

Entwicklung der Grundnährstoffgehalte und des pH-Wertes im Boden nach 10-jähriger Bewirtschaftung nach den Richtlinien des ökologischen Landbaus

Harriet Gruber und Uwe Thamm

Abstract: The following paper shows the impact of organic farming on the development of contents of phosphorus, potassium, magnesium and pH in the soil. The basis is a six-year crop rotation with animal manures (ca. 85 dt/ha/a) in the location of Gülzow (Mecklenburg-Prepomerania). From 1993 to 2003 samples of soil were taken with a soil auger in a depth between 0 and 30 cm. The discussion of changes in the nutrient contents are connected with nutrient balances. As a result, organic farming does not lead to lower nutrient contents in soil. Only the content of potassium shows a decreasing tendency. The pH is at a high level and the content of magnesium increases a little.

Einleitung

Die Nährstoffversorgung mit Kalium, Phosphor und Magnesium ist im ökologischen Landbau in erster Linie auf den Boden ausgerichtet. Die direkte Versorgung der Pflanze tritt dadurch in den Hintergrund. Um den Nährstofftransfer vom Boden zur Pflanze zu gewährleisten, ist im ökologischen Landbau die Verbesserung der Humusversorgung und die damit einhergehende Aktivierung des Bodenlebens ein vorrangiges Ziel.

Die Grundnährstoffe werden in ökologisch wirtschaftenden Betrieben in erster Linie über betriebseigene Dünger (Stalldung, Gülle, Kompost) sowie Ernte- und Wurzelrückstände dem Boden wieder zugeführt. Die Umwandlung von nicht pflanzenverfügbaren Verbindungen, z. B. bei Phosphor, in eine pflanzenaufnehmbare Form erfolgt vorrangig über Mikroorganismen. Der gezielte Anbau verschiedener Kulturen kann diesen Umwandlungsprozess unterstützen. Da trotz weitestgehend geschlossener Kreisläufe im ökologischen Landbau mit dem Verkauf von Produkten Nährstoffe den Betrieb verlassen und Auswaschungsverluste besonders bei Kalium und Magnesium auftreten können, ist bei unzureichender Nachlieferung aus dem Bodenpool die Zuführung betriebsfremder Düngemittel möglich. In Ausnahmefällen (EU-VO 2092/91, Richtlinien der Verbände) können daher bei Nachweis der Notwendigkeit zugelassene mineralische Düngemittel eingesetzt werden.

Gegenstand der Betrachtungen sind die Nährstoffgehalte und der pH-Wert des Bodens. Ziel dieser Untersuchungen sind Aussagen zur Entwicklung der Gehalte im Boden bei Berücksichtigung der Nährstoffzu- und -abfuhr unter den hier vorliegenden Standortbedingungen.

Methode

Grundlage der Untersuchungen war der seit 1993 ökologisch bewirtschaftete Dauerversuch am Standort Gülzow. In einer 6-feldrigen Fruchtfolge mit 33 % Leguminosen und 50 % Getreide sowie einem Hackfruchtschlag wurden neben einer regelmäßigen Stalldüngung (ca. 85 dt/ha/a) auch zeitweise zugelassene mineralische Grundnährstoffe ausgebracht. Jährlich wurden zu Vegetationsbeginn die Probenahme mit dem Bohrstock in einer Tiefe von 0-30 cm vorgenommen und der Gehalt an P_{DL} , K_{DL} und Mg_{DL} untersucht sowie der pH-Wert bestimmt. Die Ergebnisse wurden mit einer konventionell bewirtschafteten Variante verglichen. Die Einordnung der Bodengehalte in die Gehaltsklassen erfolgte für die Bodenartengruppe 2 - schwach lehmiger Sand, die Gehalte wurden in Oxidform dargestellt (Anonym, 1998). Die für die ökologisch bewirtschaftete Variante ausgewiesenen Bilanzsalden wurden in Reinnährstoffen angegeben und mit dem Kalkulationsprogramm BEFU der sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft berechnet, welches an die Bedingungen des Öko-Landbaus angepasst und bereits in Öko-Betrieben erprobt wurde. Die in der ökologischen Variante zugeführten Dünger (organisch/mineralisch) sind in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Grunddüngung, Kalkung und Stalldünggaben bei ökologischer Bewirtschaftung, Gülzow 1993-2003

