

Veränderung der Mineralstoffgehalte in Böden und Pflanzen von Öko-Milchviehbetrieben in den letzten 15 Jahren

Einleitung und Zielsetzung

In Öko-Milchviehbetrieben erfolgte seit der Umstellung auf Öko-Landbau in der Mehrzahl der Betriebe kein Zukauf von Düngemitteln. Eine Zufuhr von Mineralstoffen erfolgte in nennenswertem Maße allenfalls über Kraft- und Mineralfutter (Input). Aus dem Betrieb heraus verlassen Mineralstoffe über Milch- und Fleischverkauf sowie über Auswaschung den Nährstoffkreislauf (Output). Überprüft wurde, inwieweit es zu einer Verarmung oder Anreicherung in Böden und Pflanzen kam.

Methoden

Für die einzelnen Erhebungszeiträume wurden dieselben Betriebe bewertet (gleichzeitig durchgehend Öko-Betrieb). Die Analysen erfolgten in den LUFen NRW und Niedersachsen nach einheitlicher Methode: 4065 Bodenproben (CAL-Methode bei P und K, CaCl₂-Methode bei pH und Mg), 1035 Silageproben. Die Zahl der Bodenproben wurde auf betrieblicher Basis aggregiert.

Einteilung der Bodenproben nach LUFA-Vorgabe (LUFA NRW 2012):

- Gehaltsklasse A (sehr niedrig), B (niedrig), C (anzustreben), D (hoch), E (sehr hoch)
- Bodenartengruppe 1 + 2 (S, IS, sU), 3 + 4 + 5: übrige Böden

Standorte

Leitbetriebe 2, 9, 10, 13, 14 (insgesamt 130 Öko-Milchviehbetriebe)

Ergebnisse und Diskussion

Bodenversorgung: Kalk oft schwach, Mineralstoffe ausreichend

Auf 70 % der Betriebe ist die Kalkversorgung auf dem Acker unzureichend, auf Grünland sind es 40 % (Abb. 1). Das kann die Bodenfruchtbarkeit und Nährstoffversorgung beeinträchtigen.

Die Mineralstoffversorgung ist im Mittel ausreichend (Versorgungsstufe C, Tab. 1). Auf etwa 10 - 20 % der Acker- und Grünlandflächen (Abb. 1 und 2) liegt sie bei Phosphor und Kalium, bei Grünland auch bei Magnesium, im Bereich von B. Bei

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

guter Bodenfruchtbarkeit kann dabei die Nährstoffnachlieferung noch gut sein, vor allem bei Phosphor.

Tabelle 1: pH-Wert und Mineralstoffgehalte auf Bio-Betrieben 2006 – 2012

Anzahl Betriebe	Umstellung		pH-Wert	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
80	1994	Ackerland	5,8 B	17 C	13 C	11 E
99	1996	Grünland	5,5 C	15 C	16 C	16 D

Abbildung 1:

