Königswasserextrakt g/1.000 g
- Calcium im Königswasserextrakt
- Magnesium im Königswasserextrakt
- Eisen im EDTA-Extrakt in mg/1.000 g
- Mangan im EDTA-Extrakt in mg/1.000 g
- Kupfer im EDTA-Extrakt in mg/1.000 g
- Zink im EDTA-Extrakt in mg/1.000 g
- Bor im Ammoniumsulfat/-acetat-Extrakt in mg/1.000 g

Untersuchungsparameter Ackerland:

- pH in CaCl₂
- pH in Calciumacetat (Kalkbedarfsermittlung)
- Humusgehalt, trockene Verbrennung in %
- Gesamtstickstoffgehalt in %
- C/N-Verhältnis
- Kaliumfixierung bei K in CAL < 170 mg/1000g
- Kationen-Austauschkapazität (KAK) in cmol+/kg
- austauschbares Calcium in cmol+/kg
- austauschbares Magnesium in cmol+/kg
- austauschbares Kalium in cmol+/kg
- austauschbares Natrium in cmol+/kg
- austauschbares Eisen in cmol+/kg
- austauschbares Mangan in cmol+/kg
- austauschbares Aluminium in cmol+/kg
- austauschbare Protonen in cmol+/kg (n = 145)
- Sand in % (Korngröße <2000 µm bis 63 µm)
- Schluff in % (Korngröße <63 µm bis 2 µm)
- Ton in % (Korngröße <2 µm)
- nachlieferbarer Stickstoff in mg/kg in 7 Tagen
- Phosphor im CAL-Extrakt in mg/1.000 g
- Kalium im CAL-Extrakt in mg/1.000 g
- Mg im CaCl₂-Extrakt in mg/1.000 g
- Eisen im EDTA-Extrakt in mg/1.000 g
- Mangan im EDTA-Extrakt in mg/1.000 g
- Kupfer im EDTA-Extrakt in mg/1.000 g
- Zink im EDTA-Extrakt in mg/1.000 g
- Bor im Ammoniumsulfat/-acetat-Extrakt in mg/1.000 g
- wasserlöslicher Phosphor, Extraktionsverhältnis 1 + 20 in mg/100 g
- Phosphor im Königswasserextrakt in g/1.000 g
- Kalium im Königswasserextrakt in g/1.000 g

Weil ausreichend Datensätze mit einem hohen Umfang an untersuchten Parameter zur Verfügung stehen (hinsichtlich Nährstoffe liegt eine umfangreichere Parameterpalette vor im Vergleich zur Oberösterreichischen Bodenzustandsinventur 1994), können somit auch

Auswertungen erfolgen, ob und in welchem Umfang die anzustrebenden pH-Werte bzw. Humusgehalte in Abhängigkeit von der Bodenschwere nach den Richtlinien für die sachgerechte Düngung erreicht wurden.

Nachdem von den Betrieben die Betriebsnummer vorlag, war es weiters möglich auch die jeweiligen betriebsbezogenen INVEKOS-Daten (Betriebsgröße, Kulturarten, Viehbestand, ÖPUL-Teilnahmen) den Bodendaten gegenüberzustellen. Damit erreicht der Datensatz eine Informationsdichte, die bislang von österreichischen Bodendaten nicht vorlag. In der Regel ist von den Bodendaten nur die regionale Herkunft sowie die Nutzung (Acker, Grünland, Wein- oder Obstbau) bekannt, wobei von den meisten Bodenproben nur die Parameter pH-Wert und pflanzenverfügbares P und K untersucht werden. Bei den Daten der Bodenzustandsinventur war der Untersuchungsumfang (wegen der umfangreichen Schwermetallanalytik) höher, es wurden jedoch keine betriebsbezogenen Nutzungsdaten erhoben (z.B. Viehbestand, Kulturarten). Die aus den Projekten der oberösterreichischen Bodenschutzberatung verfügbaren Daten sind daher geeignet, einen regionalen Überblick über die Bodenqualität oberösterreichischer Standorte in Abhängigkeit von der regionalspezifischen Nutzung und den ÖPUL-Maßnahmen zu ermöglichen. Als Bezugsjahr für die INVEKOS-Daten wurde 2006 gewählt, weil die Bodendaten aus der Periode 2006 bis 2008 stammen und somit noch das ÖPUL 2000 – Programm relevant war.

2 Herkunft der Bodenproben nach Produktionsgebieten, Kulturartenanteilen, Viehbestand und ÖPUL-Maßnahmen

Von jedem teilnehmenden Betrieb wurden maximal 4 Bodenproben nach dem umfangreicher Parameterpalette untersucht, die Auswahl der Standorte und Nutzungen wurden von den Betriebsleitern getroffen. Von vielen Betrieben wurden noch weitere Proben gezogen und auf eigenen Kosten auf einige weitere Parameter untersucht. Daher ergeben sich recht unterschiedliche Anzahlen bei den untersuchten Parametern.

Auf Basis der Betriebsnummer konnte daher jeder Bodenprobe eines Betriebes die betriebsbezogenen Daten (Flächen, Kulturarten, Viehbestand, ÖPUL-Maßnahmen) zugeordnet werden. Es lässt sich daher ermitteln, welche unterschiedlichen Kulturartenverhältnisse und unterschiedliche Viehbestände und GVE-Besatz pro ha den Ergebnissen zugrunde liegen.

2.1 Bodenproben von Ackerstandorten

Die Bodenproben von den Ackerstandorten stammen überwiegend von den beiden Hauptproduktionsgebieten Alpenvorland (n=737) und Mühlviertel (n=97), vereinzelt liegen noch Proben vom Hauptproduktionsgebiet Voralpen vor, deren Anzahl ist jedoch für eine Auswertung nicht mehr repräsentativ, weil die Proben nur von ganz wenigen Betrieben stammen. Als weitere Kategorie wurde von den Proben des Alpenvorlandes die Bewirtschaftung (konventionell vs. biologisch) ausgewählt, obwohl der Datenumfang sehr unterschiedlich ist, 719 Proben konventioneller Bewirtschaftung stehen 38 Proben biologischer Bewirtschaftung gegenüber (Tabelle 1). Die Anteile der Kulturarten sind jedoch derart unterschiedlich, dass eine getrennte Darstellung angezeigt war.

Die mittlere bewirtschaftet Fläche der teilnehmenden Betriebe ist hoch, ein Hinweis, dass vor allem Bodenproben von Vollerwerbsbetrieben vorliegen. Der Anteil von Grünland ist bei den Biobetrieben im Alpenvorland mit 34% mehr als doppelt so hoch als bei den konventionellen Betrieben. Ganz wesentlich ist der Unterschied im Feldfutter-, Eiweißpflanzen-, Ölfrüchte- und Maisanteil zwischen den beiden Bewirtschaftungsformen: Hoher Mais- (29% vs. 7%) und Ölfrüchteanteil (13% vs. 4%) bei konventioneller Bewirtschaftung, hoher Feldfutter- (29% vs. 6%) und Eiweißpflanzenanteil (15% vs. 3%) bei den Biobetrieben. Bei Getreide sowie Kartoffel sind die Flächenanteile mit 40 bzw. 3% gleich. In den beteiligten konventionellen Mühlviertler Betrieben dominiert Getreide mit 47%, der Feldfutteranbau hat mit 26% einen fast so hohen Anteil wie bei den Biobetrieben im Alpenvorland, der Silomais hat mit 16% Bedeutung.

Der durchschnittliche GVE-Bestand ist bei den konventionellen Betrieben höher (1,04 GVE/ha) als im Biolandbau (0,81 GVE/ha), wo der Rinderanteil mit 55% überwiegt. Im Mühlviertel liegt der Viehbestand mit 1,28 GVE/ha im Schnitt am höchsten, hier gibt es ausschließlich Rinder. Bei den ÖPUL-Maßnahmen überwiegt die hohe Akzeptanz bei den Begrünungen, wo die meisten Betriebe in allen Regionen teilnehmen. Der Erosionsschutz hat im Alpenvorland mit etwa 15% eine höhere Bedeutung als im Mühlviertel mit nur 3%. Die Reduktionsmaßnahmen im Ackerbau wurden im Alpenvorland von den beteiligten Betrieben in etwas geringerem Umfang beansprucht als im Mühlviertel; am geringsten ist der Mais-Flächenanteil bei der Reduktion mit nur 11 bzw. 14%.

Tabelle 1: Herkunft der Bodenproben von Ackerflächen

Bodenproben von Ackerflächen	Alpenvorland		Mühlviertel
	Konv. Bew. (n=719)	Biologische Bew. (n=38)	Konv. Bew. (n=97)
LF in ha	46	46	27
Ackerfläche in ha	39	31	14
Grünland in ha	6	15	13
Anteil GL an LF in %	16	34	49
Anteil Feldfutter/Acker in %	6	29	26
Anteil Getreide/Acker in %	40	41	47
Anteil Körnermais incl. CCM/Acker in %	21	7	3
Anteil Silomais/Acker in %	8	0	16
Anteil Mais gesamt/Acker in %	29	7	19
Anteil Eiweißpfl./Acker in %	3	15	1
Anteil ZR+Kart./Acker in %	3	3	3
Anteil Ölfrüchte/Acker in %	13	4	3
Anteil Getreide+ Mais	69	48	66
Eiweißpfl.+Feldfutter/Acker in %	8	44	27
Anteil Rinder/GVE-gesamt in %	35	55	99
Anteil Schweine/GVE-gesamt in %	53	43	1
Anteil Geflügel/GVE-gesamt in %	9	0	0
Anteil Ziegen-Pferde/GVE-gesamt in %	2	1	0
GVE/ha LF	1,04	0,81	1,28
Anteil Begrünung/Ackerfläche in %	86	91	91
Anteil Erosionsschutz/Ackerfläche in %	17	14	3
Anteil Grundförderung/LF in %	71	97	99
Anteil vorbeugender GW/Ackerfläche in %	22	42	5
Anteil Red.Getr./Getreidefl.in %	44	0	75
Anteil Red.Kartoffel/Kartoffelfläche in %	23	0	11
Anteil Red.Mais/Maisfl.in %	11	0	14
Anteil Red.Ölfrüchte/Ölfrüchtefläche	42	0	76
Anteil Verzicht BM Acker/Ackerfl. in %	0	0	6

Die vielen Bodenproben von konventionell bewirtschafteten Ackerflächen lassen sich nach den relevantesten Kleinproduktionsgebieten OÖ. weiter differenzieren (siehe Tabelle 2). Denn auch im Alpenvorland gibt es regional bedeutende Unterschiede bei den Kulturarten und auch bei den Viehbeständen.

Aus dem Altheim-Obernberger Gebiet liegen 80 Bodenproben vor, die überwiegend von viehlosen Betrieben stammen, nur 37 Proben stammen von Betrieben mit Tierhaltung. Der Grünlandanteil der Betriebe ist sehr gering, was sich auch im geringen Rinderanteil von 27% am gesamten Viehbestand und am niedrigen GVE-Besatz von 0,46 pro ha im Mittel aller Proben widerspiegelt. Dementsprechend niedrig ist auch der Anteil an Feldfutter mit 2% und Eiweißpflanzen mit 1%. Es dominieren Getreide und Mais mit 37 bzw. 24%, auffällig ist der relativ sehr hohe Anteil an Ölfrüchten mit 22% und Kartoffeln incl. Rübe von 10%. In diesem Probenpool überwiegen die Flächen von intensiven Marktfruchtproduzenten.

Tabelle 2: Herkunft der Bodenproben von Ackerflächen konventioneller Bewirtschaftung nach Kleinproduktionsgebieten

Bodenproben Acker	Altheim- Oberberger		Grieskirchen- Kremsmünster		Oberes Innviertel		Oberöstr. Zentralraum		Rieder Gebiet		Mittellagen Mühlviertel						
	N	Mittel	N	Mittel	N	Mittel	N	Mittel	N	Mittel	N	Mittel					
LF in ha	80	66	185	49	41	98	39	39	162	36	33	186	47	43	82	29	31
Ackerfläche in ha	80	62	185	45	39	98	25	21	178	32	31	186	38	36	82	15	13
Grünland in ha	80	4	185	4	3	98	14	13	178	1	1	186	10	6	82	14	12
Anteil GL an LF in %	80	8	185	10	7	98	39	45	162	4	2	186	24	11	82	49	54
Anteil Feldfutter/Acker in %	80	2	185	4	0	98	18	21	162	1	0	186	7	1	82	22	26
Anteil Getreide/Acker in %	80	37	185	43	42	98	40	36	162	36	36	186	40	41	82	48	47
Anteil Körnermais incl. CCM/Acker in %	80	19	185	23	26	98	11	0	162	29	29	186	19	25	82	4	0
Anteil Silomais/Acker in %	80	5	185	7	0	98	20	19	162	1	0	186	13	3	82	17	19
Anteil Mais gesamt/Acker in %	80	24	185	29	29	98	31	31	162	30	29	186	31	32	82	21	22
Anteil Eiweißpfl./Acker in %	80	1	185	3	0	98	5	0	162	1	0	186	4	0	82	1	0
Anteil ZR+Kart./Acker in %	80	10	185	1	0	98	0	0	162	8	10	186	0	0	82	3	0
Anteil Ölfrüchte/Acker in %	80	22	185	12	14	98	6	0	162	14	14	186	12	11	82	3	0
Anteil Getreide+ Mais	80	62	185	73	73	98	70	71	162	66	68	186	72	73	82	68	72
Eiweißpfl.+Feldfutter/Acker in %	80	3	185	7	1	98	23	27	162	1	0	186	11	9	82	23	26
Anteil Rinder/GVE-gesamt	37	27	0	169	20	0	90	81	100	104	2	0	165	49	50	77	100
Anteil Schweine/GVE-gesamt	37	57	100	67	97	90	18	0	104	80	100	165	41	5	77	0	0
Anteil Geflügel/GVE-gesamt	37	16	0	169	8	0	90	0	104	17	0	165	7	0	77	0	0
Anteil Ziegen-Pferde/GVE-gesamt	37	1	0	169	5	0	90	1	104	0	0	165	3	0	77	0	0
GVE/ha LF	80	0,46	0	185	1,26	1,52	98	1,45	1,59	0,79	0,85	186	1,11	1,32	82	1,31	1,50
Anteil Begrünung/Ackerfläche	80	84	100	81	92	98	89	100	162	92	94	186	84	94	82	90	100
Anteil Erosionsschutz/Ackerfläche	80	13	18	185	21	23	98	2	162	29	28	186	14	12	82	4	0
Anteil Grundförderung/LF	80	63	95	185	59	90	85	100	162	81	91	186	71	94	82	99	100
Anteil vorbeugender GW/Ackerfläche	80	0	0	185	25	0	98	0	162	71	90	186	0	0	82	6	0
Anteil Red.Getr./Getreidefl.in %	80	21	0	180	37	0	98	66	100	53	84	184	42	0	82	79	100
Anteil Red.Kartoffel/Kartoffelfläche in %	33	45	0	24	0	0	14	0	34	47	0	28	0	0	39	15	0
Anteil Red.Mais/Maisfl.in %	68	13	0	177	0	0	89	7	139	26	0	182	12	0	74	15	0
Anteil Red.Ölfrüchte/Ölfrüchtefläche	67	47	57	104	36	0	2	0	121	55	100	65	30	0	13	76	61
Silageverzicht in bestimmten Gebieten	0	0	0	0	0	0	2	21	21	0	0	0	0	0	0	0	0
Anteil Verzicht BM Acker/Ackerfl. in %	80	0	0	185	0	0	98	0	162	0	0	186	0	0	82	0	0

Aus dem Kleinproduktionsgebiet Grieskirchen-Kremsmünster liegen 185 Proben vor, mehr als 90% mit Tierhaltung (169 Proben). In diesem Gebiet überwiegt die Schweinehaltung mit 2 Drittel, die Rinder betragen 20% der Gesamt-GVE. Der mittlere GVE-Besatz beträgt 1,26 pro ha, der Median liegt bei 1,52. Der Grünlandanteil der Betriebe liegt bei 10%. Auch der Feldfutteranteil und Eiweißpflanzenanteil mit 4 bzw. 3% ist demnach gering. Die wichtigsten Kulturarten sind Getreide mit 43 und Mais mit 29%, der Anteil von Getreide und Mais liegt mit 73% am höchsten von allen Regionen. Raps wird auf etwa 12% der Ackerfläche gebaut. Die häufigsten ÖPUL-Maßnahmen sind die Begrünungen, die Teilnehmerate von 21% der Ackerfläche am Erosionsschutz ist die 2. höchste nach dem Oö. Zentralraum. Vergleichsweise gering war die Teilnahme an den diversen Reduktionsmaßnahmen, bei Getreide 37% und bei Raps 36% der jeweiligen Fläche. Bei Mais wurde die Reduktionsmaßnahme nicht beansprucht. Die Bodenproben sind daher repräsentativ für eine Region mit hohem Viehbestand (v.a. Schweine) und hohem Maisanteil.

Die 98 Bodenproben aus dem Oberen Innviertel stammen ebenfalls zu 90% von Betrieben mit Tierhaltung, wobei dort die Rinder mit über 80% an den gesamten GVE überwiegen. Der Viehbestand liegt im Mittel bei 1,45, der Median beträgt 1,59 GVE/ha, das ist der höchste Viehbesatz der oberösterreichischen Regionen. Die Betriebe weisen einen Grünlandanteil von über 40% an der landwirtschaftlichen Nutzfläche auf. Eine bedeutende Rolle spielen weiters der Feldfutterbau mit 18% und der Eiweißpflanzenbau mit 5% der Ackerfläche. Der Maisanteil ist mit 31% hoch, es überwiegt dabei Silomais mit einem Fünftel der Ackerfläche. Der Getreideanteil liegt bei 40%, Raps spielt mit 6% nur eine untergeordnete Rolle. Die Begrünungsmaßnahme wurde von fast allen Betrieben angenommen, der Erosionsschutz hatte mit 2% keine Bedeutung. Von den Reduktionsmaßnahmen wurde nur bei Getreide in höherem Umfang (66% der Fläche) Gebrauch gemacht. Die Bodenproben sind daher typisch für eine Region mit hohem Grünlandanteil, wo die dominierende Rinderhaltung die Kulturartenverteilung auch auf Ackerland bestimmt (hoher Silomais- und Feldfutteranteil).

