

Grunddüngungsstrategie zur Sicherung einer hohen Effizienz des Düngemittleinsatzes und der Bodenfruchtbarkeit in MV

Forschungs-Nr.: 2/02

Laufzeit: jährlich

verantw.

Themenbearbeiter: I. Bull

Mitarbeiter: T. Thiel, V. Michel

Beteiligte Einrichtungen:

29.03.2017

Themenbearbeiter

Institutsleiter

GLIEDERUNG

Seite

1	Zielstellung	1
2	Material und Methoden	1
3	Ergebnisse und Diskussion.....	2
3.1	Einfluss der Düngung auf die Nährstoffgehalte des Bodens	2
3.2	Einfluss der Nährstoffgehalte des Bodens auf den Ertrag	3
4	Einfluss der Düngung auf den Ertrag	5
5	Schlussfolgerungen	6

Tabellenverzeichnis

Seite

Tabelle 1:	P-K-Düngungsstufen zur Auswertung	1
Tabelle 2:	Definition der untersuchten Faktoren im gemischten Modell zur Berechnung der Abhängigkeit des Nährstoffgehaltes im Boden vom Düngungsniveau und der Versuchsdauer	1
Tabelle 3:	Definition der untersuchten Faktoren im gemischten Modell zur Berechnung des Einflusses des Nährstoffgehaltes im Boden auf den Ertrag	2
Tabelle 4:	Definition der untersuchten Faktoren im gemischten Modell zur Berechnung der Abhängigkeit des Ertrags vom Düngungsniveau und der Versuchsdauer	2

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Kartoffelbestand im 16. Versuchsjahr, Düngungsniveau in % des Entzuges: links: P = 0, K = 0; rechts: P = 100, K = 100	2
Abbildung 2 und 3:	Entwicklung der Nährstoffgehalte des Bodens in der Tiefe 0-30 cm in Abhängigkeit von Düngung und Versuchsdauer)	3
Abbildung 4 und 5:	Abhängigkeit des Kornertrags bei Wintergerste vom Nährstoffgehalt des Bodens in der Tiefe 0–30 cm (Auswertung ausschließlich der Teilflächen ohne P- und K-Düngung)	4
Abbildung 6 und 7:	Abhängigkeit des Kornertrags bei Winterraps (links) und Winterweizen (rechts) vom Kaliumgehalt des Bodens in der Tiefe 0–30 cm (Auswertung ausschließlich der Teilflächen ohne P- und K-Düngung)	4
Abbildung 8:	Abhängigkeit des Kartoffelertrags vom Kaliumgehalt des Bodens in der Tiefe 0–30 cm (Auswertung ausschließlich der Teilflächen ohne P- und K-Düngung)	5
Abbildung 9:	Abhängigkeit des Kartoffelertrages von P-/K-Düngung und Versuchsdauer bezogen auf den mittleren Ertrag der nach jeweils 100 % des Entzuges gedüngten Variante	6

Abkürzungsverzeichnis

K	Kalium
P	Phosphor

1 Zielstellung

Für die aktuelle Diskussion um notwendige Düngungshöhen und mögliche Reduzierung von Nährstoffausträgen sollen langjährige Versuchsergebnisse die Grundlage für fachliche Entscheidungen bieten.

2 Material und Methoden

Im Folgenden wird eine Auswertung des P-/K-Dauerdüngungsversuches in Gülzow vorgestellt. Dieser Versuch wurde 1997 auf jeweils drei Schlägen angelegt, so dass in jedem Jahr drei der vier Kulturarten einer Rotation angebaut werden. Der Versuch läuft in der vierfeldrigen Fruchtfolge: Winterraps-Winterweizen-Kartoffeln-Wintergerste, wobei seit 2014 die Kartoffeln durch Silomais ersetzt wurden. Er ist als Langparzellenanlage konzipiert und umfasst elf Düngungsvarianten sowie zwölf Standards mit jeweils vier Messwiederholungen.