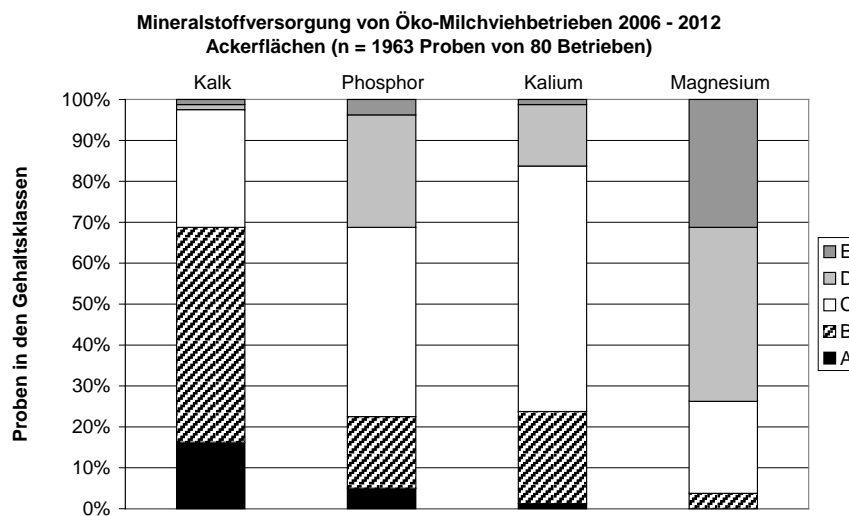
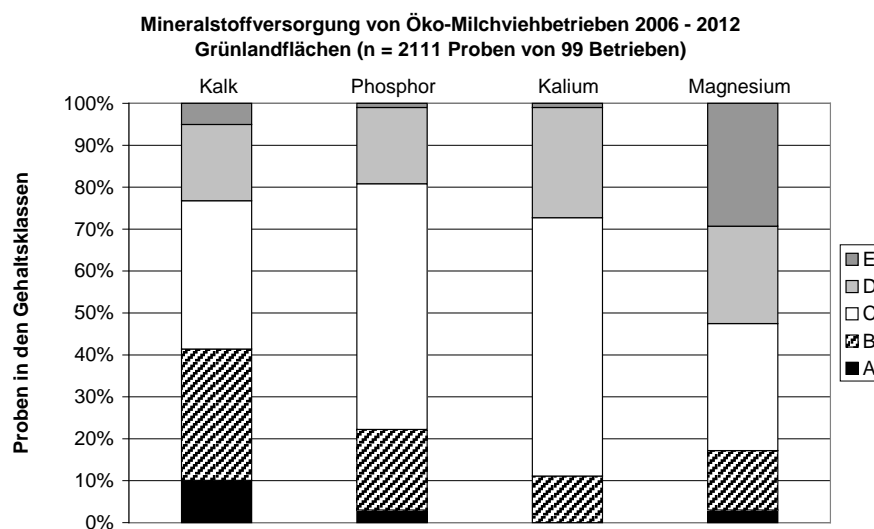


Abbildung 2:



LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN**Veränderungen bei den Nährstoffgehalten**

Innerhalb von 6 bis 7 Jahren kam es zu leichten Veränderungen (Tab. 2): pH-Werte und P-Gehalte sind gesunken, die K-Gehalte auf Ackerland gestiegen. Der Rückgang der P-Gehalte kann in Zusammenhang mit der pH-Absenkung stehen, da vor allem mittlere und schwere Böden davon betroffen waren (auf diesen Böden: niedrigere P-Verfügbarkeit bei niedrigen pH-Werten) (Hagemann et al. 1976). Auf Grünland sind Sandböden häufig nur schwach mit Mg versorgt.

Tabelle 2: Veränderung der Mineralstoffgehalte in Böden, 1999–2005 gegenüber 2006–2012

Berücksichtigte Betriebe: mindestens 5 Jahre Differenz zwischen Probenahme

	Mittleres Jahr der Probenahme	pH-Wert	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
		mg/100 g Boden			
Ackerland	2003	5,86	17,3	13,0	8,3
	2010	5,81	16,3	13,6	8,3
	Differenz	- 0,05 (1)	- 1,0 (1)	+ 0,6	+/- 0
	Mittel der Jahre	5,83	16,8	13,3	8,3
	Max	6,82	34,0	36,9	36,8
	Min	4,40	2,8	3,9	2,3
	SD	0,56	6,2	5,9	6,0
Grünland	2004	5,66	16,3	15,6	13,4
	2010	5,54	14,6	15,5	12,8 (2)
	Differenz	-0,12 (1)	-1,7 (1)	-0,1	-0,6
	Mittel der Jahre	5,60	15,4	15,6	13,1
	Max	6,94	29,9	32,0	45,4
	Min	4,55	4,6	3,7	3,8
	SD	0,53	5,7	6,8	8,2

(1) Rückgang von pH-Wert und P-Gehalt vorwiegend auf mittleren und schwereren Böden

(2) Mg-Gehalt auf Grünland auf Sandböden: 48 % der Böden liegen in Versorgungsstufe A oder B

Im Boden sanken die **pH-Werte** in den letzten Jahren in der Mehrzahl der Betriebe (Tab. 3), sowohl auf leichten als auch auf schwereren Böden und sowohl auf Ackerland als auch auf Grünland. Dadurch gab es in den letzten 6 bis 7 Jahren eine weitere Verschiebung in die Gehaltsklassen A und B. Sehr hohe pH-Werte sind allerdings nicht erwünscht, weil sie unter anderem die Spurenelementversorgung beeinträchtigen können. Betroffen davon sind vor allem die leichten Böden. Auf entsprechenden Standorten sollte keinesfalls gekalkt werden.