Aus dem Kleinproduktionsgebiet Oberösterreichischer Zentralraum liegen über 160 Proben vor, etwa 60% der beteiligten Betriebe halten Vieh, vor allem Schweine (80%), und Geflügel (17% der GVE). Die mittlere GVE-Dichte ist mit 0,79 für OÖ eher gering, der Median liegt bei 0,79 GVE/ha. Der Rinderanteil ist mit 2% sehr gering. Entsprechend sehr gering ist auch der Grünland-, der Feldfutter- sowie der Eiweißpflanzenanteil. Getreide mit 36% sowie Mais mit 30% sind die wichtigsten Ackerkulturen. Raps mit 14% sowie Rübe incl. Kartoffeln mit 8% haben eine relativ hohe Bedeutung. Auch dort ist die Begrünung die häufigste ÖPUL-Maßnahme, der Erosionsschutz wird auf 29% der Ackerfläche praktiziert. Der Maßnahme „Vorbeugender Grundwasserschutz“ hat in diesem Gebiet eine große Bedeutung. Die Teilnehmeraten an den Reduktionen bei Getreide und Ölfrüchten sind hoch, auch IP-Kartoffel wird auf fast der Hälfte der Kartoffelfläche durchgeführt. Die Bodenproben kommen zu einem größeren Anteil (60%) von Betrieben mit Schweine- und Hühnerhaltung mit mittlerem Viehbesatz, zu einem etwas kleineren Anteil von 40% von viehlosen Marktfruchtbetrieben.

Aus dem Rieder Gebiet stammen 186 Bodenproben, davon fast 90% von Betrieben mit Tierhaltung. Die Anteile an Rindern und Schweinen sind in etwa mit 49 bzw. 41 % gleich groß. Der mittlere GVE-Besatz liegt bei 1,11, der Median bei 1,32 pro ha. Etwa ein Viertel

der Betriebsflächen ist Grünland; Feldfutterbau und Eiweißpflanzen haben mit 7 bzw. 4% auf Ackerland eine gewisse Bedeutung. Getreide mit 40% und Mais mit 31%, davon 13% Silomais dominieren. Der Rapsanbau hat mit 12% denselben Anteil wie im Grieskirchen-Kremsmünster Gebiet. Von den ÖPUL-Maßnahmen hat auch dort die Begrünung die größte Bedeutung, Erosionsschutz wird auf etwa 14% der Ackerfläche praktiziert. Von den Reduktionsmaßnahmen hat Getreide mit 42% der Getreidefläche noch den relativ größten Anteil, bei den Ölfrüchten und bei Mais lag die Teilnahmequote mit 30 bzw. 12% der Acker viel niedriger.

Von den 82 Bodenproben aus den Mittellagen des Mühlviertels stammen fast 95% (77 Proben) von Betrieben mit Rinderhaltung, der mittlere GVE-Besatz liegt bei 1,31 pro ha, der Median bei 1,50. Die Betriebe weisen eine geringere Fläche (Mittel bei etwa 30 ha) als im Alpenvorland auf. Der Grünlandanteil liegt bei fast 50%. Der Feldfutteranteil an der Ackerfläche beträgt 22%, der von Getreide knapp 50%, der Maisanteil, v.a. Silomais 21%. Der Anteil von Raps bzw. Kartoffeln ist mit je 3% gering. Bei den ÖPUL-Maßnahmen wird vor allem die Begrünung durchgeführt, sehr hoch ist auch der Anteil an der Reduktion Getreide mit fast 80% der Getreidefläche, bei Mais liegt der Reduktionsanteil bei 15%. Die nur sehr geringe Rapsfläche wurde zu drei Viertel entsprechend der Reduktions-Maßnahme bewirtschaftet. Die Bodenproben aus diesem Gebiet stammen von durchwegs repräsentativen rinderhaltenden Betrieben mit entsprechendem Feldfutter- und Silomaisanteil.

2.2 Bodenproben von Grünlandstandorten

Auch von den insgesamt 943 Bodenproben vom Grünland stammt der größte Anteil mit 590 vom Alpenvorland. Das Mühlviertel ist mit über 300 Proben gut repräsentiert, von den Voralpen ist die Probenzahl gering. Der Anteil biologisch bewirtschafteter Flächen ist in dem Probenpool ausreichend, um dahingehend eine eigene Kategorisierung bei der Auswertung vorzunehmen (Tabelle 3). Insgesamt dürften aber Proben von Bioflächen etwas unterrepräsentiert sein, die Gründe dafür sind vielfältig und hängen mit einer gewissen Skepsis gegenüber der Bodenuntersuchung zusammen. Eine wesentliche Gemeinsamkeit bei allen Proben ist die Rinderhaltung der Betriebe, die durchwegs fast 100% des Viehbestandes ausmacht, im Alpenvorland hat vereinzelt die Pferde- und Ziegenhaltung Bedeutung. In allen 3 Hauptproduktionsgebieten ist der Viehbestand bei den konventionellen Betrieben mit 1,55 – 1,36 pro ha höher als bei den Biobetrieben mit 1,37 – 0,95; der Unterschied ist in den Voralpen am geringsten.

Die Bodenproben aus dem Alpenvorland von konventionellen Betrieben sowie die Proben aus dem Mühlviertel stammen von Betrieben mit einem Ackeranteil von über 40%, die dort angebauten Kulturarten wie Feldfutter und Silomais werden als Futtergrundlage verwendet. Bei den Proben aus dem Alpenvorland von Biobetrieben sowie von den Voralpen handelt es fast ausschließlich um reine Grünlandbetriebe mit nur sehr wenigen oder keinen Ackerflächen.

Die Grünlandflächen der konventionellen Betriebe weisen hohe Teilnahmeraten an den Grünland-relevanten ÖPUL-Maßnahmen auf: In den Voralpen wird die Maßnahme Verzicht ertragssteigernder Betriebsmittel von allen Betrieben zu 100% beansprucht, im Alpenvorland werden 76% der Flächen eingebracht. Nur im Mühlviertel hat die Maßnahme Reduktion ertragssteigernder Betriebsmittel mit 58% eine höhere Akzeptanz als die Verzichtmaßnahme mit 29% (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Herkunft der Bodenproben von Grünlandstandorten

Bodenproben von Grünlandflächen	Alpenvorland		Voralpen		Mühlviertel	
	Konv. Bew. (n=518)	Biolog. Bew. (n=72)	Konv. Bew. (n=22)	Biolog. Bew. (n=25)	Konv. Bew. (n=249)	Biolog. Bew. (n=57)
LF in ha	37	31	37	23	31	21
Ackerfläche in ha	17	6	3	1	15	11
Grünland in ha	20	24	34	22	16	11
Anteil GL an LF in %	57	81	94	97	53	49
Anteil Feldfutter/Acker in %	25	69	60	100	35	68
Anteil Getreide/Acker in %	39	28	0	0	41	27
Körnermais incl. CCM/Acker in %	3	0	0	0	0	0
Anteil Silomais/Acker in %	26	1	40	0	19	0
Anteil Mais gesamt/Acker in %	29	1	40	0	19	0
Anteil Eiweißpfl./Acker in %	3	1	0	0	2	2
Anteil ZR+Kart./Acker in %	1	1	0	0	1	1
Anteil Öfrüchte/Acker in %	4	0	0	0	2	0
Anteil Getreide+ Mais	67	28	40	0	60	27
Eiweißpfl.+Feldfutter/Acker in %	27	71	60	100	37	69
Anteil Rinder/GVE-gesamt	98	79	100	99	99	97
Anteil Schweine/GVE-gesamt	1	0	0	0	1	1
Anteil Geflügel/GVE-gesamt	0	0	0	0	0	0
Anteil Ziegen-Pferde/GVE-gesamt	0	21	0	0	1	2
GVE/ha LF	1,55	1,28	1,40	1,37	1,36	0,95
Anteil Begrünung/Ackerfläche	90	42	55	100	96	99
Anteil Erosionsschutz/Ackerfläche	4	0	0	0	1	0
Anteil Grundförderung/LF	95	98	100	100	99	100
Anteil vorbeugender GW/Ackerfläche	3	0	0	0	0	0
Anteil Reduktion /GL in %	16	0	0	0	58	0
Anteil Verzicht/GL in %	76	0	100	0	29	0
Summe Anteil Red.+Verzicht/GL in %	91	0	100	0	87	0

3 Bewertung von pH-Wert, Humusgehalt und N-Mineralisierungspotential nach den Richtlinien für die sachgerechte Düngung, 6.Auflage

In den Richtlinien für die sachgerechte Düngung ist in Tabelle 6, S. 13 für Acker und Grünland je nach Bodenschwere der anzustrebende pH-Wert angegeben, der zumindest erreicht werden soll: Für leichte Böden 5,0 (GL) und 5,5 (Acker), für mittlere Böden 5,5 (GL) und 6,0 (Acker) und für schwere Standorte 6,0 (GL) und 6,5 (Acker). Weil in diesem Datenpool nicht nur der pH-Wert, sondern auch die Bodenschwere von etwa der Hälfte der Proben analytisch bestimmt wurde, können die Standorte dementsprechend dargestellt und bewertet werden.

Der optimale Humusgehaltsbereich für Ackerland ist in Tabelle 4, Seite 11 in den o.g. Richtlinien für leichten Boden mit > 2,0%, für mittlere mit > 2,5% und schwere mit > 3,0% angegeben. Für die Einstufung des N-Mineralisierungspotentials von Ackerproben kann der Humusgehalt und die Anaerobe N-Mineralisation laut Tabelle 9, Seite 15 der Richtlinien herangezogen werden: Bei einem Humusgehalt kleiner 2% bzw. einer N-Mineralisation unter 35 mg N/kg und Woche wird das N-Mineralisierungspotential als niedrig eingestuft, was Zuschläge bei der N-Düngung ermöglicht. Bei einem Humusgehalt über 4,5% bzw. einer N-Mineralisation über 75 mg N/kg und Woche wird das N-Mineralisierungspotential als hoch eingestuft, wodurch Abschläge bei der N-Düngung zwischen 15 – 30% angezeigt sind.

3.1 Anzustrebender pH-Wert auf Ackerstandorten in Abhängigkeit von der Bodenschwere

Von insgesamt 436 Proben von Ackerflächen liegt neben den pH-Werten auch die Korngrößenverteilung vor; die meisten Proben werden demnach als leicht und mittel eingestuft, der Anteil schwerer Böden liegt unter 10%. In Abbildung 1 ist ersichtlich, dass stark saure und alkalische Standorte nur eine geringe Häufigkeit unter 2% bzw. unter 5% aufweisen. Der überwiegende Teil (70-90%) liegt im neutralen und schwach sauren Reaktionsbereich mit pH-Werten zwischen 5,5 bis 7,2. Die Verteilung zeigt weiters, dass die schweren Böden etwas höhere pH-Werte aufweisen (Median 6,6), gefolgt von den mittleren Böden (Median 6,5); die leichten Böden haben deutlich niedrigere Werte (Median 6,0).

Wenn man die anzustrebenden pH-Werte unter Berücksichtigung der Messunsicherheit von 0,2 pH-Einheiten in der Verteilung je nach Bodenschwere markiert (Abbildung 1), lässt sich ablesen, dass 17% der leichten Böden (blaue Linie), 21% der mittleren (schwarze Linie) und 35% der schweren Standorte (grüne Linie) einen zu sauren pH aufweisen; bei entsprechender Gewichtung der Bodenschwereklassen haben daher 20% der Standorte eine Aufkalkungsbedarf. Bei den Proben, für die keine analytische Bestimmung der Bodenschwere vorliegt, liegen ebenfalls knapp 20% unterhalb des pH-Wertes von 5,5.

Problematisch wird die Versauerung unterhalb des pH-Wertes von 5,25 bis 5,0, weil ab diesem Bereich die „sauer wirkenden“ Kationen, insbesondere die pflanzentoxischen Aluminium-Ionen am Austauscherkomplex exponentiell zunehmen (Abbildung 2). Dieser Zusammenhang ist statisch hochsignifikant und weist eine Bestimmtheit von über 85% auf, d.h. durch den pH-Wert lassen sich 85% der Streuung der Al-Anteile erklären. Der Anteil der Ackerstandorte in diesem deutlich zu sauren pH-Bereich (< 5) liegt in OÖ bei etwa 5% (Abbildung 1).

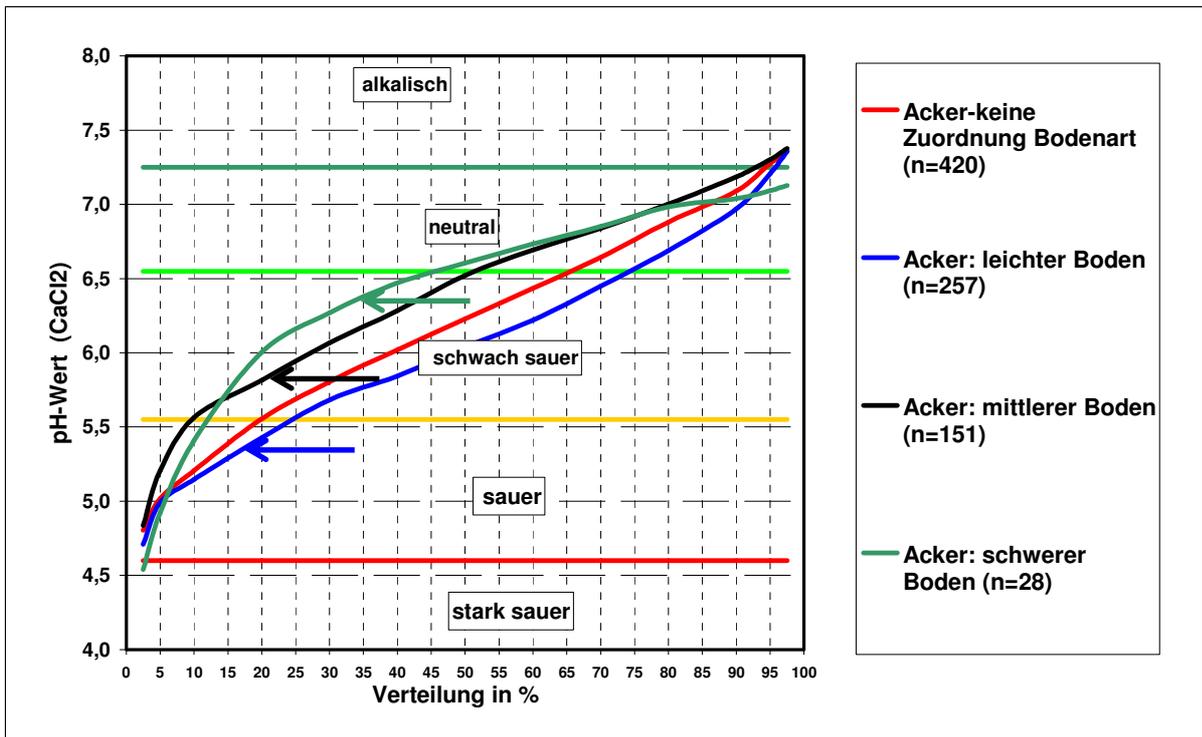


Abbildung 1: Kumulative Verteilung der pH-Werte der Ackerstandorte in Abhängigkeit von der Bodenschwere

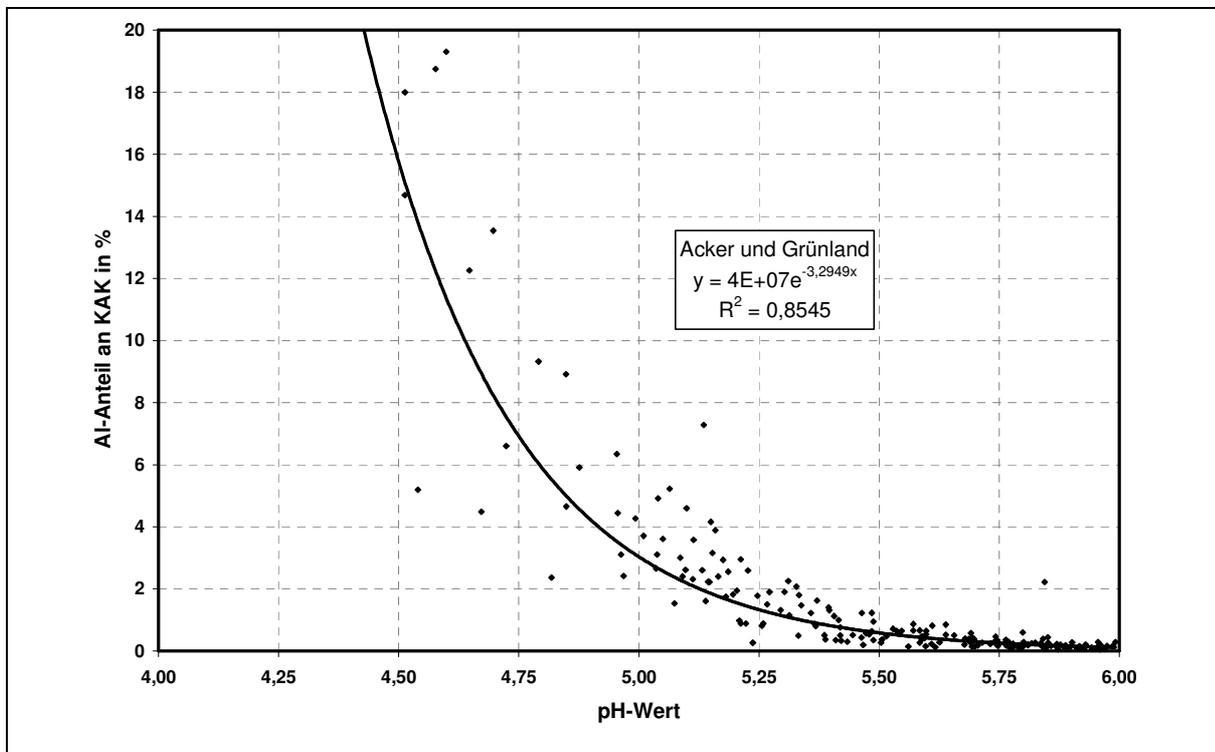


Abbildung 2: pH-Wert und Anteil des austauschbaren Aluminiums an der Kationenaustauschkapazität (KAK)

Die Austauschkapazität ist vor allem vom Ausgangsmaterial des Bodens abhängig und liegt normalerweise im Bereich zwischen 10 – 40 cmol/kg Boden. Ton- und humusreiche Böden haben eine höhere Sorptionskraft und somit eine höhere Austauschkapazität als humusarme Sandböden. Wie aus Abbildung 3 zu sehen, beeinflusst neben den genannten Faktoren auch der pH-Wert in einem nicht zu unterschätzenden Ausmaß (B = 36%) die Größe der Austauschkapazität: Die Regressionsgerade unterschreitet bei pH von 5,25 – 5,0 den unteren Wert des Normalbereiches von 10 cmol/kg. Auch mit diesen Untersuchungsdaten kann belegt werden, dass pH-Werte unter 5,0 möglichst zu vermeiden sind und ab einem pH von 6,0 in nahezu jedem Fall der Mindestnormwert nicht unterschritten wird.

