

Entwicklung der Nährstoff- und Humusgehalte am Standort Gülzow nach langjähriger ökologischer Bewirtschaftung

Dr. Harriet Gruber, Birgit Burmann

Abstract: Soil fertility is directly linked to soil organic matter, since it is an important nutrient reserve and essential for maintaining good soil physical conditions, which is of particular relevance in organic farming. In a six-field crop rotation in Gülzow with 33-50% legumes and fertilization with manure, the time course of soil nutrient levels (phosphorus, potassium, magnesium, carbon and nitrogen) and pH-value was examined. Soil nutrients levels were within a sufficient range. The content of carbon was found to increase while soil pH decreased with time. Furthermore, carbon content of the soil was found to be closely correlated with its nitrogen content.

Zusammenfassung

Die in der vierten Rotation befindliche Fruchtfolge am Standort Gülzow wurde seit 1992 ökologisch bewirtschaftet. Die Fruchtfolge hat sich geringfügig verändert und umfasst derzeit 33 bzw. 50 % Leguminosen und wurde wie ein viehhaltender Betrieb mit 0,6 - 0,8 GV/ha bewirtschaftet. Während des Beobachtungszeitraumes wurden jährlich Grundnährstoffgehalte, pH-Werte und der C- und N_t-Gehalt im Boden bestimmt. Die Effizienz der Nährstoffverwertung liegt zwischen 70 und 90 %. In der Folge bewegen sich die Nährstoffgehalte im Boden auf hohem Niveau im Bereich der Gehaltsklassen C und D. Der pH-Wert nahm in den letzten Jahren kontinuierlich bei zunehmender Differenzierung zwischen den Schlägen ab. Positive Humusbilanzen führten zu steigenden C-Gehalten im Boden. Zwischen dem C- und N_t-Gehalt konnte ein sehr enger Zusammenhang nachgewiesen werden. Die Bewertung der Fruchtfolge bietet eine weitere Grundlage, um den Öko-Landbau bezüglich seiner Langzeiteffekte unter vergleichbaren Bedingungen zu beurteilen.

Einleitung

Langzeitbeobachtungen sind gerade für den Öko-Landbau von Interesse, da insbesondere diese Wirtschaftsweise Handlungsfelder integriert, deren Auswirkungen erst nach mehreren Jahren sichtbar werden. Diese Tatsache bezieht sich vor allen Dingen auf Abläufe im Boden.

Nährstoff- und Humusversorgung sind langfristige Aufgaben, die auch ein weitsichtiges Bewirtschaftungskonzept in Bezug auf Fruchtfolgegestaltung, organische Düngung, Zwischenfruchtanbau, mineralische Grundnährstoffdüngung und Kalkung erfordern. Auf der am Standort Gülzow seit 1992 ökologisch bewirtschafteten Fläche wurde seit 1993 die Entwicklung der Grundnährstoffe und Humusgehalte verfolgt. Dadurch kann abnehmenden Gehalten frühzeitig begegnet und gegebenenfalls Grundnährstoffe und Kalk zugeführt werden.

Die hier vorgestellte Fruchtfolge bietet sehr gute Voraussetzungen für eine nachhaltige Bewirtschaftung. Der hohe Leguminosenanteil und die Einbeziehung des Zwischenfruchtanbaus schaffen gute Bedingungen zur Humusmehrung und Mobilisierung von Phosphaten aus der organischen Substanz. Der Auswaschung von Kalium, Magnesium und Stickstoff kann durch einen hohen Bodendeckungsgrad begegnet werden.

Material und Methode

Standortbeschreibung

Der Versuchsstandort ist ein anlehmiger Sand mit durchweg günstiger Grundwasserbeeinflussung. Die unterschiedliche Körnungsstruktur mit hohem Feinsandanteil sorgt häufig für Dichtlagerung und Verschlammung der Böden. Die Grundnährstoffversorgung (Tabelle 1) ist vergleichsweise gut und liegt überwiegend in den Klassen C und D. Neuere Untersuchungen ergaben, dass der S_{min}-Gehalt der Flächen gering ist.

Tabelle 1: Nährstoffversorgung (Stand 2015)

Bodenart/AZ	S-SL / 25 - 44	
pH-Wert	6,1	(5,7 - 7,2)
K ₂ O (mg/100 g Boden)	15,0	(9 - 21)
P ₂ O ₅ (mg/100 g Boden)	19,3	(16 - 22)
Mg (mg/100 g Boden)	9,6	(7 - 14)
N _t -Gehalt	0,09	(0,08 - 0,13)
C _t -Gehalt	0,89	(0,76 - 1,24)

Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt am Standort Gülzow bei 8,6 °C, die mittlere jährliche Niederschlagsmenge bei 569 mm (30-jähriges Mittel). Der meiste Niederschlag fällt im Sommer, in den Monaten Juni, Juli und August.