Im Boden sanken die **P-Gehalte** in den letzten Jahren in der Mehrzahl der Betriebe (Tab. 4). Aber nur 17 bzw. 18 % lagen beim letzten Probenahmetermin in den Gehaltsklassen A und B.

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN**Tabelle 3: Veränderung der pH-Werte 1999–2005 gegenüber 2006–2012**

Berücksichtigte Betriebe: mindestens 5 Jahre Differenz zwischen Probenahme

Gehaltsklasse 1999- 2005		Bodenartengruppe				Gehaltsklasse 2006 -2012
		1 + 2		3 + 4		
Betriebe (1)		Veränderungen der Gehaltsklasse				Betriebe (1)
		Anstieg	Abfall	Anstieg	Abfall	
Ackerland						
A oder B	49 %	14 %	38 % (2)	12 %	58 % (2)	68 %
C	47 %	19 %	10 %	12 %	4 %	28 %
D oder E	4 %		5 %	4 %		4 %
A bis E		33 %	52 %	27 %	62 %	
Anzahl (1)	47 = 100 %	21 = 100 %		26 = 100 %		47 = 100 %
Grünland						
A oder B	30 %	8 %		15 %	23 % (2)	38 %
C	26 %	4 %	13 %		12 %	18 %
D oder E	44 %	4 %	54 %		15 %	44 %
A bis E		17 %	67 %	15 %	50 %	
Anzahl (1)	50 = 100 %	24 = 100 %		26 = 100 %		50 = 100 %

(1) Anzahl und Aufteilung: incl. 6 Betriebe bei Ackerland und 13 Betriebe bei Grünland mit gleichbleibender Einstufung

(2) einschließlich Betriebe mit Absenkung von Gehaltsklasse C nach B

Tabelle 4: Veränderung der Phosphorgehalte 1999–2005 gegenüber 2006–2012

Berücksichtigte Betriebe: mindestens 5 Jahre Differenz zwischen Probenahme

Gehaltsklasse 1999- 2005		Bodenartengruppe				Gehaltsklasse 2006 -2012
		1 + 2		3 + 4		
Betriebe (1)		Veränderungen der Gehaltsklasse				Betriebe (1)
		Anstieg	Abfall	Anstieg	Abfall	
Ackerland						
A oder B	13 %		5 % (2)	4 %	19 % (2)	17 %
C	47 %	29 %	19 %	8 %	27 %	51 %
D oder E	40 %	14 %	33 %		31 %	32 %
A bis E		43 %	57 %	12 %	77 %	
Anzahl (1)	47 = 100 %	21 = 100 %		26 = 100 %		47 = 100 %
Grünland						
A oder B	10 %	8 %	4 % (2)	4 %	23 % (2)	18 %
C	50 %	17 %	17 %	19 %	23 %	60 %
D oder E	40 %	8 %	33 %	8 %	23 %	22 %
A bis E		33 %	54 %	31 %	69 %	
Anzahl (1)	50 = 100 %	24 = 100 %		26 = 100 %		50 = 100 %

(1) Anzahl und Aufteilung: incl. 3 Betriebe mit gleichbleibendem P-Gehalt

(2) einschließlich Betriebe mit Absenkung von Gehaltsklasse C nach B

Bei den **K-Gehalten** hielten sich Anstieg und Abfall der Werte in etwa die Waage, Ackerland mit leichten Böden (Bodenartengruppe 1 + 2) zeigte häufiger einen Anstieg (Tab. 5).

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN**Tabelle 5: Veränderung der Kaliumgehalte 1999–2005 gegenüber 2006–2012**

Berücksichtigte Betriebe: mindestens 5 Jahre Differenz zwischen Probenahme

Gehaltsklasse 1999- 2005		Bodenartengruppe				Gehaltsklasse 2006 -2012
		1 + 2		3 + 4		
	Betriebe (1)	Veränderungen der Gehaltsklasse				Betriebe (1)
		Anstieg	Abfall	Anstieg	Abfall	
Ackerland						
A oder B	13 %	14 %	29 % (2)	4 %	4 % (2)	19 %
C	70 %	43 %	10 %	35 %	27 %	64 %
D oder E	17 %	5 %		8 %	19 %	17 %
A bis E		62 %	38 %	46 %	50 %	
Anzahl (1)	47 = 100 %	21 = 100 %		26 = 100 %		47 = 100 %
Grünland						
A oder B	6 %	4 %	13 % (2)	8 %	4 % (2)	10 %
C	64 %	33 %	17 %	35 %	15 %	54 %
D oder E	32 %	4 %	25 %	4 %	31 %	36 %
A bis E		42 %	54 %	46 %	50 %	
Anzahl (1)	50 = 100 %	24 = 100 %		26 = 100 %		50 = 100 %