Schlag	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1			Dung Tho		Kalk	Dung				Dung	
2	Dung		Tho	Dung		Kalk	Dung		Kie		Dung
3		Dung Kalk			Dung Tho			Dung			
4		Kalk	Dung			Dung Tho		Kalk	Dung		
5	Dung		Kalk	Dung				Dung		Dung	
6		Dung		Kalk	Dung				Dung Kie		Dung

Dung = Stalldung, Kalk = Kalkung, Tho = Thomassulfatkali, Kie = Kieserit

Ergebnisse und Diskussion

Bei einer leicht positiven **Phosphorbilanz** (Tab.2) zeigte sich im Mittel der Schläge 2003 keine nennenswerte Veränderung der Bodengehalte im Vergleich zu 1993 (Abb. 1). Seit Bewirtschaftungsbeginn wurden über organische Dünger etwa 16 kg P/ha/a zugeführt. Somit wurden in der Fruchtfolge ca. 85 % des Phosphors über Stalldung (und Gülle) ausgebracht und somit mehr als 100 % des P-Entzuges abgedeckt.

Mit der Applikation von zugelassenen mineralischen Phosphordüngern bis 1998 sind auf vier von sechs Schlägen zusätzlich knapp 8 kg P/ha/a ausgebracht worden, was auf den gesamten Zeitraum und alle Schläge bezogen 3 kg P/ha/a ergibt. Die Entwicklung der Bodengehalte zeigte in der Tendenz auf Schlägen mit zusätzlicher mineralischer Düngung keine Unterschiede zu den bisher nicht zusätzlich mit Phosphor versorgten Schlägen. In einem unter konventionellen Bedingungen durchgeführten Dauerversuch zur P/K-Düngung am Standort Gülzow veränderten sich die Bodengehalte selbst bei einer Düngung von 50 % des P-Entzuges bisher nicht (BOELCKE, 2003).

Tabelle 2: Nährstoffzufuhr und -entzug sowie Bilanzsalden im Mittel der Fruchtfolge (1993-2003)

Nährstoffe	Phosphor (P)	Kalium (K)	Magnesium (Mg)
Zufuhr (kg/ha/a)	19	65	32
dav aus Stalldung/ Gülle	16	56	13
aus mineralischer Düngung	3	9	19
Entzug (kg/ha/a)	14	73	9
Bilanzsaldo (kg/ha/a)	5	-8	23

Der bei ökologischer Bewirtschaftung festgestellte P_2O_5 -Gehalt im Mittel der Schläge war trotz deutlicher Unterschiede zwischen den Schlägen relativ hoch. Die Gehalte aller Schläge lagen in den Gehaltsklassen C und D. Nach KOLBE (1997, 2001) sind für den ökologischen Landbau Bodengehalte in der Klasse B ausreichend. Er bezieht das allgemein geringere N-Niveau im Boden in seine Überlegungen ein. KERSCHBERGER u. MARKS (2002) fordern dagegen für den Ertragsbereich unter 50 dt/ha GE, der im ökologischen Landbau in der Regel erreicht wird, die Aufdüngung zur Gehaltsklasse C. EMMERLING (1999) verweist auf das häufig höhere P-Mobilisierungsvermögen aus der organischen Fraktion ökologisch bewirtschafteter Böden, das ein nach der DL-Methode ermittelter und in die Gehaltsklassen eingeordneter Wert nur unzurei-

chend berücksichtigt. EICHLER (1999) empfiehlt für den Öko-Landbau die Nutzung von Phosphatreserven im Boden durch den Anbau geeigneter Zwischenfrüchte. Eigene Untersuchungen und die von PAFFRATH (1994) zeigten hohe jahresbedingte Schwankungen der Phosphorgehalte im Boden, die auch in der konventionellen Variante bestätigt wurden. Im konventionellen Anbau wurde die P-Zuführung bis 1998 wie im ökologischen System vorgenommen und zusätzlich knapp 6 kg P/ha/a über Mehrnährstoffdünger ausgebracht. Ab 1999 wurde hier auf organische Düngung verzichtet und ausschließlich mineralisch gedüngt.