Bewirtschaftung

Die Erhebungen wurden in der am Standort etablierten wiederholungslosen Fruchtfolge durchgeführt. Ab der 3. Rotation betrug der Kleeanteil 33 %, der Leguminosenanteil 33 bzw. 50 %. Die Fruchtfolge besteht aus 50 % Blattfrüchten und 50 % Halmfrüchten (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die Bewirtschaftung erfolgte wie in einem Gemischtbetrieb mit 0,6 - 0,8 GV/ha, Dung wurde aus einem Öko-Betrieb zugekauft, Stroh und Klee in der Regel abgefahren. Auf Grund sehr hoher Humusbilanzwerte wurde die Dungmenge ab 2013 halbiert. PK-Dünger wurde zuletzt 1998 ausgebracht. Bis zum Jahr 2000 wurde regelmäßig gekalkt, danach erst wieder 2013 und 2014 auf drei Schlägen.

- Klee wird ab der 3. Rotation im März nach einer Winterfurche in Frühjahrsblanksaat etabliert, ab der 4. Rotation pfluglos (Feld 1).
- Zu Wintergetreide wird das Klee Gras Anfang September umgebrochen (Grubber) und nach zwei Tagen Vorrotte gepflügt, die Aussaat des Wintergetreides erfolgt Ende September. Zum Sommergetreide wurde der Umbruch im Frühjahr vorgenommen und die Pflugfurche und Aussaat sehr zeitnah durchgeführt (Feld 3).
- Nach der Getreideernte wird im September Dung gestreut, eingearbeitet und bis Mitte September gepflügt (Feld 4). Die Aussaat des Wintergetreides erfolgt Ende September.
- Nach der Ernte der Wintergetreidefläche (Feld 5) wird gegrubbert und eine Zwischenfrucht ausgedrillt, die zu Körnerleguminosen 100 %ig und zu Kartoffeln 50 %ig abfriert. Im März wird zu den Körnerleguminosen und in der ersten Aprildekade zu Kartoffeln gepflügt. Die Kartoffelpflanzung erfolgt Ende April.
- Zum Wintergetreide (Feld 6) wird bis 2012 Dung gestreut und Ende September Getreide gedrillt.

Probenahme und Untersuchungsmethoden

Jährlich wird im Boden die Grundnährstoffgehalt, der C- und N_t-Gehalt (ab 2005) sowie der pH-Wert in einer Tiefe von 0 bis 30 cm zu Vegetationsbeginn bestimmt. Für diese Untersuchungen wird je Fruchtfolgefeld eine Mischprobe aus 8 Einstichen mit dem Bohrstock hergestellt. Die Untersuchung der Nährstoffgehalte (P, K, Mg) erfolgt mit der DL-, die des pH-Wertes mit der CaCl₂-Methode VDLUFA I. Der C-Gehalt wird mittels Glühverlust, der N_t-Gehalte mittels Verbrennung nach Dumas bestimmt. Ab 2013 wird der C_t-Gehalt durch Elementaranalyse (DIN ISO 10694) ermittelt. Da Letztere methodisch bedingt geringere Werte ergeben, erfolgt die Darstellung der C-Werte nur bis zum Jahr 2012.

Ergebnisse und Diskussion

Entwicklung von Grundnährstoffgehalten und pH-Wert im Boden

Im Mittel der sechs Schläge zeigte sich eine Tendenz zu abnehmenden P₂O₅-gehalten im Boden mit allerdings hohen jährlichen Schwankungen. Innerhalb eines Jahres unterlagen die Gehalte einer hohen Standortabhängigkeit (Schlageffekte), die bis zum gegenwärtigen

Zeitpunkt etwas abnahm (Abb. 1). Die Bilanzierung der P-Zufuhr und -Abfuhr ergab leicht positive Salden (Gruber 2013).

Auffällig war die stärkere Abnahme der hohen P_2O_5 -Gehalte (+ Standardabweichung), wohingegen sich die geringen Gehalte kaum veränderten (-Standardabweichung). Diese Tatsache spricht für eine Einstellung auf eine dem Standort angepasste Phosphorversorgung. Trotz deutlicher Unterschiede zwischen den Schlägen lagen die P_2O_5 -Gehalte in den Gehaltsklassen C (13 - 18 mg/100 g Boden) und D (19 - 27 mg/100 g Boden) (Abb. 1). Die vergleichsweise hohen Phosphorgehalte sind auf die vorhergehende Bewirtschaftung des Versuchsfeldes zurückzuführen.