In allen Parzellen verbleibt das Stroh auf dem Feld. Die Bodenbearbeitung erfolgt jeweils angepasst an die Kultur. Mindestens einmal in der Rotation kommt der Pflug zum Einsatz, so dass eine Durchmischung der oberen Ackerkrume gewährleistet ist.

Die hier vorgestellte Auswertung bezieht sich auf den Zeitraum von 1998 bis 2015. Zur Differenzierung der Varianten wird ausschließlich die Düngungshöhe genutzt. Unterschiedliche Düngungstermine sollen nicht betrachtet werden. Die Versuchsvarianten werden deshalb zu den in Tabelle 1 aufgelisteten Düngungsstufen zusammengefasst.

Tabelle 1: P-K-Düngungsstufen zur Auswertung

Variante	Düngungsniveau in % des Entzuges	
	Phosphor	Kalium
a	100	100
b	100	50
c	50	100
d	50	50
e	100	0
f	0	100
g	0	0

Die statistische Verrechnung erfolgte mit der Software SAS 9.4®. Genutzt wurden gemischte Modelle. In allen Auswertungen wurden zunächst komplexe Modelle mit allen Interaktionseffekten gebildet, wonach sich ggf. eine Modellreduktion auf relevante bzw. signifikante Effekte anschloss (Tabellen 2, 3, 4).

Tabelle 2: Definition der untersuchten Faktoren im gemischten Modell zur Berechnung der Abhängigkeit des Nährstoffgehaltes im Boden vom Düngungsniveau und der Versuchsdauer

Faktor	distinkt/ stetig	fix/ zufällig
P-Stufe	stetig	fix
K-Stufe	stetig	fix
Zeit [Jahr]	stetig	fix

Tabelle 3: Definition der untersuchten Faktoren im gemischten Modell zur Berechnung des Einflusses des Nährstoffgehaltes im Boden auf den Ertrag

Faktor	distinkt/ stetig	fix/ zufällig	Bemerkungen
P-/K-Stufe	nur 1 Stufe gefiltert	Fix	Kein Faktor im Modell
P-Gehalt	stetig	fix	nicht durch Düngung beeinflusst
K-Gehalt	stetig	fix	
Zeit [Jahr]	distinkt	zufällig	

Tabelle 4: Definition der untersuchten Faktoren im gemischten Modell zur Berechnung der Abhängigkeit des Ertrags vom Düngungsniveau und der Versuchsdauer

Faktor	distinkt/ stetig	fix/ zufällig	Bemerkung
P-/K-Düngung	distinkt	fix	2 Faktoren auf eine Faktorkombination reduziert
Zeit [Jahr]	stetig	fix	



Abbildung 1: Kartoffelbestand im 16. Versuchsjahr, Düngungsniveau in % des Entzuges: links: P = 0, K = 0; rechts: P = 100, K = 100

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Einfluss der Düngung auf die Nährstoffgehalte des Bodens

Die Nährstoffgehalte im Krumenbereich werden langfristig durch die Höhe der jeweiligen Nährstoffzufuhr beeinflusst.

Ohne Düngung verringerte sich der K-Gehalt innerhalb von acht Jahren um zwei Gehaltsklassen. Auch eine Düngung von nur 50 % des Entzuges führte zu einer Abnahme der K-Mengen im Boden um ca. eine Gehaltsklasse.

Beim Phosphorgehalt findet eine ähnliche Ausdifferenzierung der Bodengehalte in Abhängigkeit vom Düngungsniveau statt. Ohne Düngung sinken die pflanzenverfügbaren P-Mengen im Boden. Aufgrund des sehr hohen Ausgangsniveaus der P-Gehalte zu Versuchsbeginn befinden sich z. Z. alle Teilflächen noch mindestens in der Gehaltsklasse C.

Der Anstieg der Werte bei den Düngungsniveaus nach 50 % bzw. 100 % des Entzuges kann vermutlich auf die für die P-Löslichkeit günstigen Witterungsbedingungen der letzten Versuchsjahre und auf die vergleichsweise hohen P-Gehalte im Unterboden zurückgeführt werden (Abbildungen 2 und 3).