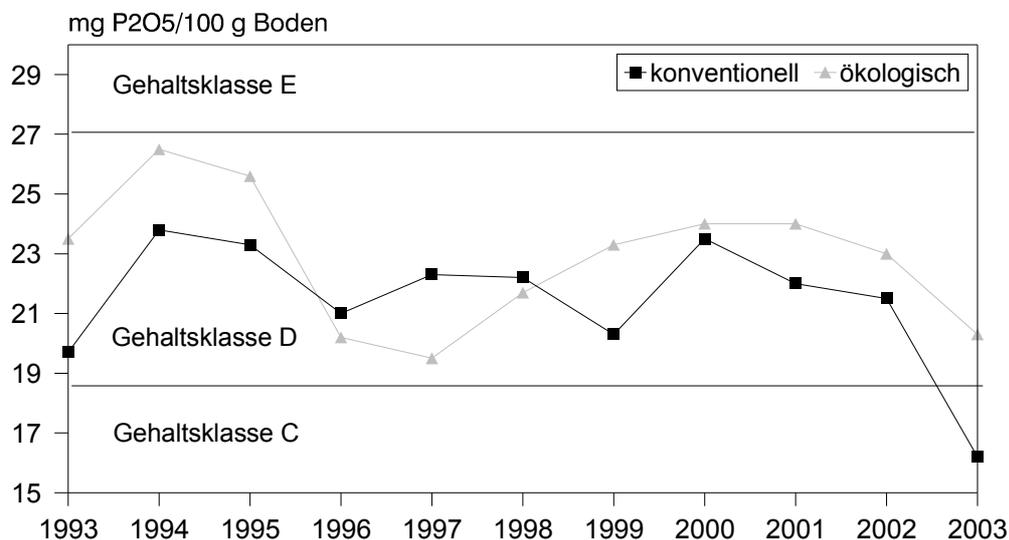


Abbildung 1: Mittlere P₂O₅-Gehalte im Boden, Gülzow 1993-2003

Die **Kalium**-Zufuhr erfolgte im Mittel der Jahre zu etwa 85 % aus organischen Düngern. Über mineralische Dünger (Thomassulfatkali) wurden vier Schläge bis 1998 zusätzlich mit einer durchschnittlichen Menge von 26 kg K/ha/a gedüngt, was 9 kg K/ha/a in der Gesamtbilanz entspricht (Tab. 2). Ab 1999 wurde bei ökologischer Bewirtschaftung Kalium ausschließlich über organische Dünger zugeführt. Die K-Bilanz in der ökologisch bewirtschafteten Fruchtfolge am Standort Gülzow ergab ohne Einbeziehung von Auswaschungsverlusten einen leicht negativen Saldo. Für den vorliegenden Standort können Auswaschungsverluste in Höhe von durchschnittlich 25 kg K/ha/a unterstellt werden (Anonym, 1998), so dass sich bei deren Einbeziehung ein deutlich negativer Saldo in der Bilanz ergeben würde. Nach KOLBE, (2001) tragen auf Dauer negative Bilanzsalden zu einer Verringerung der Bodengehalte bei.

So ergaben die Untersuchungen auch am Standort Gülzow im Mittel der Schläge einen schwachen Abwärtstrend der K₂O-Gehalte im Boden (Abb. 2). Im vorliegenden Fall wurde die Abnahme der Bodengehalte auf jahresbedingt hohe Auswaschungsverluste ab 1999 zurückgeführt. Auf höhere Auswaschungsverluste in diesen Jahren deutete auch die größere Differenz zwischen den Herbst- und Frühjahrsgehalten bei Nitratstickstoff hin (GRUBER et al., 2003).

Die Kaliumgehalte im Boden zwischen den zusätzlich mit Mineraldünger versorgten Schlägen und denen, die bisher keine zusätzliche Mineraldüngung erhielten, unterschieden sich nicht. Ein Vergleich mit der konventionell bewirtschafteten Fläche, die bis 1998 ebenfalls mit organischen und darüber hinaus nur noch mit mineralischen Düngern versorgt wurde, zeigte grundsätzlich keine andere Entwicklung der Gehalte im Boden. Die Versorgung mit Kalium ist trotz der abnehmenden Tendenz gut und lag im oberen Bereich der Gehaltsklasse C. Zwischen den Schlägen traten bodenbedingte Gehaltsunterschiede auf. Eine Abnahme der Bodengehalte um 6 mg/100 g K₂O stellte PAFFRATH (1994) nach 12 Jahren ökologischer Bewirtschaftung fest.