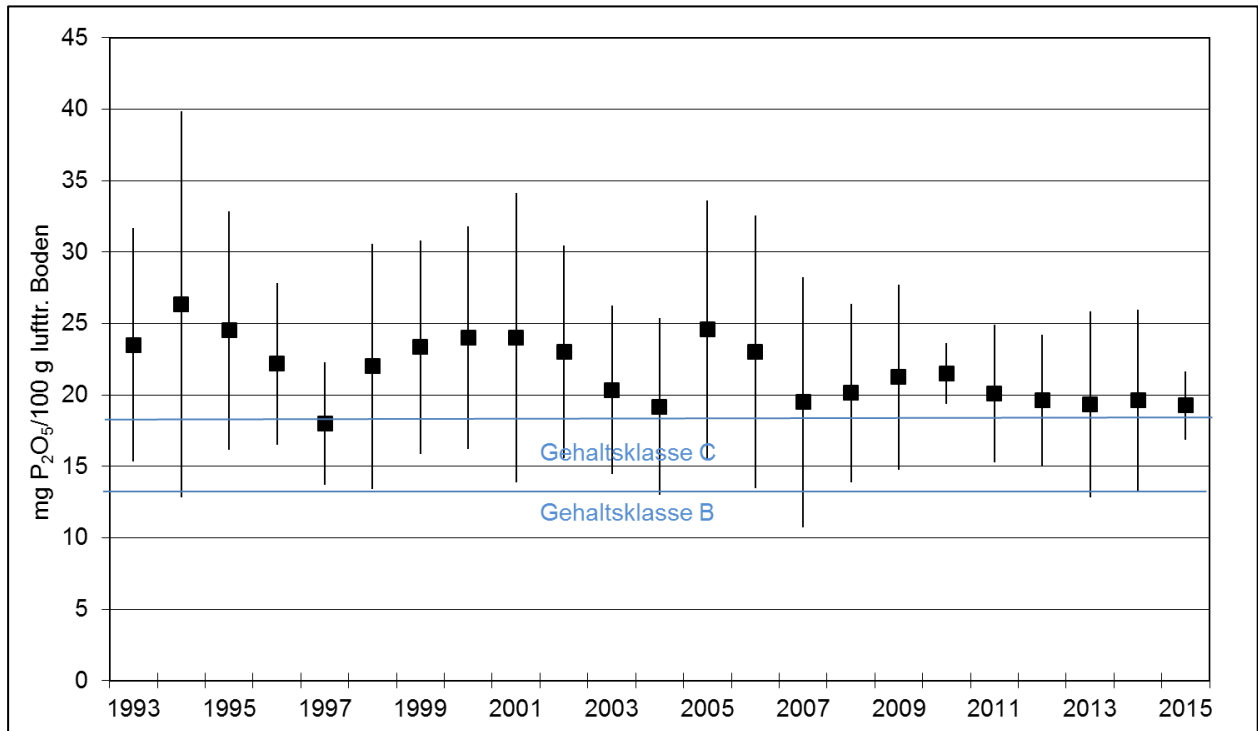


Abb. 1: Schlageffekte (Mittelwert +/- Standardabweichung) der Phosphorgehalte im Boden (0 - 30 cm) in Abhängigkeit vom Jahr (Ökofeld Gülzow)

Die Untersuchung der K_2O -Gehalte im Boden ergab zwischen den Jahren sehr unterschiedliche Werte. Während bis 2004 die Ergebnisse der Untersuchung einen Rückgang der Gehalte signalisieren, steigen diese ab 2005 wieder leicht an. Abgesehen vom Jahr 2012 bewegen sich diese Werte nahezu auf dem Ausgangsniveau (Abb. 2). Eine Ursache kann die ab 2005 leicht veränderte Probenahme fläche sein.

Aufgrund der bis 2007 ermittelten Tendenz wurde verstärkt auf die Problematik abnehmender Kaliumgehalte hingewiesen (Gruber, 2009). In Praxisbetrieben nehmen die Gehaltsklassen B und C den Hauptanteil in der Kaliumversorgung ein (Kape, 2013). Zwar wird für den Öko-Landbau die Gehaltsklasse B als ausreichend erachtet (Kolbe, 2010), einem Absinken der Gehalte in den unteren Bereich oder gar in die Gehaltsklasse A sollte aber frühzeitig mit im Öko-Landbau zugelassenen Düngern begegnet werden.

Die Versorgung mit Kalium ist auf der am Standort untersuchten Fruchtfolge nach wie vor gut, die Werte liegen weitgehend im Bereich der Gehaltsklasse C (9 - 13 mg/100 g Boden) und D (14 - 23 mg/100 g Boden). Eine Kaliumdüngung ist demzufolge nicht erforderlich. Allerdings weisen die Schläge eine sehr unterschiedliche Versorgung auf (Standardabweichung). Die bereits angeführten Jahreseffekte sind bei Kalium deutlich höher als bei Phosphor und deuten auf die hohe Löslichkeit der Kaliumsalze hin.