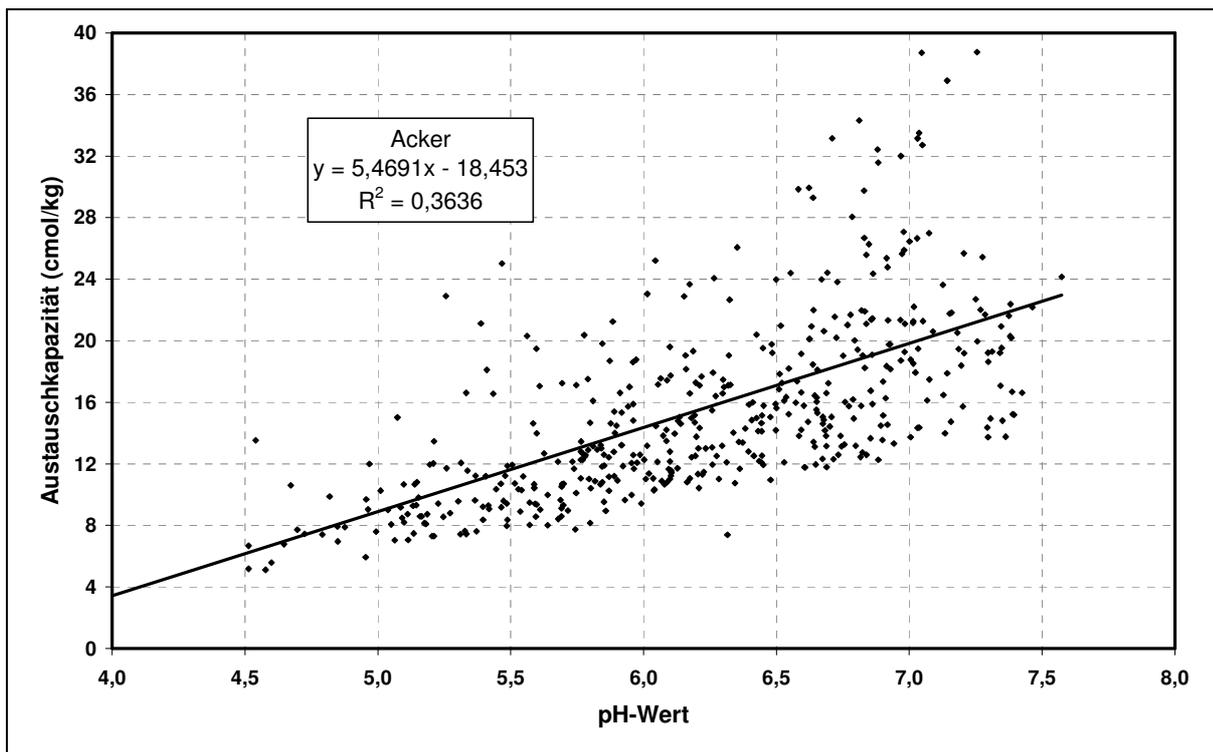


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen pH-Wert und Austauschkapazität der Ackerböden in OÖ

Die Austauschkapazität der Proben aus OÖ liegt überwiegend im oben genannten Normalbereich, die Werte der KAK konzentrieren sich hauptsächlich zwischen 10 – 20 Einheiten, was mit dem höheren Anteilen von leichten und mittleren Böden erklärt werden kann. Die Belegung des Sorptionskomplexes entspricht weitestgehend den Vorgaben entsprechend den Richtlinien für die sachgerechte Düngung mit 60 – 90 Ca, 5 -15% Mg und 2 – 5% Kalium.

3.2 Anzustrebender pH-Wert auf Grünlandstandorten in Abhängigkeit von der Bodenschwere

Die pH-Werte auf Grünland sind deutlich niedriger als auf den Ackerflächen, die Mediane liegen unabhängig von der Bodenart in einem engen Bereich von 5,6 bis 5,8. Etwa 5-10% der Proben zeigen eine neutrale Bodenreaktion, 50 – 60% weisen eine schwach saure Reaktion; stark saure Proben sind mit unter 2% sehr selten, die übrigen 30 – 40% der Proben werden als sauer eingestuft (Abbildung 4).

Wenn man die anzustrebenden pH-Werte unter Berücksichtigung der Messunsicherheit von 0,2 pH-Einheiten in der Verteilung je nach Bodenschwere markiert (Abbildung 4), lässt sich ablesen, dass 2% der leichten Böden (blaue Linie), 20% der mittleren (schwarze Linie) und 50% der schweren Standorte (grüne Linie) einen zu sauren pH aufweisen; bei entsprechender Gewichtung der Bodenschwereklassen haben daher 17-18% der Grünlandstandorte einen Aufkalkungsbedarf. Bei den Proben, für die keine analytische Bestimmung der Bodenschwere vorliegt, liegen 25% unterhalb des pH-Wertes von 5,3. Unter der Annahme, dass bei diesen Proben eine ähnliche Verteilung der Bodenschwereklassen vorliegt, dann besteht bei ca. 20% der Grünlandstandorte ein Aufkalkungsbedarf. Eine relevante Versauerungsgefährdung (pH-Werte < 5) durch Al-Toxizität (siehe Abbildung 2) liegt bei 5% der Proben vor.

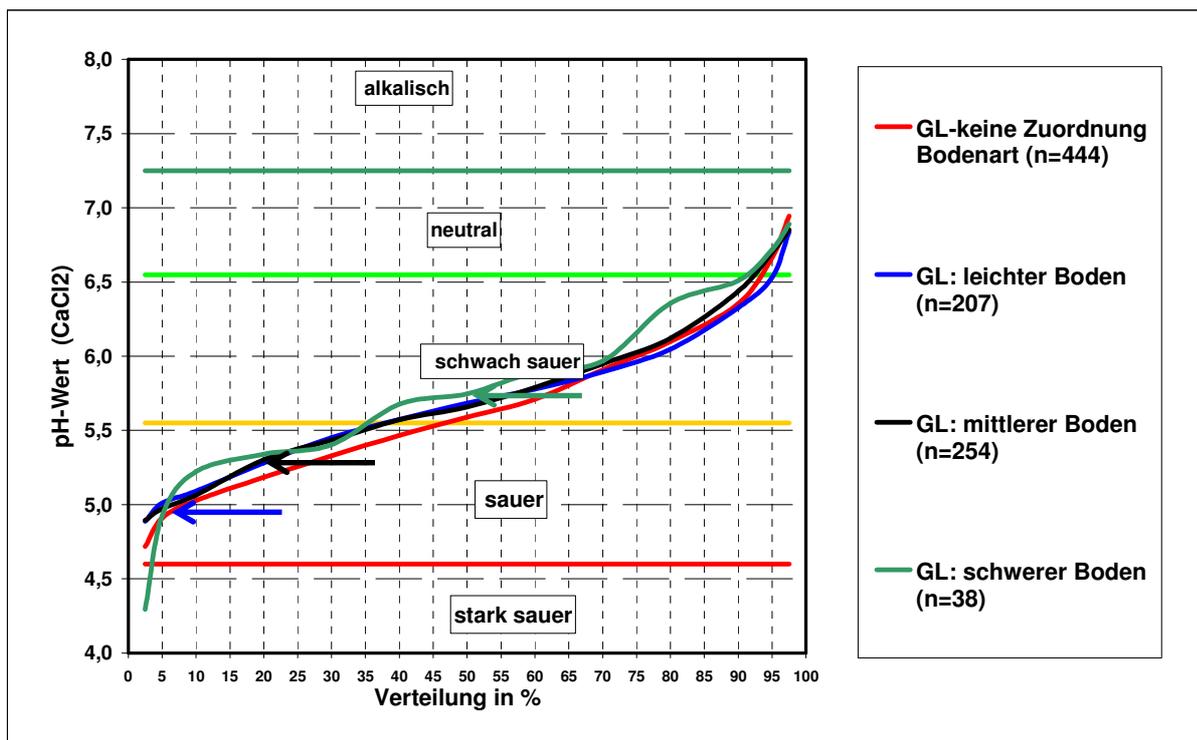


Abbildung 4: Kumulative Verteilung der pH-Werte der Grünlandstandorte in Abhängigkeit von der Bodenschwere

Von Grünlandproben wurden nur in sehr geringem Umfang auch die Kationenaustauschkapazität (KAK) bestimmt. Auch bei diesen Daten ist derselbe Zusammenhang von abnehmender KAK bei niedrigeren pH-Werten gegeben (Abbildung

5). Wegen der wesentlich höheren Humusgehalte auf Grünland ist die KAK höher als auf Ackerland, die meisten Proben liegen im Bereich von 12 – 25 cmol/kg.

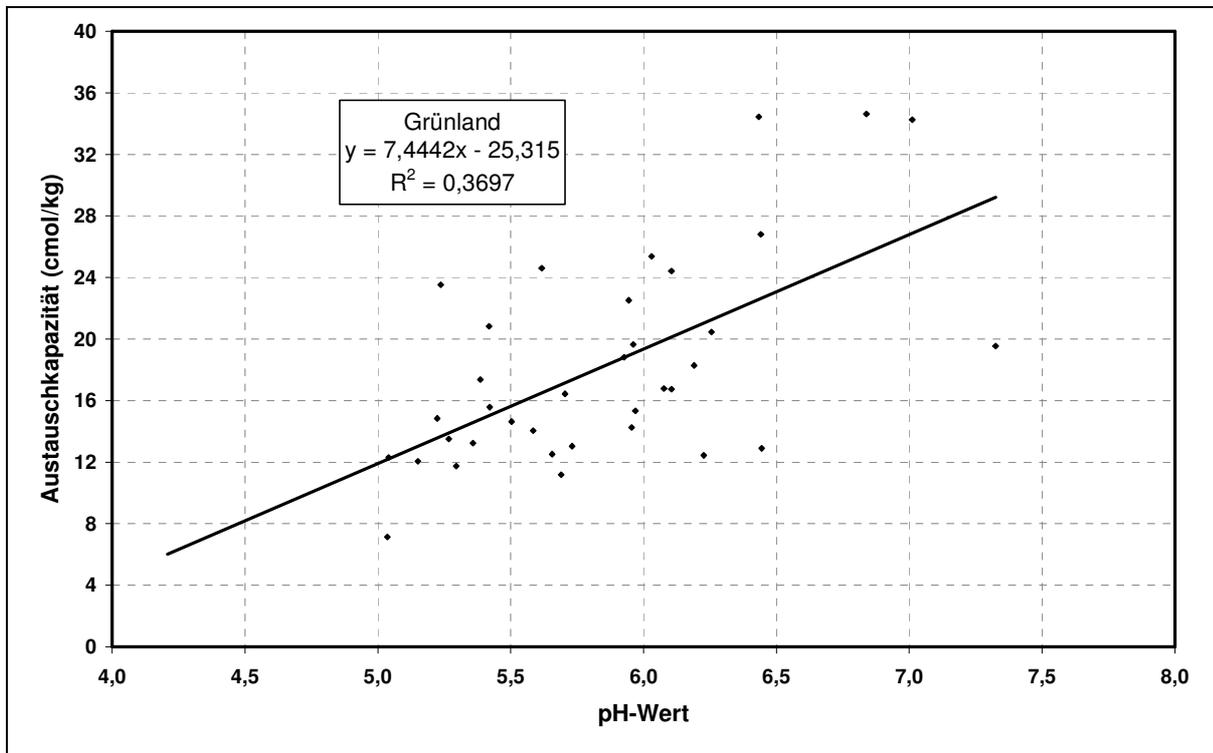


Abbildung 5: Zusammenhang zwischen pH-Wert und Austauschkapazität auf Grünland in OÖ

3.3 Optimaler Humusgehaltsbereich in Abhängigkeit von der Bodenschwere

Bei der Bewertung der Bodenqualität kommt dem Parameter Humusgehalt eine zentrale Bedeutung zu. Der Humusgehalt ist abhängig von der Bodenart, aber auch von den klimatischen Standortverhältnissen und der konkreten Bewirtschaftung (organische Düngung, Kulturarten, Bodenbearbeitungsintensität, Begrünungen). Trotz dieser vielen Einflussgrößen wurde in den Richtlinien der sachgerechten Düngung ein optimaler Mindesthumusgehalt je nach Bodenschwere als Orientierung genannt.

Alle ermittelten Humusgehalte von 553 Ackerflächen sind in Abbildung 6 enthalten. Dabei ist ersichtlich, dass schwach humose Standorte (Humus < 2%) einen Anteil von 5-8% aufweisen, der Anteil stark humoser Ackerflächen mit leichter und mittlerer Bodenschwere liegt in derselben Größenordnung bei 5 – 10%. Die vergleichsweise wenigen Proben von schweren Böden weisen deutlich höhere Gehalte auf, der Median liegt bei 3,3% im Vergleich zu 2,7 – 2,9 der übrigen Proben von leichten und mittleren Böden.

Auf eine Besonderheit ist bei der Verteilung der Humusgehalte der leichten Böden hinzuweisen: Bei dieser Bodenart liegen im niedrigeren Gehaltsbereich bis 2,8% die Humusgehalte nach Lehrbuchmeinung erwartungsgemäß unterhalb der Werte bei mittlerer Bodenschwere; jedoch weisen die leichten Böden einen höheren Anteil stark humoser Proben auf als die mittleren. Die Ursache dafür liegt in dem hohen Anteil leichter Standorte mit überdurchschnittlich hohen Humusgehalten aus dem Mühlviertel in diesem Datenpool, was bei den regionalen Auswertungen noch im Detail erörtert wird.