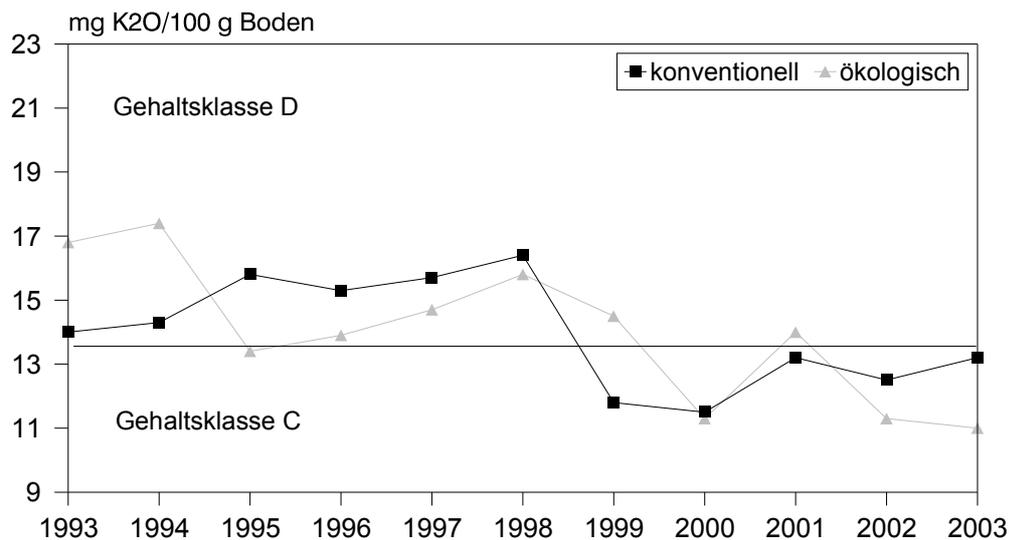


Abbildung 2: Mittlere K₂O-Gehalte im Boden, Gülzow 1993-2003

Die **Magnesiumbilanz** der Fruchtfolge wies einen positiven Saldo von 23 kg Mg /ha/a aus (Tab. 2). Zu knapp 60 % wurde die Magnesiumzufuhr über die Kalkung abgedeckt. Durch organische Düngung wurden 40 %, das sind 13 kg Mg /ha/a, zugeführt. Diese Menge deckt bereits zu 140 % den Entzug durch die vom Feld gefahrenen Produkte. Auswaschungsverluste wurden bei der Bilanzierung nicht berücksichtigt. Auf dem Dauerversuch in Gülzow wurde bis 1998 auf jedem Schlag einmal Kalkmergel ausgebracht und im Jahr 2000 ein Schlag ein zweites Mal mit Kalk versorgt. Die unterschiedliche Versorgung der Schläge hatte keinen nennenswerten Einfluss auf den Verlauf der Gehalte im Boden. Die Magnesiumgehalte im Boden zeigten im Mittel aller Schläge eine steigende Tendenz (Abb. 3), was auch auf die positive Bilanz zurückgeführt wird. Bei Berücksichtigung von Auswaschungsverlusten in Höhe von 25 kg Mg /ha/a für den Standort in Gülzow (Anonym, 1998) ergab sich eine ausgeglichene Bilanz, so dass sich die steigenden Bodengehalte nur schwer erklären lassen. Die sich bei Berücksichtigung von Auswaschungsverlusten ergebende abfuhrorientierte Düngung über Stalldung führte demzufolge bisher nicht zu der von ALBERT (1997) unterstellten Abnahme der verfügbaren Bodengehalte. Trotz schlagbezogener Differenzierung der Bodengehalte, lagen die Mg-Gehalte in den Gehaltsklassen C und D.