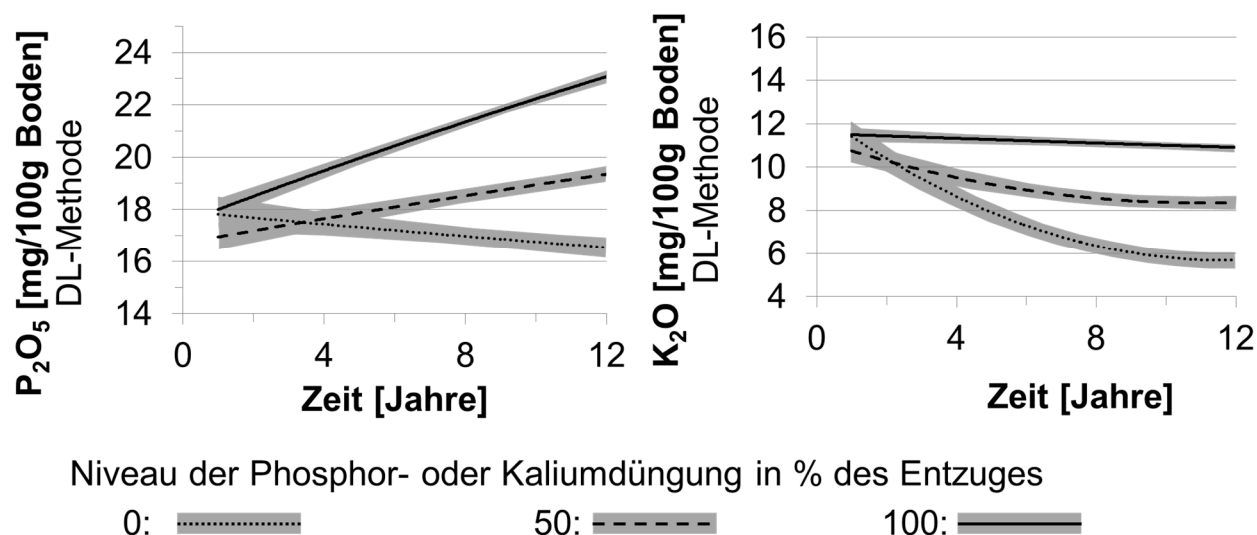


Abbildung 2 und 3: Entwicklung der Nährstoffgehalte des Bodens in der Tiefe 0-30 cm in Abhängigkeit von Düngung und Versuchsdauer)
(hellgrau gekennzeichnete Genauigkeitsbereich der Kurven = $\pm$ Standardfehler)

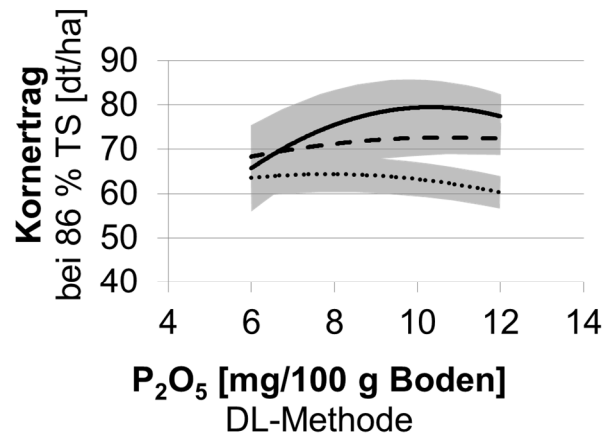
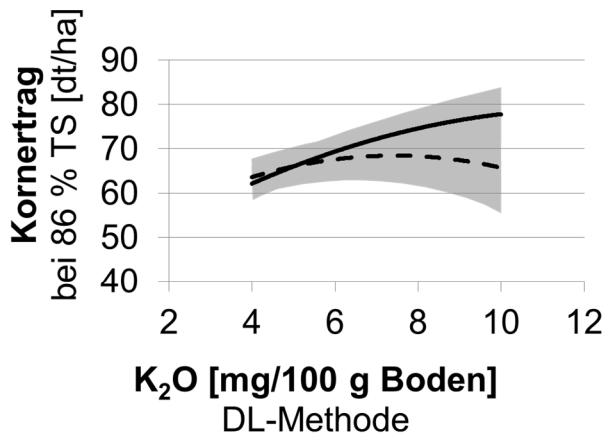
3.2 Einfluss der Nährstoffgehalte des Bodens auf den Ertrag