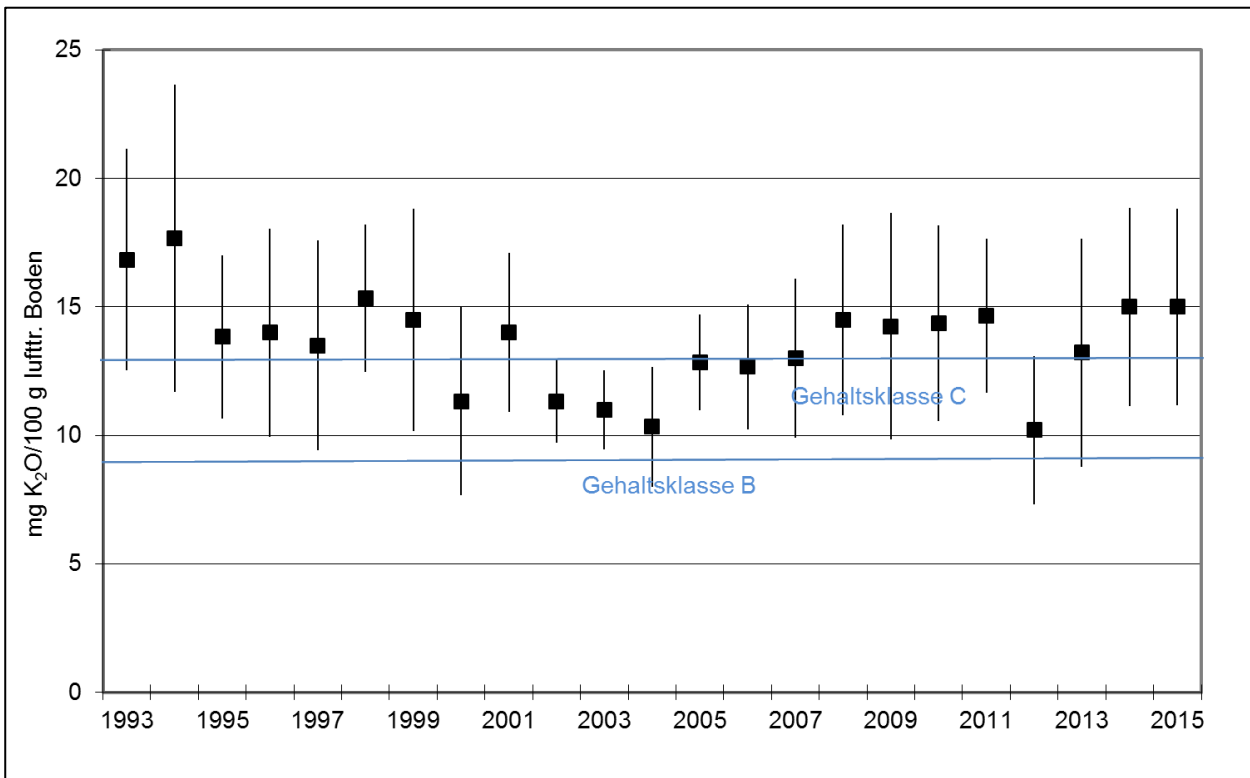


Abb. 2: Schlageffekte (Mittelwert +/- Standardabweichung) der Kaliumgehalte im Boden (0 - 30 cm) in Abhängigkeit vom Jahr (Ökofeld Gülzow)

Die Magnesiumgehalte im Boden liegen überwiegend in der Gehaltsklasse C (8 - 10 mg/100 g Boden) und veränderten sich nur geringfügig nach oben (Abb. 3). Der Einfluss von Standort (Schläge) und Jahr war vergleichsweise gering (Abb. 3). Dennoch nahm die Differenzierung zwischen den Schlägen im Verlauf des Untersuchungszeitraumes zu.