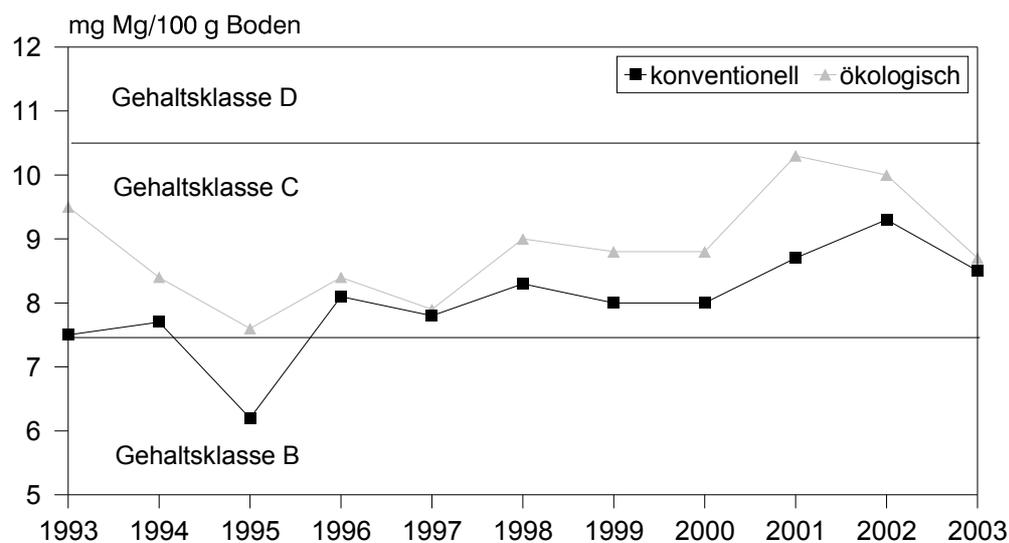


Abbildung 3: Mittlere Mg-Gehalte im Boden, Gülzow 1993-2003

Deutlich geringere Magnesiumgehalte im Boden wurden in Praxisbetrieben festgestellt. In Auswertung einer Umfrage unter den ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Mecklenburg-Vor-

pommern ging hervor, dass 26 % der erfassten Flächen Magnesiumgehalte in der Gehaltsklasse A aufweisen (GRUBER u. THAMM, 2003). Auch KAPE (2003) ermittelte aus Daten der LUFA Rostock besonders hohe Flächenanteile in der Gehaltsklasse A. In beiden Untersuchungen konnte ein Zusammenhang zwischen Magnesiumgehalten und Kalkung nicht hergestellt werden.

Alle **pH-Werte** der ökologisch bewirtschafteten Schläge liegen überwiegend in der pH-Wert-Klasse D (Abb. 4), womit diese Werte teilweise für die Bodenart (schwach lehmiger Sand) zu hoch sind. Zwischen den Jahren traten leichte Schwankungen auf. Die ermittelten Werte ergaben darüber hinaus deutliche Schlageffekte. So wiesen die Schläge 1 bis 4 einen pH-Wert zwischen 6 und 7 auf, dagegen lag der pH-Wert der Schläge 5 und 6 in einigen Jahren auch unter 6, was jedoch der Bodengüte entspricht. Eine Kalkung erfolgte seit 1999 nur noch bei Bedarf. Ziel ist es den pH-Wert der Bodengüte anzupassen, um eine bessere Verfügbarkeit aller Nährstoffe zu erreichen. Deutlich geringere pH-Werte wurden über den gesamten Untersuchungszeitraum in der konventionell bewirtschafteten Variante festgestellt. In beiden Bewirtschaftungssystemen veränderte sich damit der standortspezifische pH-Wert nur geringfügig.