(1) Anzahl und Aufteilung: incl. 2 Betriebe mit gleichbleibendem K-Gehalt

(2) einschließlich Betriebe mit Absenkung von Gehaltsklasse C nach B

Bei den **Mg-Gehalten** Verschiebungen in den Gehaltsklassen gegeben. Allerdings gab es trotzdem häufig einen Rückgang der Gehalte innerhalb der Gehaltsklasse, vor allem bei leichten Böden (Bodenartengruppe 1 + 2) (Tab. 6).

Tabelle 6: Veränderung der Magnesiumgehalte 1999–2005 gegenüber 2006–2012

Berücksichtigte Betriebe: mindestens 5 Jahre Differenz zwischen Probenahme

Gehaltsklasse 1999- 2005		Bodenartengruppe				Gehaltsklasse 2006 -2012
		1 + 2		3 + 4		
	Betriebe (1)	Veränderungen der Gehaltsklasse				Betriebe (1)
		Anstieg	Abfall	Anstieg	Abfall	
Ackerland						
A oder B	0 %		14 % (2)			6 %
C	32 %	19 %	5 %	15 %	12 %	26 %
D oder E	68 %	19 %	38 %	35 %	35 %	68 %
A bis E		38 %	57 %	50 %	46 %	
Anzahl (1)	47 = 100 %	21 = 100 %		26 = 100 %		47 = 100 %
Grünland						
A oder B	28 %	25 %	25 % (2)	4 %	12 % (2)	32 %
C	30 %	13 %	13 %	19 %	12 %	28 %
D oder E	42 %		25 %	19 %	35 %	40 %
A bis E		38 %	63 %	42 %	58 %	
Anzahl (1)	50 = 100 %	24 = 100 %		26 = 100 %		50 = 100 %

(1) Anzahl und Aufteilung: incl. 2 Betriebe mit gleichbleibendem Mg-Gehalt bei Ackerland

(2) einschließlich Betriebe mit Absenkung von Gehaltsklasse C nach B

Mineralstoffgehalte in der Pflanze (Tab. 7)

Die **P-Gehalte** in der Pflanze sind in den letzten 15 Jahren trotz Rückgang der P-Gehalte im Boden etwa konstant geblieben. Der mögliche Grund: Die Bodengehalte lagen nach Rückgang im letzten Untersuchungszeitraum überwiegend in Gehaltsklasse C und höher. Aber auch bei niedrigeren Bodengehalten können in Öko-Milchviehbetrieben die Bodenphosphate gut genutzt werden, bedingt durch den hohen Klee grasanteil in der Fruchtfolge und bei höherem Kleeanteil im Grünland (Marschner 1986). Bei Düngbedarf wirken unter diesen Bedingungen auch Rohphosphate (Aguilar et al. 1981). Auf mittleren und schweren Böden kann auch eine Kalkung die Verfügbarkeit von P verbessern (Hagemann et al. 1976). Pflanzen und Milchkühe waren im Mittel ausreichend mit P versorgt. Einzelbetrieblich, aber auch jahresbedingt nach Trockenheit (Ge et al. 2010) wie beim 1. Schnitt 2011 (Leisen, 2011), können die Gehalte deutlich niedriger ausfallen. Eine Ergänzung über Mineralfutter ist dann zu empfehlen.

Die **K-Gehalte** stiegen tendenziell. Aus Sicht der Tierernährung ist das unerwünscht. Deshalb ist auch eine Düngung mit Kainit zur Anreicherung des Weidegrases mit Natrium als kritisch anzusehen. Die Natriumversorgung sollte stattdessen über Mineralfutter erfolgen (Spiekers et al. 2009).

Die **Mg-Gehalte** blieben etwa konstant und deckten im Mittel sowohl den Bedarf der Pflanzen als auch der Milchkühe ab. Zusätzlicher Bedarf bestand vor allem bei Grünland auf Sandböden.