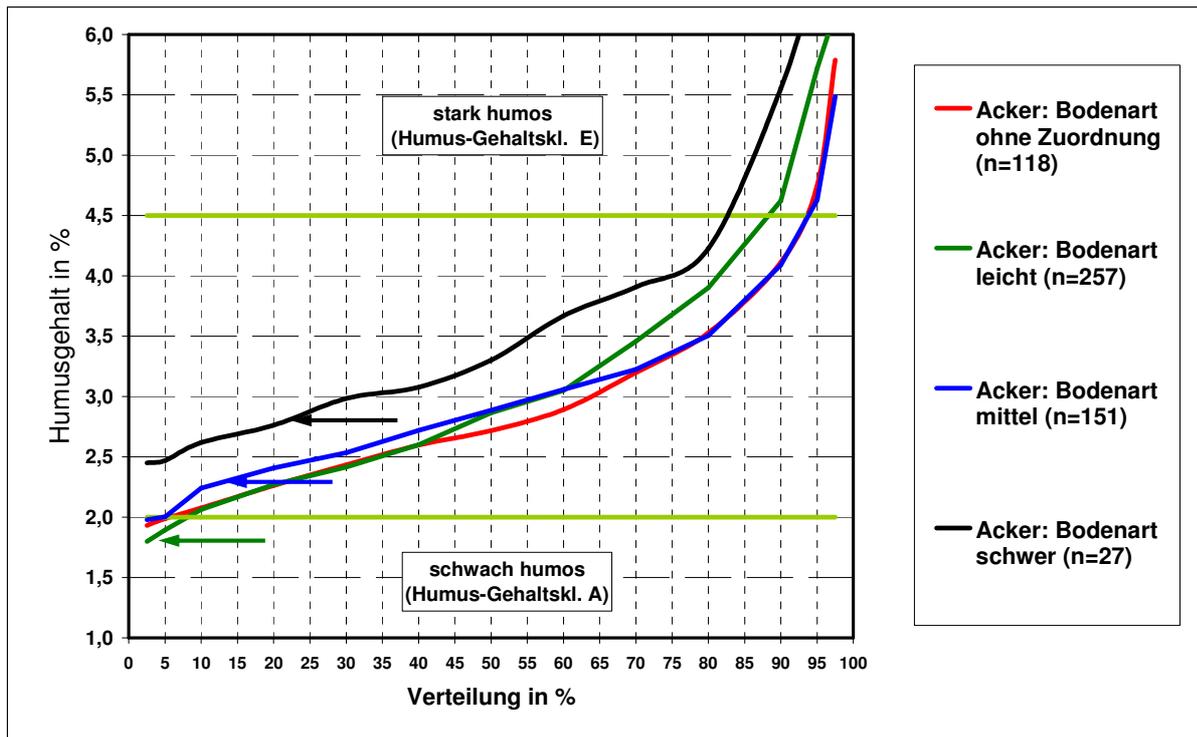


Abbildung 6: Kumulative Verteilung der Humusgehalte in Abhängigkeit von der Bodenschwere auf den Ackerstandorten in OÖ

Wenn man die anzustrebenden optimalen Mindesthumusgehalte unter Berücksichtigung der Messunsicherheit von 0,2% in der Verteilung je nach Bodenschwere markiert (Abbildung 6), lässt sich ablesen, dass 3% der leichten Böden (grüne Linie), 13% der mittleren (blaue Linie) und 22% der schweren Standorte (schwarze Linie) einen zu niedrigen Humusgehalt aufweisen; bei entsprechender Gewichtung der Bodenschwereklassen weisen daher 8% der Ackerstandorte einen zu niedrigen Humuswert auf. Bei den Proben, für die keine analytische Bestimmung der Bodenschwere vorliegt, liegen 6% unterhalb von 2% Humus bzw. 34% unterhalb von 2,5% Humus. Unter der Annahme, dass bei diesen Proben eine ähnliche Verteilung der Bodenschwereklassen vorliegt, dann erhöht sich der Anteil der Ackerbodenproben mit zu niedrigen Humusgehalten auf etwa 10%; alle übrigen Proben liegen im optimalen Humusgehaltsbereich, wenn der Gehalt über 4,5 nicht als zu hoch bewertet wird.

Für Grünland gibt es bislang in den Richtlinien keine Bewertung von optimalen Humusgehaltsbereichen. Im Rahmen dieser Auswertung wurde für Grünland ein mittlerer Bereich von 4,5 – 9% als ausreichend festgelegt. Es wurde ebenfalls die Darstellung nach Bodenschwere durchgeführt (Abbildung 7). Dabei ist ersichtlich, dass der Zusammenhang von höheren Humusgehalten mit zunehmender Bodenschwere bei Grünland nicht gegeben ist. Denn auf den schweren Böden liegen niedrigere Gehalte als auf den leichten Böden vor; es ist dabei noch stärker als bei Ackerland zu beachten, dass auf den höher gelegenen Standorten im Mühlviertel und in den Voralpen auch bei leichten Böden etwas höhere Humuswerte vorliegen als im Alpenvorland. Das dürfte sowohl mit den klimatischen Verhältnissen als auch mit der unterschiedlichen Nutzungsintensität in Zusammenhang stehen.

Auf Grünland sind die Gehalte mit Medianen zwischen 6,0 – 7,2% mehr als doppelt hoch als auf Ackerland. Ein relativ großer Anteil von 5-15% der Proben weist einen Humuswert unter 4,5 auf, zugleich haben auch 15-20% der Proben Gehalte über 9%. Weil Grünlandnutzung auch auf ungünstigeren, extremeren Standorten als Nutzung möglich ist,

wird hier keine weitere Interpretation versucht und keine Bewertung vorgenommen. Es ist auch die Dauer der Grünlandnutzung und eine allfällige vorige Nutzung als Ackerland nicht bekannt. Ausgehend von der hohen Variabilität (Abbildung 7) erscheint es prüfenswert, ob der Humusgehalt so wie bei Ackerflächen auch für die N-Nährstoffempfehlung herangezogen werden kann.

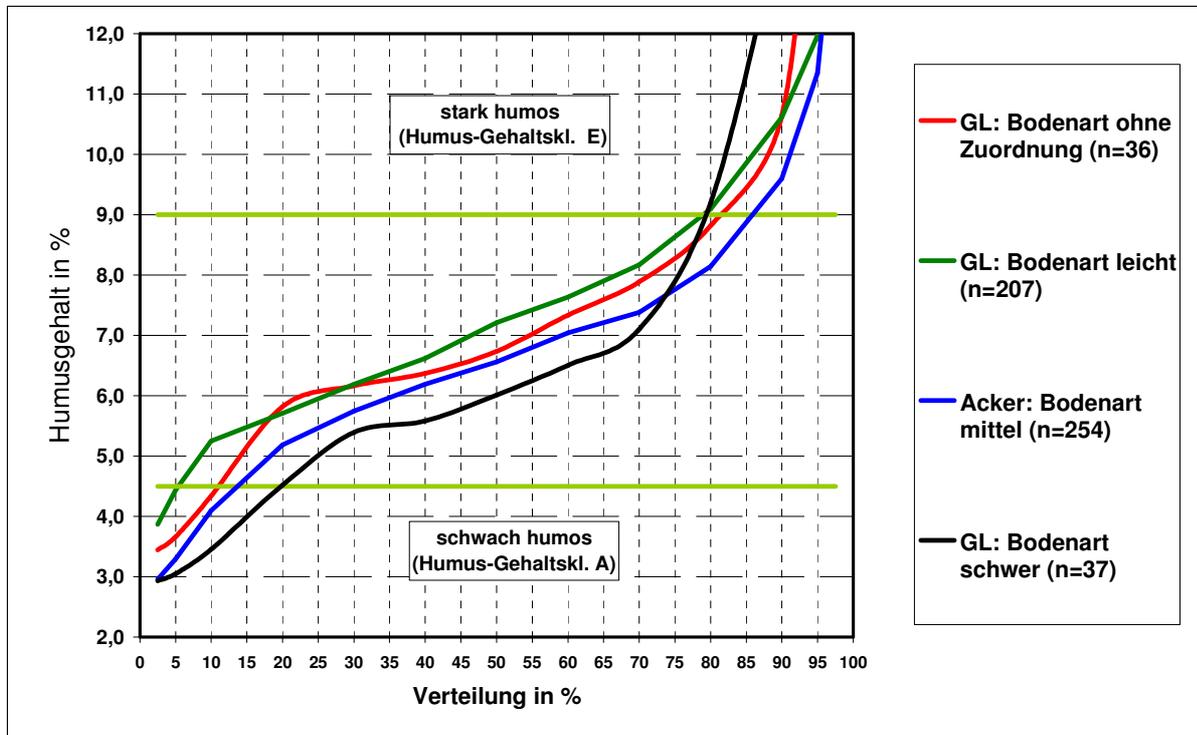


Abbildung 7: Kumulative Verteilung der Humusgehalte in Abhängigkeit von der Bodenschwere auf den Grünlandstandorten in OÖ

3.4 Bewertung des N-Nachlieferungspotentials auf Ackerstandorten

Nach den Richtlinien für die sachgerechte Düngung sind für diese Bewertung die Parameter Humusgehalt und/oder die Anaerobe Mineralisation heranzuziehen. Der Humusgehalt verändert sich an einem Standort nur langsam und spiegelt die mittel- bis langfristige Bewirtschaftung hinsichtlich des organischen Kohlenstoffs wider. Nachdem der Humusgehalt mit dem N-Gesamtgehalt des Bodens sehr eng korreliert ist (Bestimmtheitsmaß von 86,3%), wird somit der gesamte organische N-Pool für die Bewertung herangezogen (Abbildung 8).

Mit der anaeroben Mineralisation wird im Gegensatz dazu nur der nach einwöchiger Inkubation bei 40 °C tatsächlich mineralisierbare N erfasst; der von kurz- bis mittelfristigen Maßnahmen wie z.B. organischer Düngereinsatz, Fruchtfolge sowie Anbau von Zwischenfrüchten abhängig sind. Weil durch die beiden Verfahren unterschiedliche N-Pools analytisch erfasst werden, ist die Beziehung zwischen den beiden Methoden eher lose mit einem Bestimmtheitsmaß von nur 14,5%

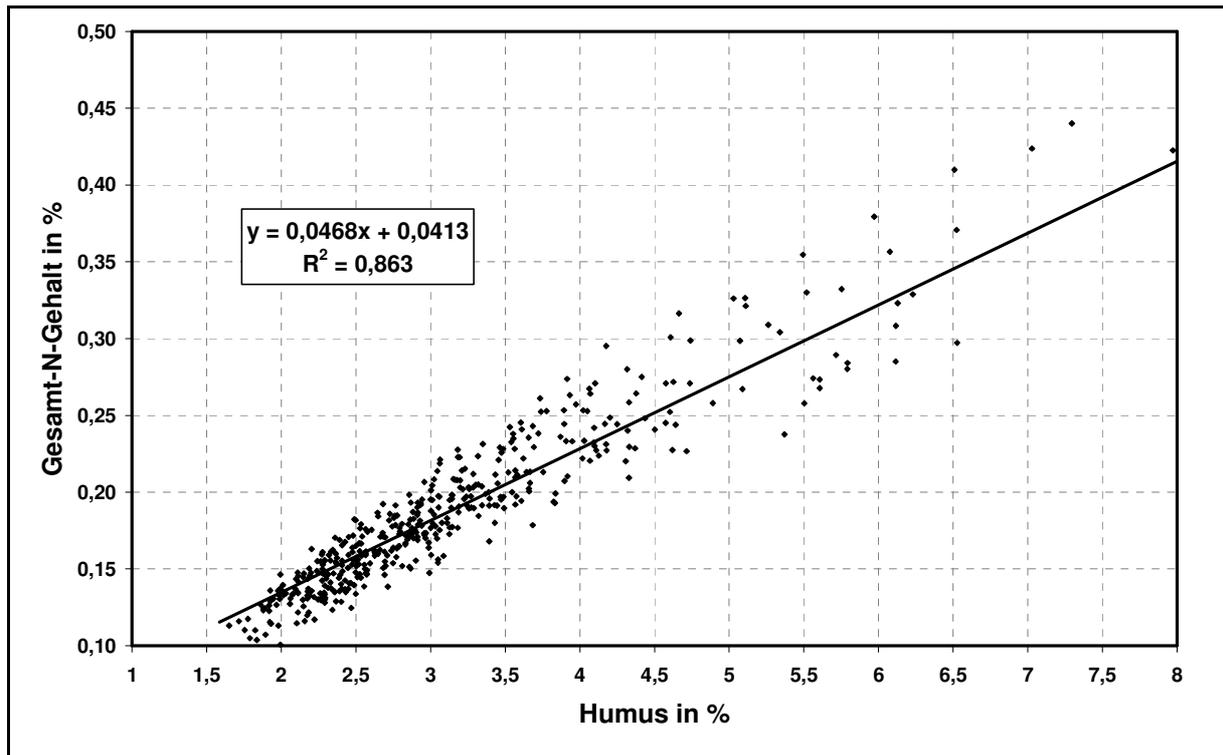


Abbildung 8: Beziehung zwischen Humusgehalt und Gesamt-N-Gehalt der Ackerstandorte in OÖ

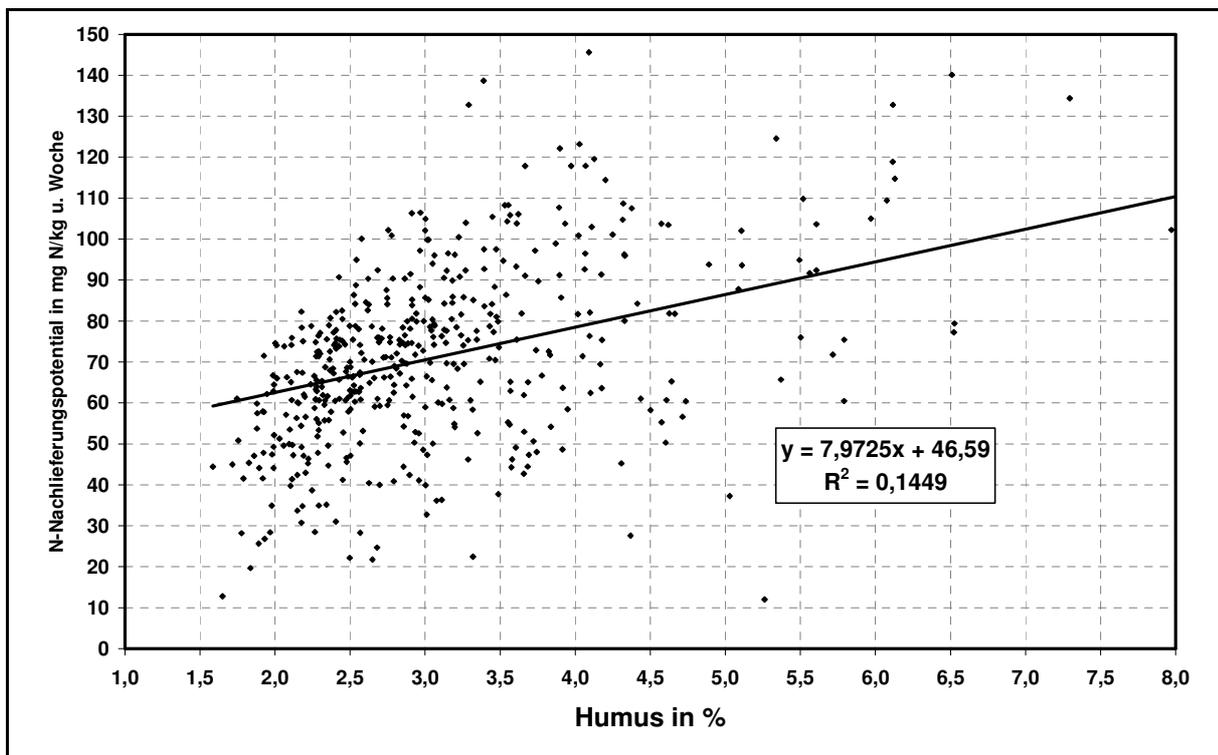


Abbildung 9: Beziehung zwischen Humusgehalt und Anaerober N-Mineralisation der Ackerstandorte in OÖ

Zur Darstellung der N-Nachlieferung der Ackerstandorte wurden diese nach Tabelle 1 zu 3 Gruppen zusammengefasst: Proben von konventionellen Betrieben und von Biobetrieben vom Alpenvorland sowie von konventionellen Mühlviertler Betrieben.

Im Alpenvorland ist der Median der Humusgehalte der Bodenproben von biologischer Bewirtschaftung mit 2,9% um 0,2% höher als von konventionellen Betrieben, der Anteil sehr niedriger Gehalte (<2%) und sehr hoher Werte (> 4,5%) ist mit 4 bzw. 7% fast gleich groß (Abbildung 10). Im Alpenvorland werden daher nur sehr wenige Standorte auf Basis des Humusgehaltes bezüglich N-Nachlieferung als hoch eingestuft. Im Mühlviertel hingegen liegen die Humuswerte um etwa 1% höher, der Median ist 3,9%. Bei fast 30% der Standorte wird ein über 4,5% liegender Humusgehalt und somit ein hohes N-Nachlieferungspotential ausgewiesen (Abbildung 10).

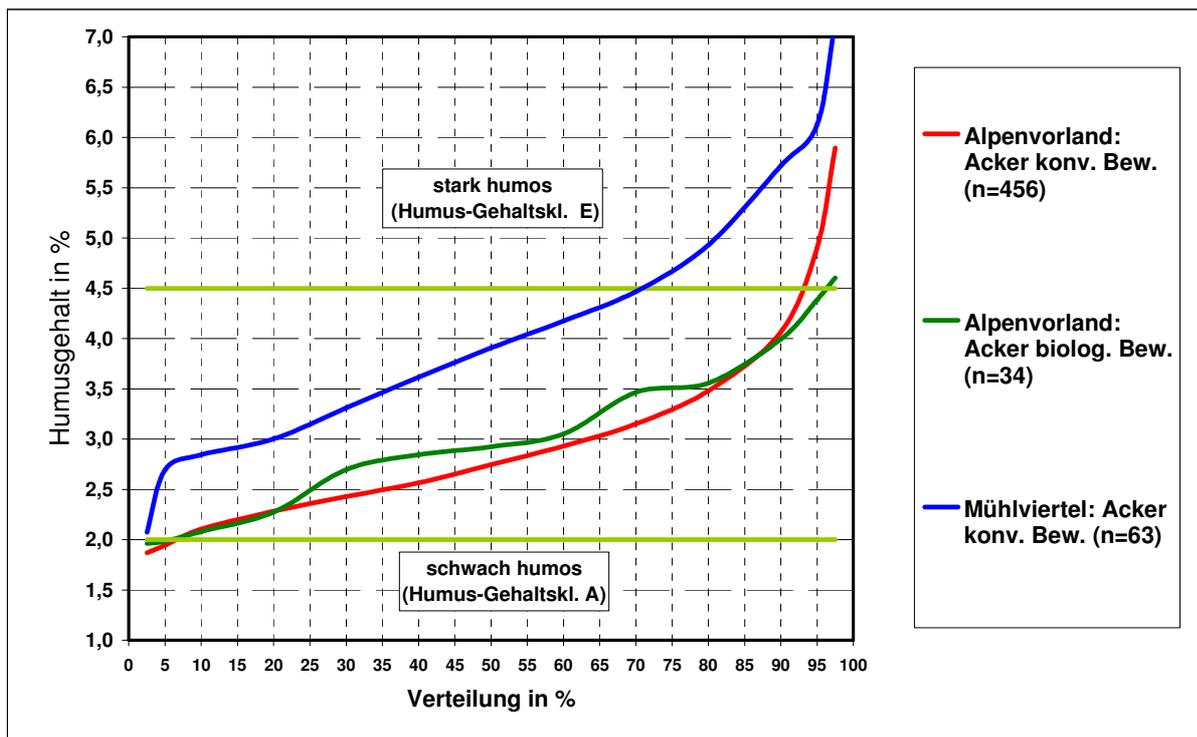


Abbildung 10: Kumulative Verteilung der Humusgehalte im Alpenvorland (konv. und biolog.) und Mühlviertel (konv.)