Bei allen geprüften Kulturarten lässt sich in den Varianten ohne P- und K-Düngung ein Zusammenhang zwischen dem Kaliumgehalt in der Ackerkrume und dem Ertrag nachweisen (Abbildungen 4, 6, 7, 8).

Der gleiche Effekt ist beim Phosphor bisher nur für die Wintergerste signifikant. An den Erträgen der Wintergerste wird außerdem deutlich, dass für die positive Ertragswirkung des einen Nährstoffes, der jeweils andere in einer bestimmten Menge verfügbar sein muss (Abb. 4 und 5).

Neben dem Nährstoffgehalt wirken auch andere Bodeneigenschaften wie z. B. Tongehalt und Wasserkapazität, die mit dem K- und P-Gehalt des Bodens positiv verknüpft sind, auf den Ertrag. Diese Effekte lassen sich hier allerdings nicht getrennt darstellen.

Während der Versuchsdauer konnte insgesamt beobachtet werden, dass auf leichterem Boden Ertragsbeeinträchtigungen infolge unterlassener P-/K-Düngung früher und stärker als auf besserem Boden auftraten.



bei 9-12 mg P_2O_5 /100g Boden ———
 bei 6 mg P_2O_5 /100g Boden - - - - -

bei 10 mg K_2O /100g Boden ———
 bei 7 mg K_2O /100g Boden - - - - -
 bei 4 mg K_2O /100g Boden

Abbildung 4 und 5: Abhängigkeit des Kornertrags bei Wintergerste vom Nährstoffgehalt des Bodens in der Tiefe 0–30 cm (Auswertung ausschließlich der Teilflächen ohne P- und K-Düngung)
 (hellgrau gekennzeichnete Genauigkeitsbereich der Kurven = $\pm$ Standardfehler)

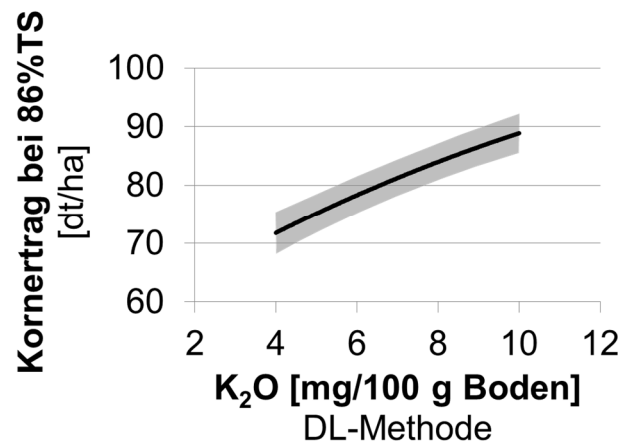
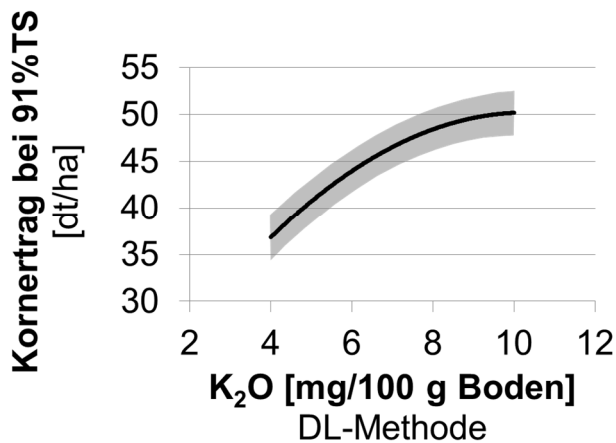