Allgemeine Anmerkung: Die niedrigen Gehalte einzelner Silagen (siehe Minimumwerte in Tab. 7) zeigen, dass auf einzelnen Standorten die Mineralstoffversorgung sehr knapp ist. Eine ausreichende Versorgung von Pflanze und Tier ist damit nicht überall gewährleistet.

Schlussfolgerungen

Die Kalkversorgung muss auf vielen Standorten verbessert werden. In den Pflanzen sind die Phosphorgehalte in den letzten Jahren konstant geblieben, trotz Rückgang der Bodengehalte in vielen Betrieben. Die Kaliumgehalte in den Silagen stiegen zunehmend an, die Magnesiumgehalte blieben etwa konstant. Düngerzukauf war meistens nicht erforderlich, bei Kalium sogar auf vielen Standorten unerwünscht. Auf einzelnen Standorten gab es allerdings auch Mineralstoffmangel, Zur ausreichenden Versorgung ist hier ein Zukauf an Mineralstoffen zu empfehlen, über Dünger oder über Mineralfutter.

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

Tabelle 7: Mineralstoffgehalt von Silagen in den letzten 15 Jahren

Erntejahr	Grünlandsilagen				Kleegrassilagen			
	n	P	K	Mg	n	P	K	Mg
	(g/ 100 g T)				(g/ 100 g T)			
1997 – 2001	86	0,35	2,65	0,19	77	0,34	2,74	0,18
2002 – 2006	177	0,35	2,74	0,20	183	0,34	2,88	0,20
2007 – 2011	273	0,36	2,87	0,19	239	0,34	3,03	0,19
1997 – 2011 Mittel		0,36	2,79	0,19		0,34	2,93	0,19
Max	536	0,56	5,95	0,38	499	0,59	5,38	0,39
Min		0,13	0,52	0,06		0,16	0,25	0,07
SD		0,06	0,55	0,05		0,06	0,59	0,05
erforderliche Gehalte für Milchkühe ¹⁾		0,25 – 0,38		0,15 – 0,16		0,25 – 0,38		0,15 – 0,16
erforderliche Gehalte für Pflanzen ²⁾		0,31 – 0,37	2,00 – 2,50			0,31 – 0,37	2,00 – 2,50	

(1) niedriger Wert: Bedarf bei Trockenstehern, hoher Wert: 35 kg Milchleistung (Spiekers et al. 2009)

(2) niedriger Wert: Bedarf bei 30 % RF und 10 % RP (altes Futter), hoher Wert: Bedarf bei 21 % RF und 20 % RP (junges Futter), in Anlehnung an Jacob und Voigtländer (1987)

Literatur

Aguilar S. A., van Diest A. (1981): Rock-phosphate mobilization induced by the alkine uptake pattern of legumes utilizing symbiotically fixed nitrogen. *Plant Soil* 61, 27–42.

Ge T.D., Sui F.G., Nie A., Sun N.B., Xiao H., Tong C.L. (2010): Differential responses of yield and selected nutritional compositions to drought stress in summer maize grains. *J. Plant Nutr.* 33, 1811 – 1818

Hagemann O., Müller S. (1976): Untersuchungen über den Einfluss des pH-Wertes auf die Ausnutzung von Düngerphosphaten und die Mobilisierung von Bodenphosphaten. *Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenk.* 20, 805 - 815

Leisen E. (2011): Mineralstoffversorgung vom Aufwuchs bei Kleegras und Grünland in langjährigen Öko-Milchviehbetrieben in den letzten 15 Jahren. *Versuchsbericht 2011* (unter www.oekolandbau.nrw.de/Forschung/Leitbetriebe/Ergebnisse/nach Jahren/2011).

LUFA NRW (2012): Empfehlungen für die Düngung von Acker- und Grünland. Merkblatt, Stand 29.5.2012.

Marschner H. (1986): *Mineral Nutrition in Higher Plants*. Academic Press, Orlando, Florida, 674 S.

Spiekers H., Nussbaum H., Potthast V. (2009): *Erfolgreiche Milchviehfütterung*. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 576 S.

Voigtländer G., Jacob H. (1987): *Grünlandwirtschaft und Futterbau*. Ulmer, Stuttgart, 480 S.