Wird die Methode der anaeroben Mineralisation zur Einstufung der Ackerstandorte herangezogen, ergeben sich wesentlich andere Häufigkeiten bezüglich der Einstufung einer hohen N-Nachlieferung. Die biologisch bewirtschafteten Ackerflächen weisen die höchsten Werte auf (Median bei 80 mg N/kg u. Woche), 60% der Proben liegen über 75 und weisen somit eine hohe N-Nachlieferung auf (Abbildung 11). Von den Proben aus dem Mühlviertel liegen 50% über dem Wert von 75, d.h. bei der Hälfte der Standorte kommt nach den Richtlinien der sachgerechten Düngung das Abschlagsystem (15 – 30%ige Reduktion der N-Empfehlung) zur Anwendung. Bei den konventionellen Ackerstandorte im Alpenvorland ist der Median bei 68 Einheiten, 35% der Proben werden als Standorte mit hoher N-Nachlieferung eingestuft (Abbildung 11). Dieser Vergleich zeigt, dass mittels der 2. Methode bei einem wesentlich höheren Anteil von Standorten eine Verminderung der N-Düngung angezeigt wird. In den Richtlinien der sachgerechten Düngung, 6. Auflage wurde bereits auf diese Entwicklung reagiert, in dem die Jahreswirksamkeit des Wirtschaftsdünger - N bezogen auf die feldfallenden N-Mengen vor allem bei Gülle im Vergleich zur 5. Auflage deutlich erhöht wurden; bei der Teilnahme an der Maßnahme „Umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünland“ muss mit

noch etwas höheren Jahreswirksamkeiten kalkuliert werden. Dadurch wurde die Spanne für mineralische N-Ergänzungsdüngergaben deutlich vermindert.

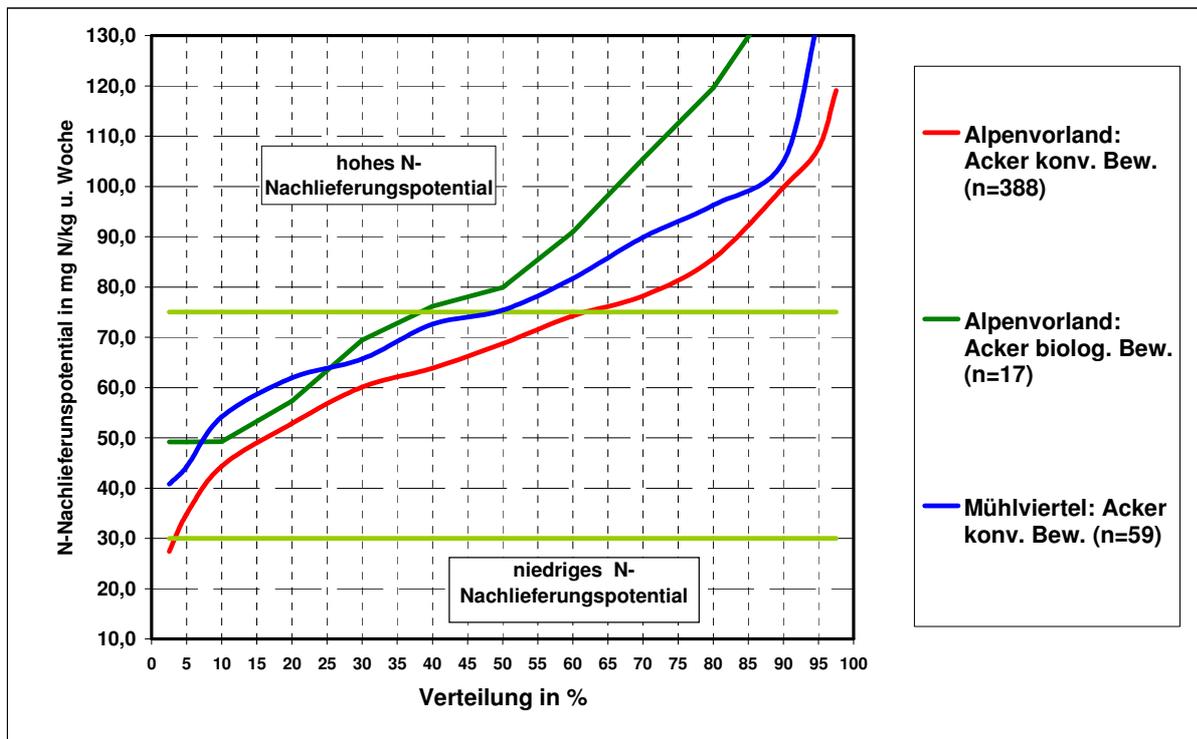


Abbildung 11: Kumulative Verteilung der N-Nachlieferung (anaerobe Bebrütung) im Alpenvorland (konv. und biolog.) und Mühlviertel (konv.)

Der für die Biostandorte günstige N-Nachlieferungsstatus der Äcker ist auf den hohen Anteil an Feldfutter und Eiweißpflanzen von 44%, dem Fehlen von Silomais und dem mittleren GVE-Besatz von 0,81 pro ha zurückzuführen.

Die Ergebnisse bezüglich der Anaeroben Mineralisation zeigen weiters, dass es gelingt den wichtigen Pflanzennährstoff Stickstoff im Kreislauf in pflanzenverfügbarer Form zu halten, was vor allem auch auf den hohen Anteil an Begrünungen in beiden Bewirtschaftungssystemen zurückgeführt werden kann (siehe Tabelle 1).

4 Ergebnisse der Bodenuntersuchungen

4.1 Überblick der Gehaltsklassen bei pflanzenverfügbarem Phosphor, Kalium und Magnesium

Die genannten Pflanzennährstoffe werden üblicherweise bei einer Routinebodenuntersuchung erfasst. Im Folgenden wird daher eine Übersicht über die Anteile der Proben zu den 5 Gehaltsklassen A – E (sehr niedrig bis sehr hoch) gegeben.

Tabelle 4: Anteile der Ackerbodenproben zu den 5 Gehaltsstufen A, B, C, D und E in %

Nährstoff	Stufe A	Stufe B	Stufe C	Stufe D	Stufe D	Anzahl
Phosphor	10	22	56	10	3	872
Kalium	8	22	52	16	2	872
Magnesium	0	2	23	50	25	729

Bei Phosphor und Kalium entfallen auf Ackerland mehr als 50% in die ausreichende Gehaltsstufe C, der Anteil der niedrigen Stufen A und B ist mit etwa 30% etwas höher als die der höher versorgten Klassen D und E mit 13% bei Phosphor und 18% bei Kalium. Die Magnesiumgehalte sind geogen bedingt überwiegend hoch und sehr hoch, eine niedrige Versorgung ist sehr selten (Tabelle 4).

Auf Grünland ist der Versorgungsstatus bei weitem nicht so ausgewogen wie auf Ackerland. Bei Phosphor entfallen 72% der Proben in die niedrigen Gehaltsstufen und nur 18% in die ausreichende Stufe C. Bei Kalium hingegen liegt eine günstigere Verteilung vor mit 46% ausreichend versorgten Standorten, die höheren Stufen weisen etwas größere Anteile mit 29% als die niedrig versorgten Klassen mit 24% auf. Die Magnesiumgehalte sind zu 96% hoch und sehr hoch (Tabelle 5).

Tabelle 5: Anteile der Grünlandbodenproben zu den 5 Gehaltsstufen A, B, C, D und E in %

Nährstoff	Stufe A	Stufe B	Stufe C	Stufe D	Stufe D	Anzahl
Phosphor	19	53	18	9	0	947
Kalium	1	23	46	23	6	947
Magnesium	0	0	3	37	59	542

Da die CAL-Methode am Grünland aufgrund der flächendeckenden intensiven Durchwurzelung und des ständigen Pflanzenwachstums während der Vegetationsperiode den pflanzenverfügbaren Phosphor offensichtlich unzureichend darstellt, kann begründet davon ausgegangen werden, dass ab der mittleren Gehaltsklasse B (~ 35 mg P/1.000 g Feinboden) bereits eine ausreichende P-Versorgung gegeben ist. Das heißt, dass eine Aufdüngung auf die Werte der Gehaltsklasse C nicht erforderlich und unwirtschaftlich ist.

Etwa 28 % der Grünlandflächen befinden sich im Bereich von 35 bis 46 mg P. Es liegen jedoch bei Berücksichtigung dieser Gegebenheiten noch immer über 47 % der Grünlandflächen unter 35 mg P/1.000 g Feinboden und davon 19 % unter 26 mg P. In diesen Fällen ist eine zusätzliche Phosphordüngung entsprechend den Vorgaben der Richtlinien für die sachgerechte Düngung über den Pflanzenentzug hinausgehend zu empfehlen.

4.2 Beziehungen zwischen Gesamt-Phosphor-, pflanzenverfügbarem Phosphor-Gehalt und Humus auf Acker und Grünland

Im Rahmen des Bodenprojektes der LK-OÖ. wurden von ausgewählten Proben nicht nur der CAL-P, sondern auch der in Königswasser lösliche P-Gehalt (=Gesamt-P) bestimmt. Der Gesamt-P-Gehalt der Mineralböden schwankt nach Literaturangaben zwischen 0,02 und 0,15 % (0,2 – 1,5 g/kg Boden). Das entspricht bei einer Bodenschicht von 10 cm im Grünland und einer Lagerungsdichte von 1,2 etwa 240 bis 1.800 kg P/ha, auf Ackerland in der Krume bis 20 cm etwa 480 bis 3.600 kg P/ha. Der Anteil an organisch gebundenem P schwankt zwischen 25 und 65 %. Bedingt durch Düngung und geringe Löslichkeit ist P im Oberboden angereichert. Aufgrund der geringen Löslichkeit ist für den Pflanzenbedarf einer Kulturart eine laufende Nachlieferung aus den Phosphatvorräten des Bodens und durch Düngung notwendig.

Die Pflanzenverfügbarkeit der anorganischen P-Verbindungen ist besonders vom pH-Wert abhängig. In Mineralböden liegt die maximale Löslichkeit der Bodenphosphate im pH-Bereich zwischen 6,0 und 6,5. Alle organischen P-Verbindungen werden erst nach mikrobiellem Abbau pflanzenverfügbar. Da die P-Mineralisierung temperaturabhängig ist, findet erst über +12 °C eine volle Umsetzung statt.

In Abbildung 12 sind die CAL-P- und die Gesamt-P-Gehalten der Acker- und Grünlandproben gemeinsam dargestellt. Die Gesamt-Gehalte auf Grünland liegen in einem weiten Bereich zwischen 0,5 – 2,0 g/kg, die meisten Werte liegen im Bereich 0,7 – 1,3 g/kg. Auf Ackerland sind die Gesamt-P-Gehalte wegen der Beprobungstiefe bis 25 cm niedriger, die Spannweite reicht von 0,4 – 1,5 g/kg, wobei die meisten Werte zwischen 0,6 – 1,1 g/kg liegen. Auf Ackerland ist die Beziehung zwischen den beiden Parametern etwas enger (B = 22%) als bei Grünland (B= 10%). Vor allem auf Ackerland streuen die P-CAL-Gehalte mit Werten von 10-200 mg P/kg wesentlich stärker als die Gesamt-P-Gehalte.

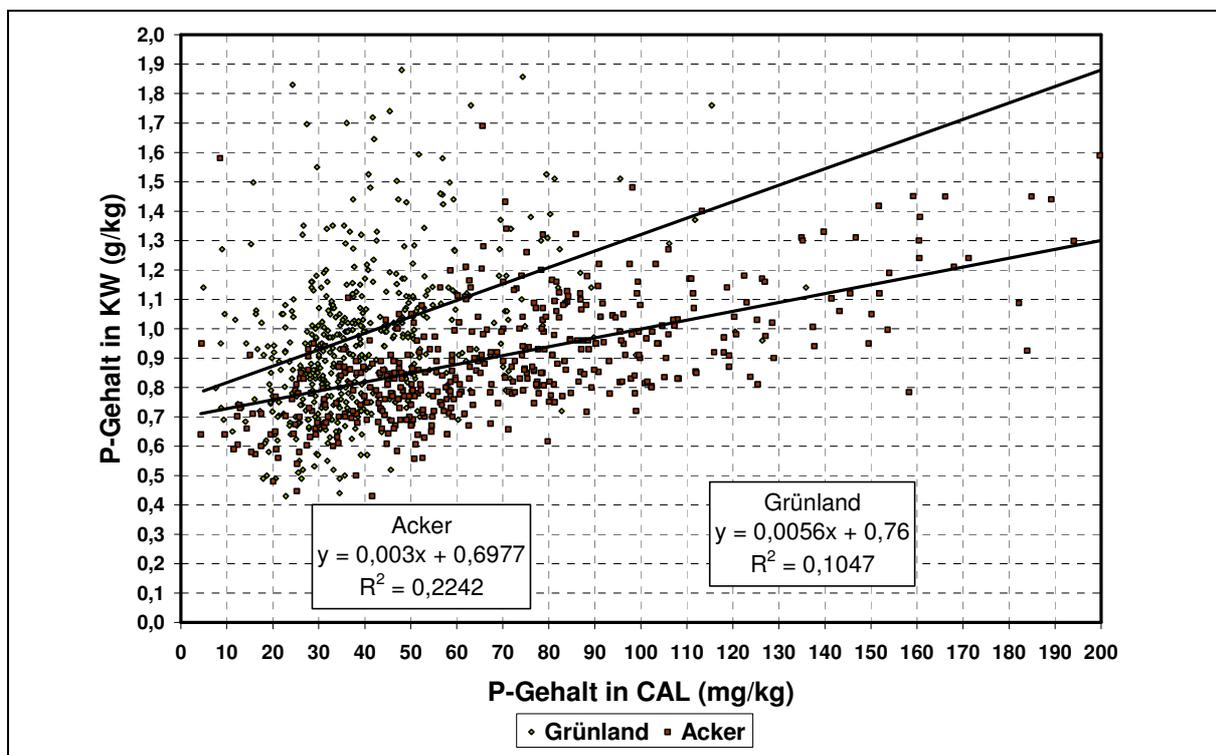


Abbildung 12: Beziehung zwischen P-CAL und P-Gesamt auf Acker und Grünland in OÖ.

Unter der Annahme, dass bei einem höheren Humusgehalt ein geringerer Anteil von CAL-P am Gesamt-P-Pool vorliegt, wurde die folgende Abbildung 13 erstellt. Es ist ersichtlich, dass bei den Ackerproben im Mittel 7-8% des Gesamt-P vom CAL-P in Lösung gebracht werden kann, während bei Grünland dieser Anteil zwischen 6 bis 3% liegt und mit größer werdendem Humusgehalt abnimmt. Auf Ackerland besteht kein Zusammenhang mit dem Humusgehalt, auf Grünland zumindest ein schwacher mit einem B von 14,5%.

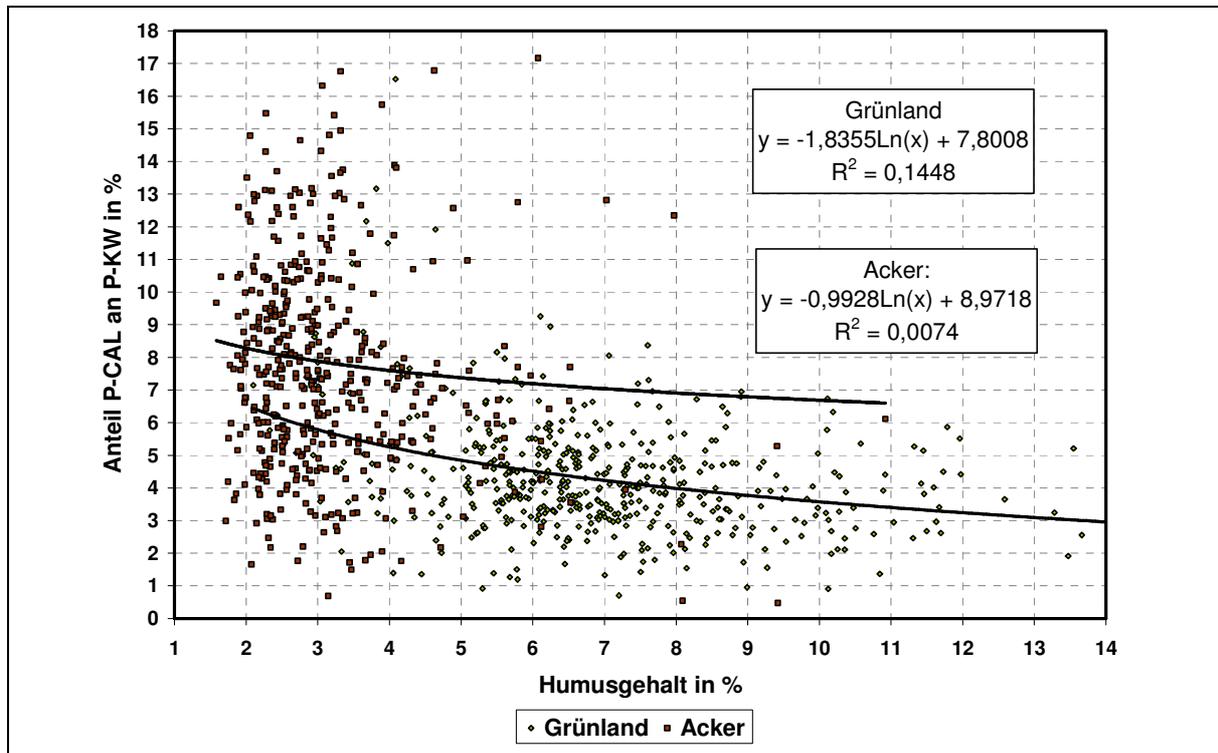


Abbildung 13: Beziehung zwischen Anteil P-CAL an P-Gesamt und Humusgehalt auf Acker und Grünland in OÖ.