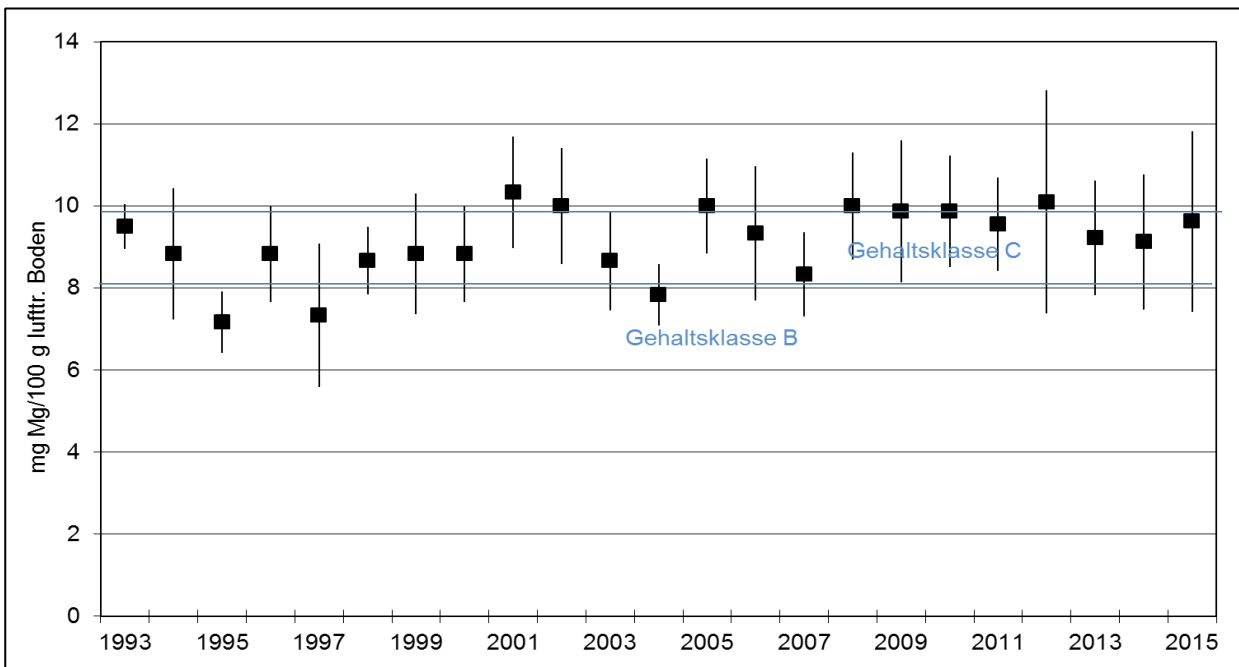


Abb. 3: Schlageffekte (Mittelwert +/- Standardabweichung) der Magnesiumgehalte im Boden (0 - 30 cm) in Abhängigkeit vom Jahr (Ökofeld Gülzow)

Die pH-Werte waren zu Beginn der Untersuchungen ungewöhnlich hoch. Ab dem Jahr 2000 wurde nicht mehr gekalkt. Die Differenzierung zwischen den Schlägen hat im Verlauf des Beobachtungszeitraumes zugenommen (Abb. 4). Die aufgezeigten Trends zu geringeren pH-Werten und größerer Schlagdifferenzierung werden durch hohe Bestimmtheitsmaße

abgesichert. Zwischen den Schlägen waren die jährlichen Unterschiede beträchtlich und reichten z. B. von der Gehaltsklasse C (5,8 - 6,3) bis E ($\geq 6,8$). Der im Verlauf der Jahre gesunkene pH-Wert hat nunmehr ein Niveau erreicht, das der Bodengüte angemessen erscheint. Ab 2013 wurden weniger gut versorgte Schläge gekalkt.

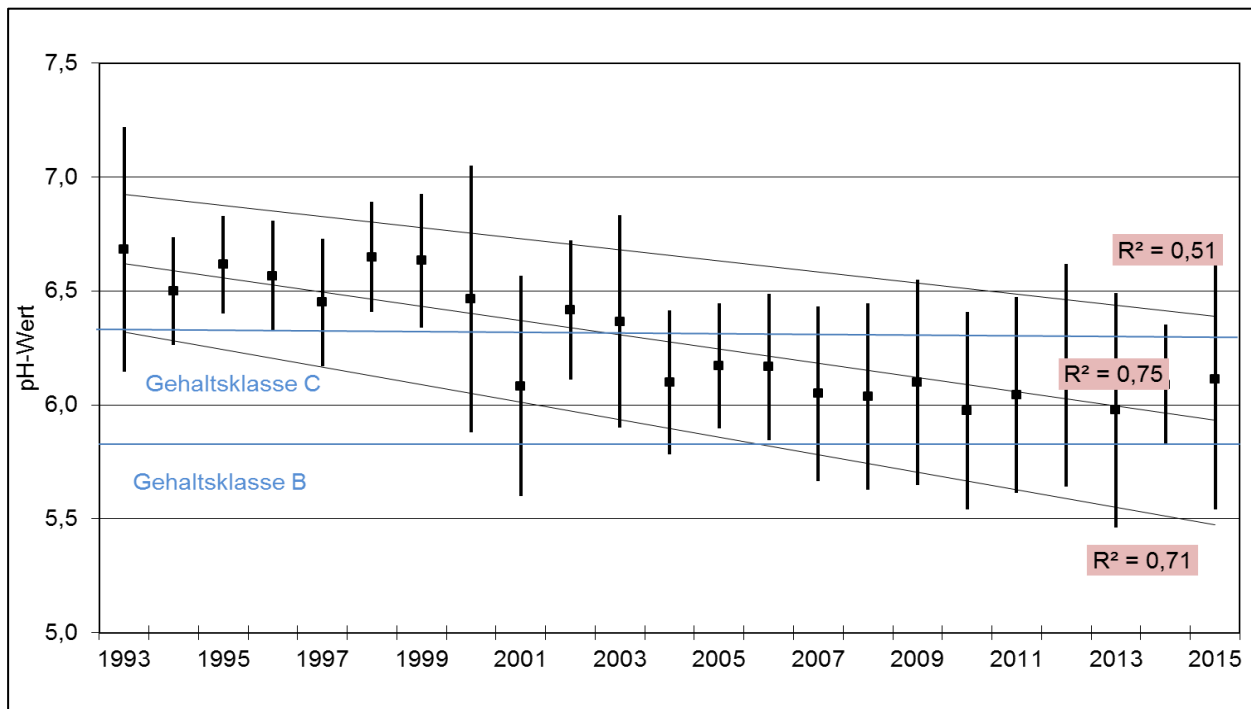


Abb. 4: Schlageffekte (Mittelwert +/- Standardabweichung) der pH-Werte im Boden (0 - 30 cm) in Abhängigkeit vom Jahr (Ökofeld Gülzow)

Dagegen blieb die Kalkversorgung der Flächen in ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Mecklenburg-Vorpommern weitestgehend stabil. Der bevorzugte Einsatz magnesiumhaltiger Kalke führte auch zu einer positiven Entwicklung der Magnesiumgehalte in den Betrieben (Kape, 2013).