Abbildung 6 und 7: Abhängigkeit des Kornertrags bei Winterraps (links) und Winterweizen (rechts) vom Kaliumgehalt des Bodens in der Tiefe 0–30 cm (Auswertung ausschließlich der Teilflächen ohne P- und K-Düngung)
 (hellgrau gekennzeichnete Genauigkeitsbereich der Kurven = $\pm$ Standardfehler)

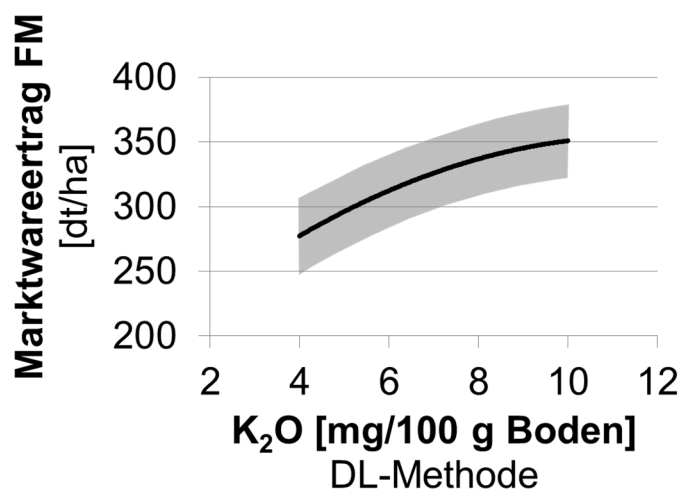


Abbildung 8: Abhängigkeit des Kartoffelertrags vom Kaliumgehalt des Bodens in der Tiefe 0–30 cm (Auswertung ausschließlich der Teilflächen ohne P- und K-Düngung)

(hellgrau gekennzeichnete Genauigkeitsbereich der Kurven = $\pm$ Standardfehler)

4 Einfluss der Düngung auf den Ertrag

Auch nach mehr als 16-jährigem Unterlassen der P- und K-Düngung sind Ertragsdepressionen noch nicht auf allen Parzellen und bei allen Kulturen erkennbar. Am deutlichsten reagieren Kartoffeln und Silomais; danach folgen in absteigender Reihenfolge Wintergerste, Winterweizen und Winterraps. Optisch sichtbare Effekte auf besseren Böden sind bisher nur bei Kartoffeln und Mais zu beobachten.

Langfristig ist zu erwarten, dass sich bei allen Kulturen die gleichen Düngungswirkungen wie sie nach sechzehn Versuchsjahren für Kartoffeln nachweisbar sind, einstellen. Bei den Kartoffeln führt das Unterlassen der Düngung zu deutlichen Ertragsverlusten im Vergleich zur voll gedüngten Variante. Eine Düngung von nur 50 % der entzogenen Nährstoffe ordnet sich ertraglich dazwischen ein. Ein Weglassen eines der beiden Nährstoffe ist ebenfalls ertraglich negativ, wobei sich eine unterlassene P-Düngung aufgrund der noch guten P-Versorgung im Boden weniger stark auswirkt (Abbildung 9).