Werden nur Proben mit P-CAL.Gehalten der sehr niedrigen Stufe A in die Darstellung einbezogen, ergibt sich ein völlig anderer Zusammenhang: Bei den Ackerproben werden nur noch etwa 3% des Gesamt-P im CAL-Extrakt gelöst, auf Grünland liegt dieser Prozentsatz auch bei etwa 3%, wenn mittlere Humusgehalte von 4-9% vorliegen (Abbildung 14). Der Humusgehalt trägt insgesamt etwas mehr zur Erklärung des CAL-/Gesamt-P-Verhältnisses auf Standorten mit sehr niedriger P-Versorgung bei.

Weil nur ein schwacher Zusammenhang zwischen dem Humusgehalt und dem P-Gesamt-Gehalt besteht (Acker: Gesamt-P in g/kg = $0,09 \cdot \text{Humus in \%} + 0,63$.; B=11%; Grünland: Gesamt-P in g/kg = $0,028 \cdot \text{Humus in \%} + 0,78$.; B=16%), dürfte für die Bewertung der P-Versorgung eine zusätzliche Justierung über den Humusgehalt nicht zielführend sein. Um die P-Verfügbarkeit des Boden-P-Pools zu verbessern ist jedenfalls ein optimaler Bodenreaktionsbereich für die Löslichkeit der Bodenphosphate und die P-Mobilisierung sicherzustellen. Ob die aktuell anzustrebenden Mindest-pH-Werte für Grünland in den Richtlinien für die sachgerechte Düngung ausreichend sind, wird mit geeigneten Versuchsfragestellungen zu überprüfen sein.

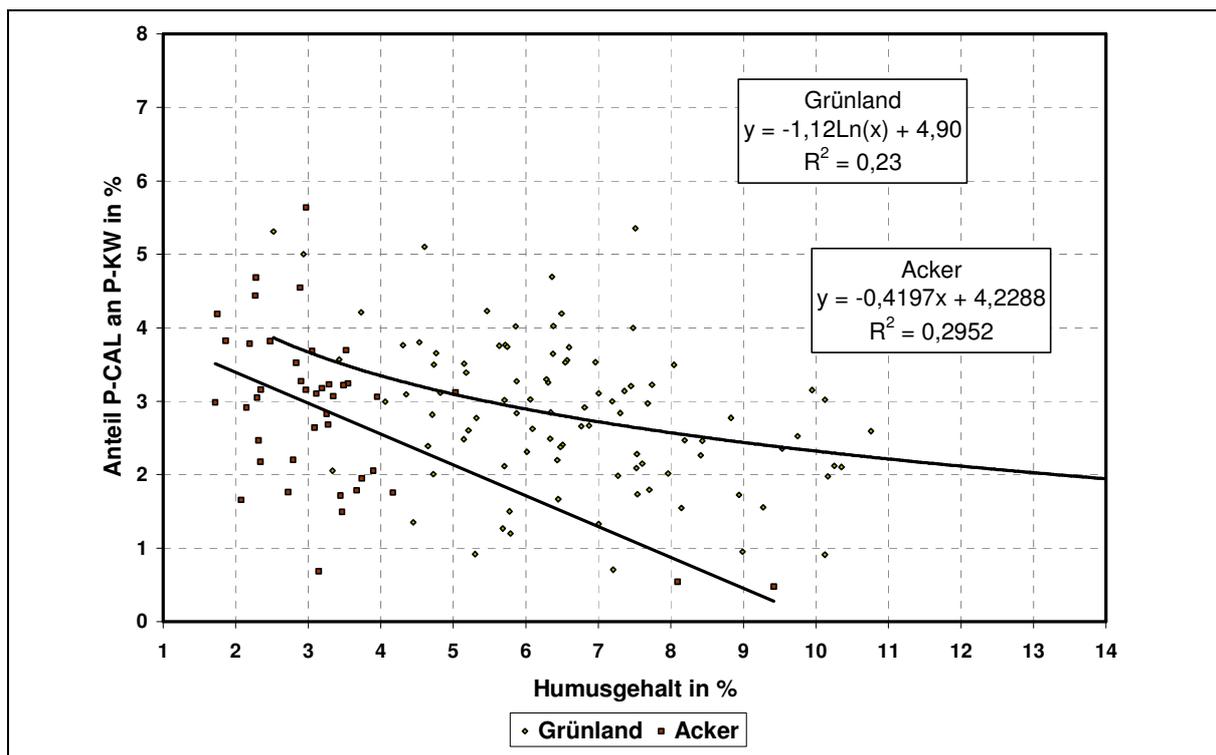


Abbildung 14: Beziehung zwischen Anteil P-CAL an P-Gesamt und Humusgehalt auf Acker und Grünland in OÖ. bei sehr niedriger P-Versorgung (Stufe A)

4.3 Übersicht der Bodenparameter auf Ackerland in den HPG Alpenvorland (konventionell und biologische Bewirtschaftung) und im Mühlviertel

In nachfolgender Tabelle 6 sind die relevanten Bodenparameter, die die Bodenqualität und den Nährstoffstatus charakterisieren, mit den Mittelwerten und Quartilen enthalten.

Der pH-Wert liegt bei den konv. Bodenproben des Alpenvorlandes um 0,2 bis 0,5 Einheiten höher als bei den Proben mit biolog. Bewirtschaftung, die Gründe dafür liegen teilweise an den unterschiedlichen Ansprüchen der Ackerkulturen: Für Raps, Zuckerrübe und auch Mais liegt der optimale pH-Wert im neutralen Bereich, diese Kulturen haben in den Fruchtfolgen der Biobetriebe kaum Bedeutung. Im Mühlviertel befinden die meisten Proben im pH-Bereich zwischen 5 – 6, was vor allem geogen bedingt ist. Im Vergleich zum Waldviertel sind Standorte mit einem pH < 5 selten, deren Anteil liegt unter 5%.

Humusgehalt und anaerobe N-Mineralisation wurden bereits erörtert, und die Ursachen für die höheren Gehalte bei biologischer Bewirtschaftung angeführt (Feldfutter-, Eiweißpflanzen- und Maisanteil). Im Mühlviertel tragen auch die niedrigeren bodenbiologischen Umsatzraten aufgrund der niedrigeren Temperaturen zu den deutlich höheren Humuswerten bei.

Der Gesamt-N-Gehalt ist eng mit dem Humusgehalt korreliert, daher sind vergleichbare Unterschiede wie beim Humusgehalt festzustellen. Ein enges C/N-Verhältnis deutet auf eine höhere N-Nachlieferung (und auch höheres N-Verlustpotential) hin. Das engste Verhältnis weisen die konventionellen Proben mit 9,4 auf, gefolgt von den Standorten mit

Tabelle 6: Übersicht der Bodenanalysen von Acker im Alpenvorland (konv. und biologische Bewirtschaftung) und im Mühlviertel

Bodenproben Ackerland	Anzahl	pH (CaCl ₂)	Humus- gehalt in %	Ges.-N in %	C/N- Verh.	KAK in cmol/kg	Sand in %	Schluff in %	Ton in %	Nhl in mg N/kg u. Woche	P (CAL) in mg/kg	Kalium (CAL) in mg/kg	Mg in CaCl ₂ in mg/kg	Kupfer in EDTA (mg/kg)	Zink in EDTA (mg/kg)	Bor (mg/kg)
Alpen- vorland, konv. Bew.	Anzahl	735	472	386	386	391	363	363	363	404	735	735	632	512	512	467
	Mittel	6,28	3,02	0,18	9,52	16,26	21	63	16	70	74	149	157	6,0	11,6	0,7
	1. Quartil	5,81	2,35	0,15	8,81	11,98	10	54	12	56	43	102	107	4,3	5,2	0,3
	Median	6,36	2,75	0,17	9,40	15,04	17	63	15	68	63	141	143	5,4	7,2	0,5
3. Quartil	6,83	3,29	0,21	10,04	19,46	30	74	19	81	91	185	196	6,9	12,2	0,9	
Alpen- vorland, biolog. Bew.	Anzahl	38	34	17	17	21	17	17	17	17	38	38	26	18	18	19
	Mittel	6,11	3,02	0,18	9,62	14,45	19	65	16	88	44	120	190	5,8	6,6	0,6
	1. Quartil	5,80	2,46	0,15	8,98	11,20	11	59	12	64	21	91	145	4,0	5,4	0,4
	Median	6,12	2,92	0,19	9,85	13,01	16	67	15	80	40	121	187	5,3	6,0	0,5
3. Quartil	6,35	3,53	0,20	10,28	16,16	28	70	18	112	64	142	219	6,5	8,1	0,7	
Mühl- viertel, konv. Bew.	Anzahl	97	63	59	59	59	59	59	59	59	97	97	71	63	63	59
	Mittel	5,64	4,07	0,22	10,57	10,83	49	41	10	79	62	204	125	4,0	6,3	0,4
	1. Quartil	5,20	3,19	0,19	9,82	8,74	46	37	9	64	40	140	98	3,0	3,9	0,2
	Median	5,60	3,91	0,21	10,52	10,81	49	40	11	75	57	187	118	3,9	5,2	0,4
3. Quartil	5,87	4,63	0,25	11,37	12,15	53	43	12	92	75	255	150	4,6	7,5	0,4	

biologischer Bewirtschaftung (Median bei 9,85).

Die Kationenaustauschkapazität ist auf den Standorten im Alpenvorland (Mediane bei 13 bzw. 15 cmol/kg) generell höher als im Mühlviertel (10,8 cmol/kg). Die Ursache dafür liegt hauptsächlich am viel höheren Sandanteil der Mühlviertler Standorte (49 vs. 16-17%) und deren deutlich niedrigeren Schluff- und Tongehalt (Schluff: 40 vs. 63-67%; Ton: 11 vs. 15%). Durch den höheren Humusgehalt kann der Unterschied bei der KAK jedoch in einem relativ engen Rahmen gehalten werden. Das Produktionspotential ist auf eine Reihe von konventionellen Standorten im Alpenvorland sehr hoch, fast ein Viertel der Proben liegt bei der KAK über 20 Einheiten.

Bei den pflanzenverfügbaren Nährstoffen gibt es signifikante Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsformen im Alpenvorland. Der CAL-Phosphorgehalt ist im Mittel um 30 mg P/kg bei den konventionellen Proben höher, die Mediane differenzieren um 23 Einheiten (63 vs. 40). Etwa 55% der biologischen Proben werden den niedrigen Versorgungsstufen A und B zugeordnet. Auf den Mühlviertler konventionellen Ackerflächen liegt der Median mit 57 mg P/kg nur geringfügig unter dem Wert im Alpenvorland. Diese Daten deuten darauf hin, dass insbesondere der Nachhaltigkeit der P-Versorgung hohe Beachtung in der Bewirtschaftung gewidmet werden muss.

Bei den pflanzenverfügbaren K-Gehalten sind die Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsformen weniger stark ausgeprägt, die Mittelwerte unterscheiden sich um 29, die Mediane um 20 Einheiten. Der Anteil niedriger Versorgungsstufen bei den Biobetrieben liegt bei 37%, bei den konventionellen Proben bei 30%. Im Waldviertel ist die K-Versorgung geogen bedingt deutlich höher, niedrige Versorgungsstufen haben dort einen Anteil von unter 10%.

Die Magnesiumversorgung ist generell in OÖ zumeist hoch bis sehr hoch. Auch im Mühlviertel, wo die Gehalte etwas niedriger sind, entfallen nur etwa 20% der Standorte in die Versorgungsstufe C, alle anderen Proben gelten als hoch bis sehr hoch versorgt.

Bei den Spurenelementen Kupfer, Zink und Bor gibt es keine Unterschiede in der Versorgungslage, die meisten Proben werden der mittleren Gehaltsstufe zugeordnet. Hinzuweisen ist auf die höheren Anteile von Standorten mit einem Zink-Gehalt über 12 mg/kg bei konventioneller Bewirtschaftung. Dieser Trend steht in Zusammenhang mit der Tierhaltung und wird noch im Detail bei der Diskussion der Kleinproduktionsgebiete dargestellt.

4.4 Einfluss der Tierhaltungsintensität auf die Bodenparameter auf Ackerland in den HPG Alpenvorland (konventionell und biologische Bewirtschaftung) und im Mühlviertel

Obwohl der Stichprobenumfang für diese Auswertung teilweise nicht mehr ausreichend ist, können dennoch einige wesentliche Trends beschrieben werden. Für eine umfassende Darstellung sind bei weitem höhere Probenzahlen erforderlich, bei denen eine ausreichende Probenzahl für die unterschiedlichen GVE-Bestände vorliegt; die entsprechenden Arbeiten für die erforderlichen Datengrundlagen sind bereits in OÖ im Gange.

In

Tabelle 7 ist der pH-Wert in Abhängigkeit von den GVE/ha enthalten. Bei keiner bzw. nur sehr geringer Bedeutung der Tierhaltung und dem entsprechenden flächenmäßig bedeutenden Anbau von Kulturarten mit höheren pH-Ansprüchen wie Raps oder Rübe

wird darauf geachtet, ein Absinken des pH in den sauren Bereich zu vermeiden. Derselbe Trend ist auch bei den Biobetrieben gegeben.

Tabelle 7: pH-Wert in Abhängigkeit von der Tierhaltung im Alpenvorland und Mühlviertel

pH: Acker	AV: konv. Bew.			AV: biolog. Bew.			MV: konv. Bew.		
	GVE/ha	Mittel	s	N	Mittel	s	N	Mittel	s
bis 0,25	6,47	0,65	111	6,24	0,20	4	7,26	0,15	2
0,25 - 0,75	6,51	0,31	14	6,51	0,68	4	5,59	0,20	4
0,75- 1,25	6,26	0,74	56	5,96	0,24	3	5,74	0,37	18
1,25 - 1,75	6,21	0,69	121	6,02	0,34	6	5,44	0,35	23
1,75 - 2,25	6,10	0,64	42				5,85	0,60	12
über 2,25	5,90	0,63	18						
Gesamt	6,28	0,68	362	6,18	0,43	17	5,69	0,52	59

Einen sehr deutlichen Zusammenhang gibt es zwischen dem Humusgehalt und dem Viehbestand bei allen 3 Gruppen: Mit zunehmender Menge an verfügbaren Wirtschaftsdünger werden höhere Humusgehalte auf den entsprechenden Ackerflächen festgestellt. Ohne Tierhaltung liegen die Humuswerte im Mittel bei 2,43 – 2,86, bei Tierbeständen von etwa 1,5 GVE/ha werden durchwegs mindestens um 0,5% höhere Humuswerte gefunden (Tabelle 8). Im Alpenvorland bei konventioneller Bewirtschaftung wird dieser Effekt mit hohen Probenzahlen belegt. Eine humusmehrende Wirkung ist dabei auch dem höheren Feldfutteranbau zuzuschreiben.

Tabelle 8: Humusgehalt in % in Abhängigkeit von der Tierhaltung im Alpenvorland und Mühlviertel

Hu: Acker	AV: konv. Bew.			AV: biolog. Bew.			MV: konv. Bew.		
	GVE/ha	Mittel	s	N	Mittel	s	N	Mittel	s
bis 0,25	2,58	0,70	111	2,86	0,41	4	2,43	0,72	2
0,25 - 0,75	2,59	0,48	14	2,35	0,47	4	2,88	0,22	4
0,75- 1,25	3,47	1,52	56	3,70	0,18	3	5,23	1,11	18
1,25 - 1,75	3,08	0,87	121	3,30	0,45	6	3,55	0,63	23
1,75 - 2,25	2,99	0,78	42				3,93	0,78	12
über 2,25	3,47	1,13	18						
Gesamt	2,98	1,00	362	3,04	0,61	17	4,05	1,16	59

Auch bei der Anaeroben N-Mineralisierung lassen sich die höheren N-Freisetzungsraten mit den steigenden Wirtschaftsdüngergaben belegen, der Effekt ist jedoch nicht so deutlich wie beim Humusgehalt (Tabelle 9). Die höheren Werte vor allem bei den Biobetrieben deuten darauf hin, dass die Fruchtfolge mit hohem Leguminosennanteil zur Steigerung des N-Nachlieferungspotentials beiträgt.