Entwicklung der C- und N_t-Gehalte im Boden

Der C-Gehalt im Boden nahm im Mittel der Schläge während des Untersuchungszeitraumes bei einem hohen Bestimmtheitsmaß kontinuierlich zu (Abb. 5). Klee-grasanbau und Stalldung sind wichtige Quellen eines kontinuierlichen Humusaufbaus. Die hier gewählte Fruchtfolge bietet gute Voraussetzungen für diesen Prozess.

Der N_t-Gehalt veränderte sich im Laufe der Jahre kaum. Im Jahr 2011 wurden größere Abweichungen von den anderen gemessenen Werten festgestellt, deren Ursache nicht geklärt werden konnte (Abb. 6). Die Mittelwerte der C- und N_t-Gehalte unterlagen deutlichen Schwankungen innerhalb eines Jahres, was auf stärkere Fruchtarteneffekte hindeutet (Gruber, 2013). Diese Effekte nahmen besonders beim C-Gehalt kontinuierlich zu.

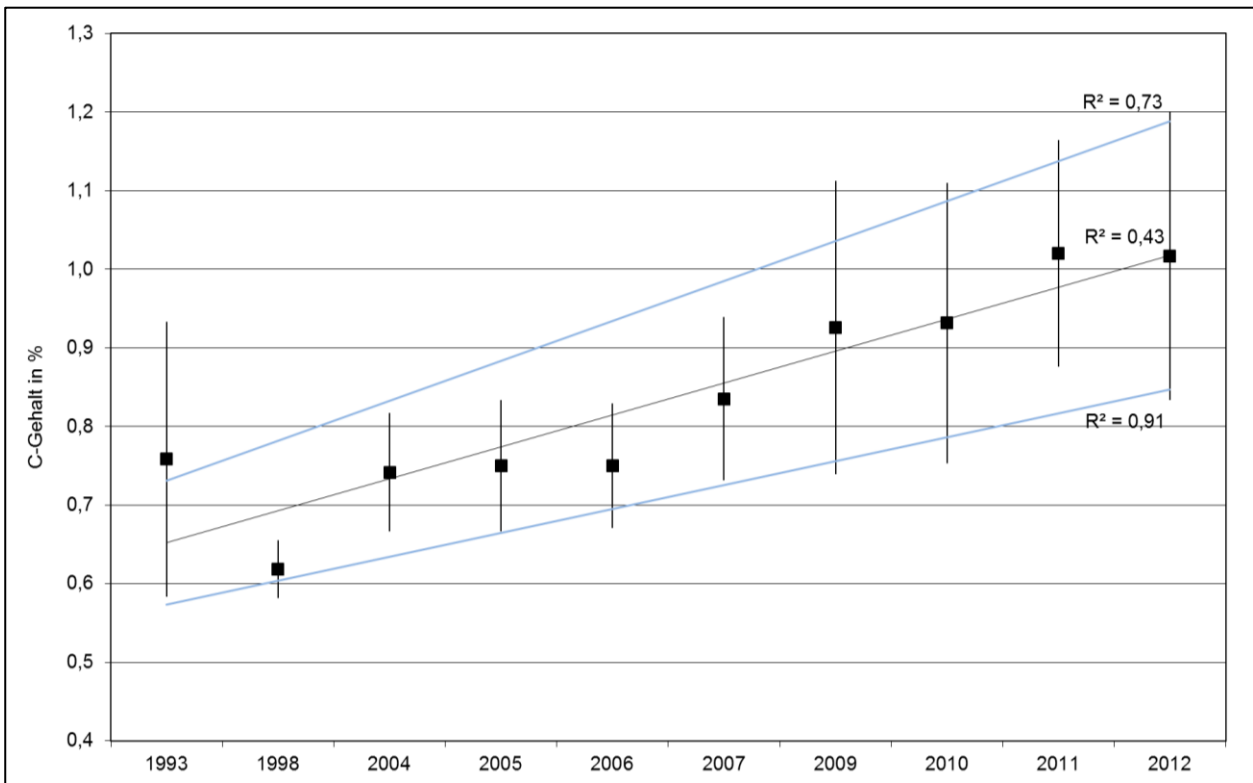


Abb. 5: Mittelwert und Standardabweichung der C-Gehalte im Boden in der Fruchtfolge (Ökofeld Gülzow)

Bei der Annahme, dass auf Grund geringer Calciumcarbonatgehalte der durch Glühverlust ermittelte C-Gehalt = C_{org} ist, ergibt sich für das Jahr 2012 ein Humusgehalt (Faktor 1,724) zwischen 1,3 und 2,1 %. Dieser Gehalt ist durchaus für den Standort typisch (vgl. auch Lehmann, 2011), allerdings zeigen sich im Mittel der Fruchtfolge zwischen den Jahren erhebliche Schwankungen in den Gehalten.