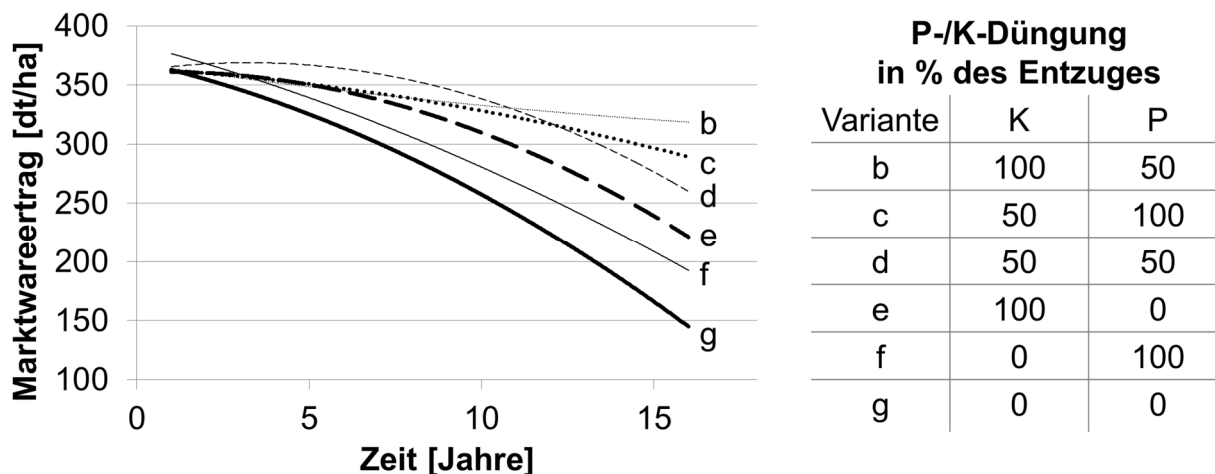


Abbildung 9: Abhängigkeit des Kartoffelertrages von P-/K-Düngung und Versuchsdauer bezogen auf den mittleren Ertrag der nach jeweils 100 % des Entzuges gedüngten Variante

5 Schlussfolgerungen

Auswirkungen der Bodenart und der Witterung überlagern häufig die durch die Grunddüngung verursachten Effekte. Eine Düngung unter 100 % des Entzuges führt jedoch langfristig immer zu einer Abnahme der Nährstoffgehalte des Bodens, auch wenn optisch und im Ertragsergebnis noch keine Auswirkungen kenntlich werden.

Die Kulturarten haben unterschiedliche Ansprüche an die Nährstoffversorgung. Ertragseffekte durch unterlassene oder reduzierte P- oder K-Düngung stellen sich bei anfänglich hohen Bodengehalten je nach Standortbedingungen und Kulturart erst nach mehreren Jahren ein.

Die Düngung mit Phosphor oder Kalium wird nur dann positiv ertragswirksam, wenn die Versorgung mit dem jeweils anderen Nährstoff gesichert ist (ab Gehaltsklasse C).

Überleitung

Die Überleitung der im Rahmen dieses Forschungsthemas gewonnenen Ergebnisse erfolgte seit 2013 in Form nachfolgender Publikationen und Vorträge:

Veröffentlichungen

- Lehmann, E. (2013): Empfehlungen zur PK-Düngung, Ergebnisse eines Dauerversuches. Boden- und Düngungstag. Güstrow. 21.02.2013. Vortrag.
- Lehmann, E. (2013): Forschungsschwerpunkte im Acker- und Pflanzenbau aus Sicht der angewandten Agrarforschung. Fachausschuss Pflanzenproduktion Bauernverband. Neubrandenburg. 26.03.2013. Vortrag.
- Lehmann, E. (2013): Empfehlungen zur Phosphor- und Kalium-Düngung bei Kartoffeln – Ergebnisse aus dem Gülzower Dauerversuch. 33. Kartoffeltag MV. Gülzow. 20.06.2013. Vortrag.
- Lehmann, E. (2013): Erfolgreich Winterweizen anbauen – Stellschrauben in der Produktionstechnik. 38. Weizentag in Mecklenburg-Vorpommern. Köchelstorf. 19.06.2013. Vortrag.
- Bull, I. (2013): Dauerdüngungsversuch (P/K) – Standort Gülzow. Landesarbeitskreis Düngung Nord. Lübeck. 06.12.2013. Vortrag