Tabelle 9: Anaerobe N-Mineralisation in mg N/kg u. Woche in Abhängigkeit von der Tierhaltung im Alpenvorland und Mühlviertel

Nn: Acker	AV: konv. Bew.			AV: biolog. Bew.			MV: konv. Bew.		
	GVE/ha	Mittel	s	N	Mittel	s	N	Mittel	s
bis 0,25	65	16	111	87	15	4	57	21	2
0,25 - 0,75	68	22	14	53	6	4	62	16	4
0,75- 1,25	75	38	56	115	9	3	86	24	18
1,25 - 1,75	71	23	121	99	34	6	80	20	23
1,75 - 2,25	73	18	42				76	20	12
über 2,25	80	34	18						
Gesamt	71	24	362	88	30	17	79	22	59

Die regelmäßige Ausbringung von Wirtschaftsdüngern trägt zur Versorgung der Standorte mit Phosphor und Kalium bei. Ob diese Gaben entsprechend in der Düngerplanung mitberücksichtigt werden, wird nicht selten in Frage gestellt. Aus Tabelle 10 ist ersichtlich, dass auf den Böden ohne Tierhaltung der P-CAL-Gehalt im Alpenvorland bei den konventionellen Betrieben im Mittel mit 66 mg/kg am niedrigsten liegt, es liegen jedoch auch auf den Standorten mit mittlerem und hohem Viehbesatz nur um etwa 15 Einheiten höhere Gehalte vor, die Versorgung ist daher durchaus als optimal einzustufen. Die hohen P-Einträge der organischen Düngergaben werden daher weitestgehend korrekt bewertet und mineralische Ergänzungsdüngergaben sehr gezielt bei Bedarf eingesetzt. Für die Biobetriebe im Alpenvorland und die konventionellen Ackerflächen im Mühlviertel können wegen der unterschiedlichen und zu geringen Datensätze keine diesbezüglichen Aussagen getroffen werden. r

Tabelle 10: P-CAL in mg/kg in Abhängigkeit von der Tierhaltung im Alpenvorland und Mühlviertel

P-CAL: Acker	AV: konv. Bew.			AV: biolog. Bew.			MV: konv. Bew.		
	GVE/ha	Mittel	s	N	Mittel	s	N	Mittel	s
bis 0,25	66,1	36,1	111	69,9	16,0	4	97,2	15,2	2
0,25 - 0,75	91,5	22,9	14	46,9	19,6	4	27,3	9,6	4
0,75- 1,25	83,1	53,5	56	16,1	5,8	3	86,9	41,8	18
1,25 - 1,75	78,9	44,6	121	49,3	11,7	6	52,5	19,1	23
1,75 - 2,25	80,0	44,6	42				87,8	61,8	12
über 2,25	76,3	32,1	18						
Gesamt	76,1	42,9	362	47,7	21,9	17	70,0	42,5	59

Auch für den Nährstoff Kalium treffen die für Phosphor gemachten Aussagen zu. Auf den Standorten mit sehr hohen Viehbeständen sind die K-CAL-Gehalte nur um etwa 30 mg/kg höher, die Versorgungslage liegt jedoch durchwegs im mittleren bis höheren Bereich der ausreichenden Gehaltsstufe C (Tabelle 11). Generell ist der Trend ersichtlich, dass die P und K-Nährstoffversorgung bei den Betrieben ohne Tierhaltung im unteren

Bereich der Gehaltsstufe C gehalten wird, während bei den Betrieben mit Viehhaltung etwas höhere Gehalte erreicht werden. Die Proben der Biobetriebe vom Alpenvorland weisen niedrigere K-Gehalte auf, die vom Mühlviertel geogen bedingt deutlich höhere Werte.

Tabelle 11: K-CAL in mg/kg in Abhängigkeit von der Tierhaltung im Alpenvorland und Mühlviertel

K: Acker	AV: konv. Bew.			AV: biolog. Bew.			MV: konv. Bew.		
	Mittel	s	N	Mittel	s	N	Mittel	s	N
bis 0,25	140	47	111	132	12	4	111	29	2
0,25 - 0,75	147	32	14	120	4	4	179	41	4
0,75- 1,25	149	71	56	78	38	3	263	96	18
1,25 - 1,75	157	71	121	161	53	6	197	90	23
1,75 - 2,25	170	53	42				224	90	12
über 2,25	185	103	18						
Gesamt	153	64	362	130	44	17	219	93	59

In der Tierhaltung (Schweine, Hühner) werden häufig mit Zink angereicherte Mineralstoffergänzungsfuttermittel eingesetzt. Bei sachgerechtem Einsatz sind dadurch keine Zinkanreicherungen in den Wirtschaftsdüngern und in weiterer Folge im Boden zu erwarten. Die verfügbaren Daten der Zinkgehalte im EDTA-Auszug weisen auf einen gewissen Eintrag mit steigenden Viehbesatz hin, der Mittelwert ohne Tierhaltung beträgt 7 mg Zn/kg, bei hohen Tierbeständen 16 mg Zn/kg (Tabelle 12). Damit liegen die Gehalte durchaus noch im anzustrebenden optimalen Zn-Gehaltsbereich zwischen 2 – 20 mg/kg nach den Richtlinien für die sachgerechte Düngung, wodurch eine günstige Versorgung mit diesem Spurennährstoff gewährleistet ist. Durch die Beratung ist jedoch sicherzustellen, dass ein sachgerechter Mineralstoffeinsatz bei der Fütterung erfolgt.

Tabelle 12: Zn (EDTA) in mg/kg in Abhängigkeit von der Tierhaltung im Alpenvorland und Mühlviertel

Zn: Acker	AV: konv. Bew.			AV: biolog. Bew.			MV: konv. Bew.		
	Mittel	s	N	Mittel	s	N	Mittel	s	N
bis 0,25	7,0	4,5	111	6,8	1,5	4	7,6	4,4	2
0,25 - 0,75	14,9	10,2	14	6,0	2,2	4	3,2	0,2	4
0,75- 1,25	8,9	10,5	56	5,0	0,6	3	5,9	2,7	16
1,25 - 1,75	15,7	16,2	121	7,0	1,2	6	5,4	2,4	23
1,75 - 2,25	15,6	24,6	42				10,5	5,2	9
über 2,25	11,0	7,0	18						
Gesamt	11,7	14,1	362	6,4	1,5	17	6,3	3,3	54

4.5 Übersicht der Bodenparameter auf Ackerland (konventionelle Bewirtschaftung) nach ausgewählten Kleinproduktionsgebieten

Aus den KPG Altheim-Obernberger Gebiet, Grieskirchen-Kremsmünster Gebiet, Oberes Innviertel, Rieder Gebiet und Oberösterreichischer Zentralraum aus dem Alpenvorland und vom KPG Mittellagen des Mühlviertels stehen eine ausreichende Anzahl von Bodenproben zur Verfügung, um eine regionale Auswertung durchzuführen. In Tabelle 2 wurden die entsprechenden kleinproduktionsspezifischen Charakteristika (Betriebsformen, Kulturartenanteile, Viehbestände und ÖPUL-Maßnahmen) aufgelistet und nachfolgend diskutiert.

Beim pH-Wert sind relevante Unterschiede zwischen einzelnen Regionen in Tabelle 13 enthalten. Die höchsten pH-Werte sind auf den Standorten im OÖ. Zentralraum gegeben (mehr als drei Viertel im neutralen Bereich über pH 6,6), wofür nicht nur geogene Ursachen in Frage kommen. Auch im Altheim-Obernberger Gebiet liegen fast 50% der Proben im neutralen Bereich, Werte unter pH von 6 sind dort selten. Die niedrigsten pH-Werte liegen im Oberen Innviertel (pH-Werte über 6 sind selten, Median bei 5,54) vor und geogen bedingt auf den kristallinen Böden im Mühlviertel (Median bei 5,51). Die 3 zuerst genannten Regionen zeigen auch in den Nutzungs- und Betriebsformen große Unterschiede: Im Altheim-Obernberger Gebiet und OÖ. Zentralraum dominieren fast reine Ackerbaubetriebe, während im Rieder Gebiet gemischte Betriebe mit hohem Grünlandanteil vorherrschen. Vor allem auf den hohen Rapsanteil bei den Ackerbaubetrieben dürfte die häufigeren Kalkgaben zurückzuführen sein.

Tabelle 13: Übersicht der Bodenanalysen von Acker von 5 Kleinproduktionsgebieten im Alpenvorland und dem KPG Mittellagen des Mühlviertels

Bodenproben von Ackerstandorten	Altheim-Obernberger Gebiet					Grieskirchen-Kremsmünster					Oberes Innviertel				
	N	Mittel	1.Qu.	Med.	3.Qu.	N	Mittel	1.Qu.	Med.	3.Qu.	N	Mittel	1.Qu.	Med.	3.Qu.
pH in CaCl ₂	80	6,48	6,17	6,50	6,86	185	6,23	5,87	6,28	6,60	98	5,57	5,20	5,54	5,90
Humusgehalt in %	61	2,46	2,09	2,33	2,72	113	3,01	2,53	2,83	3,29	62	3,37	2,42	3,12	4,02
Gesamt-N-Gehalt in %	47	0,16	0,13	0,15	0,17	94	0,18	0,15	0,17	0,21	46	0,19	0,15	0,18	0,22
C/N-Verhältnis	47	9,0	8,6	8,9	9,2	94	9,5	8,8	9,6	10,0	46	10,0	9,4	10,0	10,3
KAK in cmol/1000 g	44	14,8	12,2	14,0	17,2	98	17,3	13,7	16,1	19,5	46	9,8	8,1	9,4	11,1
Sand in %	33	17	10	12	21	94	20	11	19	29	46	28	15	30	37
Schluff in %	33	70	68	73	79	94	62	54	63	72	46	61	51	58	71
Ton in %	33	14	11	13	17	94	17	14	17	20	46	11	10	12	13
nachlieferbarer N (mg N/kg u. 7d)	51	73	63	70	78	100	72	60	73	82	46	75	52	71	97
Phosphor (CAL) in mg/kg	80	73	45	69	96	185	76	42	64	98	98	59	36	54	77
Kalium (CAL) in mg/kg	80	155	104	145	182	185	168	123	160	209	98	114	67	103	155
Mg in CaCl ₂ in mg/kg	79	121	90	110	140	172	171	134	163	205	58	107	83	102	123
Kupfer im EDTA - Extrakt (mg/kg)	70	5,2	4,1	4,8	6,0	126	6,2	5,1	5,9	7,0	59	4,2	3,3	4,1	4,6
Zink im EDTA - Extrakt (mg/kg)	70	11,6	4,4	7,1	18,2	126	9,0	5,5	7,3	9,8	59	12,4	5,6	6,7	8,8
Bor (mg/kg)	65	0,6	0,4	0,6	0,8	109	0,7	0,4	0,6	0,9	57	0,3	0,2	0,3	0,3

Bodenproben von Ackerstandorten	Oberösterr. Zentralraum					Rieder Gebiet					Mittellagen des Mühlviertels				
	N	Mittel	1.Qu.	Med.	3.Qu.	N	Mittel	1.Qu.	Med.	3.Qu.	N	Mittel	1.Qu.	Med.	3.Qu.
pH in CaCl ₂	178	6,79	6,61	6,93	7,19	186	6,15	5,72	6,24	6,73	82	5,63	5,15	5,51	5,85
Humusgehalt in %	118	2,91	2,25	2,50	2,93	114	3,29	2,62	3,00	3,62	52	3,80	3,04	3,74	4,32
Gesamt-N-Gehalt in %	101	0,17	0,13	0,15	0,18	94	0,21	0,17	0,20	0,24	51	0,21	0,19	0,20	0,24
C/N-Verhältnis	101	9,8	9,0	9,5	10,3	94	9,3	8,7	9,2	9,8	51	10,3	9,7	10,5	11,0
KAK in cmol/1000 g	101	18,0	13,8	16,0	19,9	94	17,5	12,1	17,5	21,5	51	10,6	8,6	10,0	12,1
Sand in %	101	20	8	15	31	85	18	9	15	26	51	47	46	48	52
Schluff in %	101	64	53	66	75	85	63	58	63	70	51	42	38	40	43
Ton in %	101	16	11	14	18	85	19	14	18	23	51	11	9	11	12
nachlieferbarer N (mg N/kg u. 7d)	110	62	50	63	75	93	73	54	72	89	51	77	64	75	91
Phosphor (CAL) in mg/kg	178	78	44	69	104	186	77	43	59	85	82	63	39	58	75
Kalium (CAL) in mg/kg	178	144	103	141	184	186	152	106	139	185	82	202	138	184	253
Mg in CaCl ₂ in mg/kg	170	155	108	140	190	145	183	123	170	235	58	127	100	122	152
Kupfer im EDTA - Extrakt (mg/kg)	126	7,9	5,5	7,7	10,0	123	5,4	4,0	5,0	5,8	52	4,2	3,4	4,0	4,9
Zink im EDTA - Extrakt (mg/kg)	126	11,8	4,9	7,6	15,0	123	14,2	5,4	8,0	13,0	52	20,9	3,8	5,1	7,4
Bor (mg/kg)	114	1,0	0,5	0,8	1,4	114	0,7	0,3	0,5	1,0	51	0,4	0,2	0,4	0,4

Auch bei den Humusgehalten zeigen sich die bereits angeführten Effekte hinsichtlich der unterschiedlichen Nutzung: In den beiden bereits genannten Regionen mit vorherrschendem Ackerbau liegen die niedrigsten Humusgehalte vor (Mediane bei 2,33 bzw. 2,50%). In diesen Gebieten sind auch die Tierbestände mit 0,46 bzw. 0,79 am niedrigsten, der Anbau von Feldfutter liegt bei 1-2%. Die höchsten Humusgehalte im Alpenvorland wurden auf den Ackerflächen im Oberen Innviertel ermittelt (Median bei 3,12%), wo der höchste Viehbesatz mit 1,45 und der höchste Feldfutter- und Eiweißpflanzenanteil mit 23% der Ackerfläche vorliegt. Im KPG Mittellagen des Waldviertels, einem klimatisch sehr unterschiedlichen Gebiet, wurden die höchsten Humuswerte (Median bei 3,74) festgestellt (Tabelle 13). Die Ursachen dafür wurden bereits früher erörtert. Hinzuweisen ist weiters auch darauf, dass in den beiden Regionen mit den höchsten Humuswerten in einem höherem Ausmaß leichte Böden mit höherem Sandanteil vorherrschen (Oberes Innviertel 30% Sand, Mittellagen des Mühlviertels 48% Sand), während in den beiden Gebieten mit den niedrigsten Gehalten der Sandanteil bei nur 12 – 15% liegt. Auch bei der Kationenaustauschkapazität zeigten sich zwischen den Regionen vergleichbare Unterschiede mit den niedrigsten Werten in den Mittellagen des Mühlviertels und im Oberen Innviertel. Diese Ergebnisse zeigen, dass insbesondere bei der Evaluierung von Humusgehalten regionale Charakteristika miteinbezogen werden müssen.

Beim nachlieferbaren N mittels Anaerober Mineralisation dürften regionale Einflussgrößen weniger relevant sein, vielmehr ist die konkrete kurz- bis mittelfristige Bewirtschaftung ausschlaggebend. Zu beachten ist, dass in den Gebieten mit den niedrigsten Viehbesatz und niedrigsten Feldfutteranteil sehr hohe Gehalte an nachlieferbarem N (z.B. 3. Quartil > 80 mg N/kg u. Woche) seltener sind als in den übrigen Gebieten.

Bei den pflanzenverfügbaren Nährstoffgehalten Phosphor und Kalium, die durch Wirtschafts- und/oder Mineraldünger in allen Landesteilen verfügbar sind und ausgebracht werden können, sind kaum regionale Aspekte aus Tabelle 13 ableitbar: Die Mediane liegen in den ausgewählten Kleinproduktionsgebieten bei P-CAL zwischen 58 und 69 mg/kg und bei K-CAL zwischen 141 und 160 mg/kg. Nur im Oberen Innviertel liegen beide Mediane etwas niedriger (P-CAL bei 54 und K-CAL bei 103 mg/kg) sowie in den Mittellagen des Mühlviertels bei K-CAL geogen bedingt mit 184 mg/kg etwas höher. Beim pflanzenverfügbaren Magnesium sind regionale Unterschiede ausgehend vom jeweiligen bodenbildenden Substrat gegeben, die Gehalte sind aber fast durchwegs mehr als ausreichend.

Die EDTA-Kupfergehalts-Mediane befinden sich in allen Gebieten zwischen 4,0 und 7,7 mg/kg, die Versorgung wird daher als mittel eingestuft. Bei den EDTA-Zinkgehalten ist in 2 Regionen (Altheim-Obernberger Gebiet, Oberösterreichischer Zentralraum) eine größere Häufigkeit höherer Zinkwerte gegeben (3. Quartilswert 15 bzw. 18 mg/kg). Eine regionale Auswertung ist jedoch nicht angezeigt, weil erhöhte Werte nur bei Betrieben mit Tierhaltung vorkommen und als ein betriebsspezifisches Problem anzusehen sind.

Die pflanzenverfügbaren Bor-Gehalte sind im Oberen Innviertel und in den Mittellagen des Mühlviertels am niedrigsten, die Mediane sind 0,3 bzw. 0,4 mg/kg. Etwa 25% der Proben weisen Werte < 0,2 mg Bor/kg auf und werden als niedrig versorgt eingestuft. In den übrigen Gebieten liegen die Mediane zwischen 0,5 bis 0,8 mg Bor/kg, Gehalte < 0,2 mg/kg treten dort nur mit sehr geringer Häufigkeit auf. In den beiden Gebieten mit der niedrigsten Borversorgung ist der Anteil der Kulturen mit hohem Borbedarf wie Raps und Rübe am niedrigsten (siehe Tabelle 2: 0 bzw. 6% der Ackerfläche). Eine Bordüngung wird daher in der Regel nicht durchgeführt. Die höchsten Borgehalte liegen im Altheim-

Obernberger Gebiet und im OÖ. Zentralraum, wo die Kulturen mit hohem Borbedarf einen Flächenanteil von etwa 20% haben.