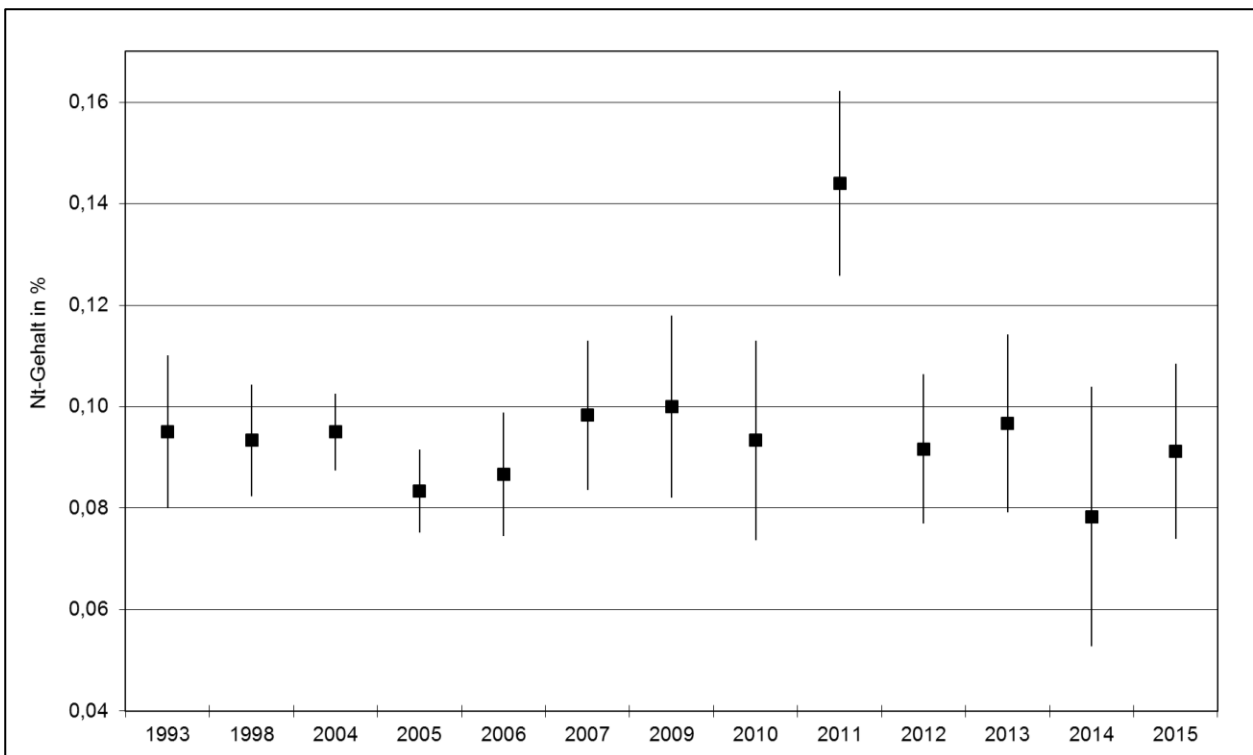


Abb. 6: Mittelwert und Standardabweichung der N_t -Gehalte im Boden in der Fruchtfolge (Ökofeld Gülzow)

Zwischen den C- und N_t-Gehalten konnte ein enger Zusammenhang nachgewiesen werden (Abb. 7). Danach stieg mit zunehmendem C-Gehalt der N_t-Gehalt kontinuierlich an. Dieser Zusammenhang wird auch von Hülsbergen im Düngungsversuch Seehausen beschrieben (Hülsbergen, 2012).