- Bull, I. Lehmann, E. (2013): Neue Gedanken zur Düngestrategie – Ergebnisse aus Feldversuchen der Landesforschungsanstalt. Winterschulung Genossenschaftsverband. Güstrow. 16.12.2013. Vortrag.
- Lehmann, E.; Bull, I. (2013): Neue Gedanken zur Düngestrategie – Ergebnisse aus Feldversuchen der Landesforschungsanstalt. Winterschulung Genossenschaftsverband. Glövizin. 18.12.2013. Vortrag.
- Lehmann, E. ;Karsunke, P. (2014): Ergebnisse aus einem langjährig stationären Versuch zur Düngung mit Phosphor und Kali am Standort Gülzow. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern. Heft 53. S. 65-75.
- Bull, I., Thiel, T. (2014): Dauerdüngungsversuch P/K, Standort Gülzow. Lübeck. Landesarbeitskreis Düngung Nord. 05.12.2014. Vortrag.
- Bull, I.; Peters, J.; Ram, C.; Kureck, L.; Burmann, B.; Thiel, T. (2015): Düngung von Winterweizen – Ergebnisse aus Versuchen. 19. Brandenburger Düngungstag. Prenzlau. 29.01.2015. Vortrag.
- Bull, I. (2015): Hohe Weizenqualität und geringe N-Salden – ein realistisches Ziel? Auswertung von Versuchen zur N-Spätdüngung im Winterweizen. Getreidemagazin 2 (2015) 55-58.
- Bull, I.; Ramp, C.; Kureck, L.; Wegner, C.; Peters, J.; Ziesemer, A. (2016): Landwirtschaftliche Forschungsergebnisse zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Schulung der EPLR-Berater Wasserrahmenrichtlinie. 23.02.2016. Güstrow.
- Bull, I.; Michel, V.; Thiel, T. (2016): Langjährige Reduzierung der P- und K-Düngung – Effekte nach 18 Jahren im statischen P-/K-Dauerdüngungsversuch in Gülzow. In: VDLUFA-Kongressband. Anforderungen an die Verwertung von Reststoffen in der Landwirtschaft. 128. VDLUFA-KONGRESS. Rostock, 13.-16-09.2016. Darmstadt. S. 312-318.
- Bull, I.; Michel, V.; Thiel, T. (2016): Langjährige Reduzierung der P- und K-Düngung – Effekte nach 18 Jahren im statischen P-/K-Dauerdüngungsversuch in Gülzow. VDLUFA-Kongress. Rostock. 15.09.2016. Vortrag.
- Bull, I. (2016): PK-Dauerdüngungsversuch – Versuchsauswertung nach 18 Jahren. Landesarbeitskreis Düngung Nord. 02.12.2016. Lübeck. Vortrag.
- Bull, I. (2016): Langjährige Reduzierung der P- und K-Düngung Effekte nach 18 Jahren im statischen P-/K-Dauerdüngungsversuch in Gülzow. Poster.
- Bull, I. (2017): Entwicklungen und Erkenntnisse des Gülzower Dauerdüngungsversuches. Boden- und Düngungstag. Linstow. 17.02.2017. Vortrag.

Zuarbeiten

- Bull, I. Thiel, T. (2013): Zuarbeit zur Untersuchung auf einen Zusammenhang zwischen P-Düngung und Urangelhalten im Boden. An: LUNG.
- Bull, I., Thiel, T. (2016): Zuarbeit zur erweiterten Datenauswertung von P-Düngungsversuchen im Rahmen des Forschungsprojektes „Innovative solutions to sustainable Soil Phosphorus management (InnoSoilPhos). WP 2.3 Metastudies on P fertilizer effects. An: Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät.
- Bull, I., Thiel, T. (2017): Zuarbeit zur überregionalen Datenauswertung von Grunddüngungsversuchen zur Neuadjustierung von Richtwerten zur Düngung. Im Rahmen Kooperation Pflanzenproduktion der Landesämter und Landesanstalten, Arbeitsfeld Düngung sowie des Verbandes der Landwirtschaftskammern, Arbeitskreis Düngeberatung und Nährstoffhaushalt. An: TLL