4.6 Übersicht der Bodenparameter auf Grünland in den HPG Alpenvorland, Voralpen und Mühlviertel (konventionell und biologische Bewirtschaftung)

Bei den Grünlandproben ist die Anzahl biologisch bewirtschafteter Flächen größer, sodass über alle Hauptproduktionsgebiete eine Auswertung nach konventioneller und biologischer Bewirtschaftung möglich ist. Hinsichtlich der Charakteristika der Bewirtschaftung sind im Grünland klarerweise kaum markante Unterschiede gegeben (siehe Tabelle 3): Alle Betriebe betreiben Rinderhaltung, der Viehbesatz ist in vergleichbarer Dichte, nur der Grünlandanteil an der bewirtschafteten Nutzfläche variiert leicht.

Die pH-Werte unterscheiden sich im Alpenvorland nicht zwischen den beiden Bewirtschaftungen, Median bei 5,66 bzw. 5,69, Mittel bei 5,74 und 5,72. In den anderen HPG liegt der pH-Wert bei biologischer Bewirtschaftung sowohl beim Mittelwert und Median um 0,4 – 0,5 Einheiten niedriger. Im Mühlviertel weisen 25% der Böden der Biobetriebe einen pH-Wert < 5 auf (Tabelle 14).

Die Humusgehalte (Mediane 6,48 und 6,61) unterscheiden sich im Alpenvorland nicht, bei biologischer Bewirtschaftung ist der Anteil höherer Werte größer (3. Quartil 8,42 vs. 7,82). In den Voralpen und im Mühlviertel weisen die Bioproben signifikant höhere Humusgehalte auf: Voralpen 9,91 vs. 8,84%; Mühlviertel 8,95 vs. 7,07% im Mittel. Die Mediane unterscheiden sich um 1,8 bis 2% (Tabelle 14). Das weitere C/N-Verhältnis bei den Proben biologischer Bewirtschaftung in allen HPG weist auf eine niedrigere N-Intensität hin, was auch mit den etwas niedrigeren Wirtschaftsdüngergaben aufgrund der niedrigeren Viehbesatzdichte übereinstimmt.

Die pflanzenverfügbaren P-Gehalte sind in den Voralpen am niedrigsten, die Proben aus konventioneller Bewirtschaftung weisen dort die niedrigeren Werte auf, der Median liegt in der sehr niedrigen Stufe A. Die Probenanzahl ist aus diesem HPG am geringsten (insgesamt nur 47 Proben), der Unterschied wird daher als nicht signifikant ausgewiesen.

In den HPG Alpenvorland und Mühlviertel sind die P-CAL-Gehalte bei biologischer Bewirtschaftung im Mittel um 7-8 mg/kg niedriger, die Mediane um 5-7 mg/kg. Die Unterschiede sind signifikant. Die Mittelwerte liegen alle in der niedrigen Stufe B. Bei konventioneller Bewirtschaftung werden mehr als 25% der Proben hinsichtlich Phosphor als ausreichend versorgt eingestuft, der Anteil der Bioproben liegt bei jeweils 12-13%.

Im Alpenvorland und in den Voralpen besteht kein Unterschied bei den pflanzenverfügbaren K-Gehalten. Fast 3 Viertel der Proben weist eine zumindest ausreichende Versorgung auf. Im Mühlviertel liegen die K-CAL-Gehalte geogen bedingt viel höher, die Mittelwerte und Mediane liegen bereits alle in der hohen Gehaltsstufe D. Ein Zusammenhang mit der Bewirtschaftung ist nicht gegeben.

Die Magnesiumversorgung im Grünland ist geogen bedingt mehr als ausreichend, nur bei den Proben von biologischer Bewirtschaftung im Mühlviertel werden 10% der Proben als ausreichend versorgt bewertet.

Tabelle 14: Übersicht der Bodenwerte der Grünlandstandorte von den HPG Alpenvorland, Mühlviertel und Voralpen nach konventioneller und biologischer Bewirtschaftung

Bodenproben Grünland		pH (CaCl ₂)	Humus- gehalt in %	Ges.-N in %	C/N- Verh.	Ton (Aräo- meter)	P (CAL) in mg/kg	Kalium (CAL) in mg/kg	Mg in CaCl ₂ in mg/kg
Alpen- vorland: konvention. Bewirt.	Anzahl	522	307	286	285	279	522	522	298
	Mittel	5,74	7,17	0,41	9,84	17	42	124	231
	1.Quartil	5,34	5,63	0,34	9,36	12	29	83	171
	Median	5,66	6,61	0,39	9,78	16	37	106	212
	3.Quartil	6,08	7,82	0,46	10,30	20	49	147	277
Alpen- vorland: biologische Bewirt.	Anzahl	72	46	39	39	37	72	72	49
	Mittel	5,72	7,49	0,41	10,48	22	34	127	229
	1.Quartil	5,43	5,77	0,33	10,06	17	24	82	188
	Median	5,69	6,48	0,36	10,33	20	32	113	230
	3.Quartil	5,99	8,42	0,45	10,94	25	40	164	277
Voralpen: konvention. Bewirt.	Anzahl	22	11	11	11	10	22	22	11
	Mittel	6,08	8,84	0,44	10,75	22	21	119	243
	1.Quartil	5,66	6,01	0,36	9,27	17	11	88	139
	Median	5,93	6,57	0,39	9,97	22	21	108	201
	3.Quartil	6,63	10,12	0,57	11,17	26	31	154	361
Voralpen: biologische Bewirt.	Anzahl	25	16	16	16	16	25	25	16
	Mittel	5,55	9,91	0,53	10,28	14	29	105	232
	1.Quartil	5,15	7,17	0,45	9,67	12	24	80	174
	Median	5,47	8,36	0,49	10,03	14	29	105	187
	3.Quartil	5,94	9,58	0,53	10,38	16	33	121	278
Mühlviertel: konvention. Bewirt.	Anzahl	249	133	131	131	130	249	249	143
	Mittel	5,64	7,07	0,38	10,60	15	43	218	211
	1.Quartil	5,33	5,58	0,32	9,96	12	30	128	156
	Median	5,63	6,65	0,38	10,40	16	37	199	201
	3.Quartil	5,94	8,06	0,43	11,08	18	50	275	237
Mühlviertel: biologische Bewirt.	Anzahl	57	25	25	25	25	57	57	25
	Mittel	5,25	8,95	0,45	11,30	14	35	227	150
	1.Quartil	5,00	6,91	0,39	10,22	12	24	147	98
	Median	5,25	8,60	0,45	11,29	14	30	182	124
	3.Quartil	5,46	10,50	0,51	11,92	16	40	308	167

Der Nährstoffversorgungsstatus der Grünlandproben hängt vor allem von den geogenen Voraussetzungen ab und ist daher bei Kalium ausreichend und bei Magnesium hoch und sehr hoch. Bei Phosphor ist die Versorgungslage als niedrig zu bewerten, insbesondere bei den biologisch bewirtschafteten Flächen. Die pH-Werte im Alpenvorland sind ausreichend, im Mühlviertel bei biologischer Bewirtschaftung zu niedrig.

5 Diskussion und Zusammenfassung

Es stehen Bodenuntersuchungsergebnisse von vielen Bodenparametern zur Verfügung, zu denen neben einer regionalen Zuordnung auch alle anderen relevanten betrieblichen Daten wie Flächennutzung, Kulturartenverhältnis, Viehbestand nach Kategorien und die Teilnahme an ÖPUL-Maßnahmen auf Basis der Betriebsnummer ermittelt werden konnten. Die Auswahl der beteiligten Betriebe erfolgte nicht systematisch, sondern primär auf freiwilliger Interessebasis im Rahmen von Pflanzenbauarbeitskreisen und Meisterkursen, sodass die Daten nicht immer in einer ausgewogenen Verteilung zu allen Fragestellungen vorliegen. Die eingebrachten Bodenproben sind dennoch repräsentativ für die oberösterreichischen landwirtschaftlichen Nutzflächen, vor allem für die Ackerstandorte im Alpenvorland.

Trotz der teilweise heterogenen Datengrundlage wurde erstmals eine Auswertung vorgenommen, bei der die Bodendaten biologisch wirtschaftender Betriebe mit konventionellen Proben verglichen wurden. Weil nicht nur die Parameter der Grunduntersuchung (pH-Wert, pflanzenverfügbares Phosphor und Kalium), sondern neben der Bodenschwere auch weitere Parameter für die Charakterisierung der Bodenqualität analytisch erfasst wurden, konnte erstmals auch geprüft werden, in welchem Ausmaß der anzustrebende pH-Wert und der optimale Humusgehaltsbereich entsprechend den Richtlinien für die sachgerechte Düngung, 6. Auflage, von den Proben erreicht wurde. Das N-Nachlieferungspotential wurde nach 2 Verfahren bestimmt.

Auf Ackerland weisen 20% der Standorte einen zu niedrigen pH-Wert auf, es ist ein konkreter Aufkalkungsbedarf angezeigt. Die überwiegende Anzahl der Proben liegt im optimalen schwach sauren bis neutralen Reaktionsbereich. Von den zu sauren Ackerflächen liegen die meisten nur etwa 0,5 – 0,8 pH-Einheiten vom anzustrebenden pH-Wert entfernt. Der Anteil von Standorten im deutlich zu sauren Bereich unter pH 5,0 liegt bei 5%. Auf Grünland beträgt der Anteil der Proben mit zu niedrigen pH-Werten ebenfalls 20%, auch der Anteil von Flächen unter pH 5 liegt bei 5%. Bei Grünland liegen viele pH-Werte nur relativ knapp über dem anzustrebenden Wert, das noch vorhandene Säurepufferpotential ist daher gering.

Zu niedrige Humusgehalte je nach Bodenschwere liegen bei 10% der Ackerstandorte vor, wenn die Messunsicherheit bei der Analytik einbezogen wird (sonst 15%). Die übrigen Proben liegen im optimalen Humusgehaltsbereich. 8 % der Ackerflächen werden mit Humuswerten über 4,5% als stark humos eingestuft.

Das N-Nachlieferungspotential der Biostandorte wird mittels der anaeroben Mineralisation als hoch bewertet, was auf den hohen Feldfutter- und Leguminosenanteil und den mittleren Viehbesatz zurückgeführt wird. Auch bei den konventionellen Betrieben wird bei 40% der Standorte eine hohe N-Nachlieferung ausgewiesen. Damit wird belegt, dass es gelingt den wichtigen Pflanzennährstoff Stickstoff f in pflanzenverfügbarer Form im Kreislauf zu halten, was vor allem auf den hohen Anteil an Begrünungen in beiden Bewirtschaftungssystemen zurückgeführt wird. Auf diese Entwicklung eines zu hohen N-Nachlieferungspotentials wurde mit der Erhöhung der Jahreswirksamkeit des Wirtschaftsdünger - N in der 6. Auflage der Richtlinien für die sachgerechte Düngung reagiert. Bei der Teilnahme an der Maßnahme „Umweltgerechte Bewirtschaftung von Acker- und Grünland“ muss mit noch etwas höheren Jahreswirksamkeiten kalkuliert werden. Dadurch wurde die Spannbreite für mineralische N-Ergänzungsdüngergaben deutlich vermindert.

Bei Phosphor und Kalium entfallen auf Ackerland mehr als 50% der Proben in die ausreichende Gehaltsstufe C, der Anteil der niedrigen Stufen A und B ist mit etwa 30% etwas höher als die der höher versorgten Klassen D und E mit 13% bei Phosphor und 18% bei Kalium. Auf Grünland ist der Versorgungsstatus bei weitem nicht so ausgewogen. Bei Phosphor entfallen 72% der Proben in die niedrigen Gehaltsstufen und nur 18% in die ausreichende Stufe C. Bei Kalium hingegen liegt eine günstigere Verteilung vor mit 46% ausreichend versorgten Standorten, die höheren Stufen weisen etwas größere Anteile mit 29% als die niedrig versorgten Klassen mit 24% auf.

Die niedrige pflanzenverfügbare P-Versorgung auf Grünland hängt auch damit zusammen, dass bei den Ackerproben im Mittel 7-8% des Gesamt-P durch CAL in Lösung gebracht werden kann, während bei Grünland dieser Anteil zwischen 6 bis 3% liegt und mit größer werdendem Humusgehalt abnimmt. Weil nur ein schwacher Zusammenhang zwischen dem Humusgehalt und dem P-Gesamt-Gehalt besteht, dürfte für die Bewertung der P-Versorgung eine zusätzliche Justierung über den Humusgehalt nicht zielführend sein. Um die P-Verfügbarkeit des großen Boden-P-Pools zu verbessern ist jedenfalls ein optimaler Bodenreaktionsbereich für die Löslichkeit der Bodenphosphate und die P-Mobilisierung sicherzustellen.

Bei den pflanzenverfügbaren Nährstoffen gibt es signifikante Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsformen auf Ackerland. Der pflanzenverfügbare Phosphorgehalt ist bei den konventionellen Proben höher. Etwa 55% der biologischen Proben werden den niedrigen Versorgungsstufen A und B zugeordnet. Auch auf Grünland ist bei Phosphor die Versorgungslage als niedrig zu bewerten, insbesondere bei den biologisch bewirtschafteten Flächen. Diese Daten deuten darauf hin, dass insbesondere der Nachhaltigkeit der P-Versorgung hohe Beachtung in der Bewirtschaftung gewidmet werden muss.

Die Höhe des Humusgehaltes wird von den regionalen Ausprägungen wesentlich mitbestimmt. Mit der Einbeziehung der betriebsbezogenen Daten konnte gezeigt werden, dass für die Evaluierung von ÖPUL-Maßnahmen auf die Entwicklung der Humusgehalte die regionalen Charakteristika miteinbezogen werden müssen. Nur wenn größere Datenpools aus den einzelnen Regionen mit vergleichbarer Bewirtschaftungsbasis zur Verfügung stehen, kann der Effekt von konkreten ÖPUL-Maßnahmen hinsichtlich Humusgehalts korrekt bewertet werden.

6 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Herkunft der Bodenproben von Ackerflächen.....	7
Tabelle 2: Herkunft der Bodenproben von Ackerflächen konventioneller Bewirtschaftung nach Kleinproduktionsgebieten.....	8
Tabelle 3: Herkunft der Bodenproben von Grünlandstandorten.....	11
Tabelle 4: Anteile der Ackerbodenproben zu den 5 Gehaltsstufen A, B, C, D und E in %..	22
Tabelle 5: Anteile der Grünlandbodenproben zu den 5 Gehaltsstufen A, B, C, D und E in %	22
Tabelle 6: Übersicht der Bodenanalysen von Acker im Alpenvorland (konv. und biologische Bewirtschaftung) und im Mühlviertel	26
Tabelle 7: pH-Wert in Abhängigkeit von der Tierhaltung im Alpenvorland und Mühlviertel	28
Tabelle 8: Humusgehalt in % in Abhängigkeit von der Tierhaltung im Alpenvorland und Mühlviertel	28
Tabelle 9: Anaerobe N-Mineralisation in mg N/kg u. Woche in Abhängigkeit von der Tierhaltung im Alpenvorland und Mühlviertel.....	29
Tabelle 10: P-CAL in mg/kg in Abhängigkeit von der Tierhaltung im Alpenvorland und Mühlviertel	29
Tabelle 11: K-CAL in mg/kg in Abhängigkeit von der Tierhaltung im Alpenvorland und Mühlviertel	30
Tabelle 12: Zn (EDTA) in mg/kg in Abhängigkeit von der Tierhaltung im Alpenvorland und Mühlviertel	30
Tabelle 13: Übersicht der Bodenanalysen von Acker von 5 Kleinproduktionsgebieten im Alpenvorland und dem KPG Mittellagen des Mühlviertels	31
Tabelle 14: Übersicht der Bodenwerte der Grünlandstandorte von den HPG Alpenvorland, Mühlviertel und Voralpen nach konventioneller und biologischer Bewirtschaftung.....	34

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kumulative Verteilung der pH-Werte der Ackerstandorte in Abhängigkeit von der Bodenschwere.....	13
Abbildung 2: pH-Wert und Anteil des austauschbaren Aluminiums an der Kationen-Austauschkapazität (KAK).....	13
Abbildung 3: Zusammenhang zwischen pH-Wert und Austauschkapazität der Ackerböden in OÖ.....	14
Abbildung 4: Kumulative Verteilung der pH-Werte der Grünlandstandorte in Abhängigkeit von der Bodenschwere.....	15
Abbildung 5: Zusammenhang zwischen pH-Wert und Austauschkapazität auf Grünland in OÖ.....	16
Abbildung 6: Kumulative Verteilung der Humusgehalte in Abhängigkeit von der Bodenschwere auf den Ackerstandorten in OÖ.....	17
Abbildung 7: Kumulative Verteilung der Humusgehalte in Abhängigkeit von der Bodenschwere auf den Grünlandstandorten in OÖ.....	18
Abbildung 8: Beziehung zwischen Humusgehalt und Gesamt-N-Gehalt der Ackerstandorte in OÖ.....	19
Abbildung 9: Beziehung zwischen Humusgehalt und Anaerober N-Mineralisation der Ackerstandorte in OÖ.....	19
Abbildung 10: Kumulative Verteilung der Humusgehalte im Alpenvorland (konv. und biolog.) und Mühlviertel (konv.).....	20
Abbildung 11: Kumulative Verteilung der N-Nachlieferung (anaerobe Bebrütung) im Alpenvorland (konv. und biolog.) und Mühlviertel (konv.).....	21
Abbildung 12: Beziehung zwischen P-CAL und P-Gesamt auf Acker und Grünland in OÖ.....	23
Abbildung 13: Beziehung zwischen Anteil P-CAL an P-Gesamt und Humusgehalt auf Acker und Grünland in OÖ.....	24
Abbildung 14: Beziehung zwischen Anteil P-CAL an P-Gesamt und Humusgehalt auf Acker und Grünland in OÖ. bei sehr niedriger P-Versorgung (Stufe A).....	25