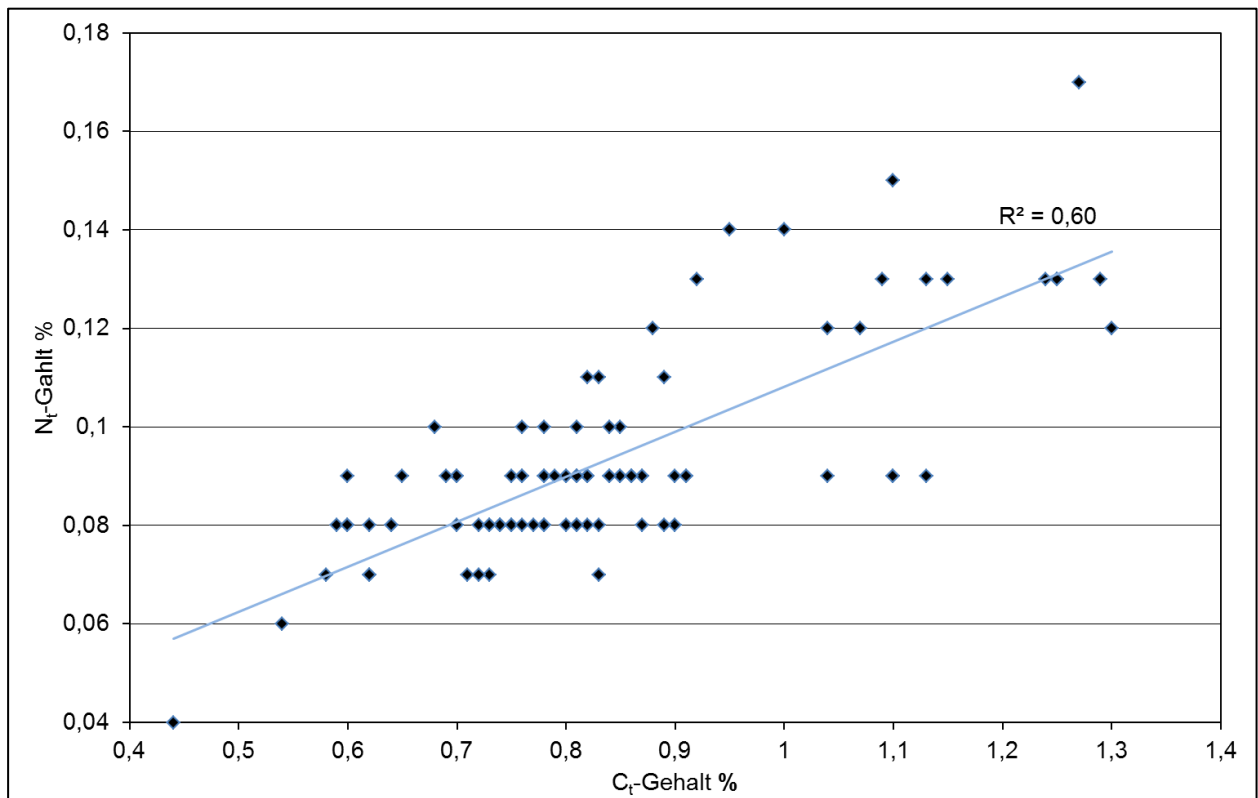


Abb. 7: Beziehung zwischen C und N_t-Gehalten im Boden (Öko-Feld Gülzow)

Schlussfolgerungen

- Die Nährstoffgehalte im Boden müssen weiter beobachtet werden, um Entwicklungen zu verfolgen. Bisher liegt kein Handlungsbedarf vor, so dass eine Düngung mit Grundnährstoffen nicht erforderlich ist.
- Eine Ausnahme bildet der pH-Wert, der besonders auf einigen Schlägen überwacht werden muss. Auf Schlägen mit besonders stark abnehmenden Werten wurde bereits 2013 und 2014 eine Kalkung durchgeführt.
- Der C- und N_t-Gehalt wird weiter jährlich überprüft. Da die Mehrung des Humusgehaltes im Boden für den Öko-Landbau eine alternativlose Aufgabe ist, und diesbezüglich wenige mehrjährige Werte vorliegen, sind diese Ergebnisse in Verbindung mit der Bewirtschaftung besonders wertvoll.

Literaturverzeichnis

- GRUBER, H. (2009): Entwicklung der Grundnährstoffversorgung in einem schwach lehmigen Sandboden Nordostdeutschlands nach langjähriger ökologischer Bewirtschaftung., Mitt. Gesell. Pflanzenbauwiss. 21: 123 - 124
- GRUBER, H. (2013): Standortspezifische Auswirkungen einer langjährigen ökologischen Bewirtschaftung auf acker- und pflanzenbauliche sowie umweltrelevante Parameter. Abschlussbericht Fo.-Nr. 4/02, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Gülzow
- HÜLSBERGEN, K.-J. (2012): Humusaufbau als Chance im Klimawandel. 6. Niedersächsisches Fachforum Ökolandbau, 28.11.2012, Altwarmbüchen

- KAPE, E. (2013): Grundnährstoffversorgung in Öko-Betrieben – wo geht die Reise hin? Vortrag zum Tag des Ökologischen Landbaus in Gülzow am 06.06.2013, <http://www.landwirtschaft-mv.de//index.jsp?&artikel=2715>, 12.06.2013
- LEHMANN, E. (2011): Wirkung reduzierter Bodenbearbeitung auf den Ertrag und die Nährstoffverteilung unter den Bedingungen von MV. Vortrag 36. Weizentag in Köchelstorf Juni 2011
- KOLBE, HARTMUT (2010): Phosphor und Kalium im ökologischen Landbau – aktuelle Probleme, Herausforderungen, Düngungsstrategien. In: Bundesarbeitskreis Düngung (BAD), Frankfurt/Main (Hrsg.) *Phosphor- und Kaliumdüngung – brauchen wir neue Düngekonzepte?* Tagung des Verbandes der Landwirtschaftskammern (VLK) und des Bundesarbeitskreises Düngung (BAD), April 2010 in Würzburg. BAD, Frankfurt/Main, 117 - 137