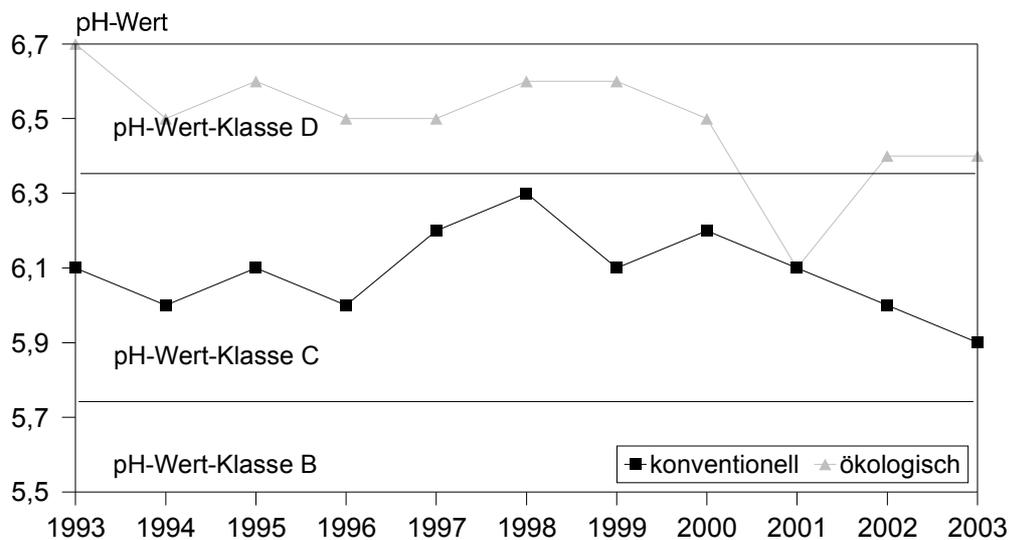


Abbildung 4: Mittlere pH-Werte im Boden, Gülzow 1993-2003

Fazit

- Die Nährstoffgehalte im Boden sowie der pH-Wert waren auf den hier vorgestellten ökologisch bewirtschafteten Flächen in der Regel hoch. In den Untersuchungen wurden deutliche Jahres- und Schlageffekte festgestellt.
- Die mehr als 10-jährige ökologische Bewirtschaftung führte bei nahezu ausgeglichenen Bilanzen, die insbesondere durch Zufuhr von Stallung erreicht wurden, bisher nicht zu einer deutlichen Veränderung der Bodengehalte.
- Die zusätzlich mit mineralischen Düngern versorgten Flächen wiesen keine durch diese Maßnahme verursachten unterschiedlichen Bodengehalte zu den ausschließlich mit Stallung gedüngten Flächen auf.
- Bei der Bewertung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass ein wesentlicher Teil der Nährstoffe aus Stallung bereitgestellt wurde. Betriebe ohne Viehhaltung beanspruchen somit wesentlich stärker den Bodenvorrat. Daher sind die hier vorgestellten Ergebnisse nicht auf alle Betriebsstrukturen übertragbar.

Literatur

- Anonym (1998): Düngung 1998. Hinweise und Richtwerte für die landwirtschaftliche Praxis. Hsg. Ministerium für Landwirtschaft und Naturschutz der Landes Mecklenburg-Vorpommern, LMS-Landwirtschaftsberatung Mecklenburg-Vorpommern und Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern
- ALBERT, E. (1997): Dem Boden geben was ihm genommen. Neue Landwirtschaft (1997)7, S. 58-61
- BOELCKE, B. (2003): Grunddüngung zu Kartoffeln. In: Ergebnisse der Kartoffelproduktion 2003 und Empfehlungen für 2004. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei
- EICHLER, B. (1999): Ausnutzung akkumulierter Phosphate in landwirtschaftlichen Böden durch morphologische und physiologische Anpassungsmechanismen verschiedener Zwischenfrüchte. Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau, Berlin 1999, S. 39-43
- EMMERLING, CH. (1999): Phosphorversorgung und Nachlieferung in langjährig ökologisch bewirtschafteten Böden und Schlussfolgerungen für den Praxisbetrieb. Tagungsreader des XIX. Fortbildungskurses der Sächsischen Interessengemeinschaft Ökologischer Landbau e.V. vom 11.-12. 03.1999 in Pressel. Hsg. R. Einsiedel
- GRUBER, H., U. THAMM u. V. MICHEL (2003): Nitratstickstoffgehalte im Boden in einer 6-feldrigen Fruchtfolge. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau, Wien 2003, S. 467/468
- GRUBER, H., U. THAMM (2003): Nährstoffkreisläufe und Humusbilanzen in Betrieben des ökologischen Landbaus in Abhängigkeit von Standortbedingungen und Betriebstypen. Zwischenbericht der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei.
- KAPE, E. (2003): Gesetzliche Anforderungen an die Düngung in Öko-Betrieben. Vortrag zum Tag des Ökologischen Landbaus der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern am 05.06.03
- KERSCHBERGER, M. u. G. MARKS (2002): Rohphosphat - was sonst? Bauernzeitung 43 (2002)15, S. 31-32
- KOLBE, H. (1997): Beitrag des Ökologischen Landbaus zum Umwelt- und Ressourcenschutz – Teil II- Infodienst der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft 11/1997
- KOLBE, H. (2001): Anleitung zur P-, K-, Mg- und Kalk-Düngung im ökologischen Landbau. SÖL-Berater-Rundbrief
- PAFFRATH, A. (1994): Ökologische Wirtschaftsweise und Nährstoffgehalte im Boden. Ökologie und Landbau 91. S. 15-16