

Aus dem Institut für Pflanzenernährung Jena
der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR

Einfluß der Gülledüngung auf Mikronährstoffgehalte von Boden und Pflanze

Von **Rainer Kluge** und **Wolfgang Podlesak**

Mit 1 Abbildung und 2 Tabellen

(Eingegangen am 22. September 1980)

1. Einleitung

Mit dem Übergang zu einer zunehmend industriemäßig organisierten Produktion in der sozialistischen Landwirtschaft der DDR hat der Anfall des organischen Düngers Gülle erheblich zugenommen. Über den Einfluß der Gülledüngung auf die Ernährung der Pflanzen mit den Makronährstoffen N, P, K und Mg sowie auf die Qualität der Wasserressourcen sind schon umfangreiche Ergebnisse erarbeitet worden, die beim Einsatz von Gülle in der Pflanzenproduktion auf der Grundlage von EDV-Düngungsempfehlungen eine den Belangen von Land- und Wasserwirtschaft gleichermaßen entsprechende Berücksichtigung finden. Dagegen bestehen bisher nur unzureichende Kenntnisse über die Auswirkungen von Güllegaben auf die Mikronährstoffgehalte (B, Cu, Mn, Mo, Zn) in Boden und Pflanze. Es ist dabei nicht auszuschließen, daß regelmäßige Begüllung zu einer Akkumulation bestimmter dieser Elemente im Boden führen und sich damit nachteilig auf die Ertragsfähigkeit auswirken kann. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es deshalb, an Hand von Ergebnissen mehrjähriger Feldversuche den Einfluß der Gülle auf die pflanzenverfügbaren Mikronährstoffgehalte des Bodens sowie die Mikronährstoffkonzentrationen in Pflanzen darzustellen.

2. Ergebnisse

2.1. Mikronährstoffzufuhr durch Gülle

In Tab. 1 sind mittlere Bereiche der Mikronährstoffgehalte von Schweine- und Rindergülle für zwei Trockensubstanzgehalte (2 %, 8 %) aufgeführt, die aus Ergebnissen mehrjähriger Untersuchungen an ausgewählten Anlagen der Schweine- und Rinderproduktion abgeleitet wurden. Sie ermöglichen eine hinreichend genaue Abschätzung der Mikronährstoffzufuhr durch Gülle. Entscheidende Bedeutung für die Berechnung der Mikronährstoffzufuhr hat der Trockensubstanzgehalt der Gülle. Zu berücksichtigen ist jedoch stets, daß bei gegebenem Trockensubstanzgehaltsniveau im Einzelfall deutliche Abweichungen von diesen mittleren Gehaltsbereichen auftreten können, die durch Unterschiede in der Tierhaltung sowie in der Herkunft, Art und Zusammensetzung des Futters verursacht werden. Schweinegülle weist bei gleichem Trockensubstanzgehalt häufig höhere Cu- und Zn-Gehalte auf als Rindergülle, meist bedingt durch die Zufütterung Cu- und Zn-haltiger Präparate in der Schweineproduktion. Hühnergülle zeichnet sich, auch auf Grund hoher Trockensubstanzgehalte, durch allgemein hohe Mikronährstoffkonzentrationen aus.

In Tab. 2 werden die Mittelwerte der Zufuhr an Mikronährstoffen durch Gülle dem Mikronährstoffentzug, der durch die Ernteprodukte sowie Verlagerungsprozesse im Boden entsteht, gegenübergestellt. Zum Vergleich dazu werden optimale Mikronährstoffgaben aufgeführt, die man bei mineralischer Bodendüngung verabreichen muß, damit die zugeführten Mikronährstoffe auch ernährungs- und ertragswirksam werden.

Tabelle 1. Mittlere Bereiche der Mikronährstoffgehalte von Schweine- und Rindergülle

		Mittlere Bereiche der Mikronährstoffgehalte				
		B	Cu	Mn	Mo	Zn
Schweinegülle						
Dünngülle mit 2 ‰ Tr. S.	g/m ³	0,8 ... 1,3	2 ... 4	5 ... 8	0,05 ... 0,07	7 ... 10
Dickgülle mit 8 ‰ Tr. S.	g/m ³	2,0 ... 3,0	7 ... 11	47 ... 23	0,13 ... 0,19	27 ... 30
Güلتrockensubstanz	ppm	25 ... 65	90 ... 200	200 ... 400	1,6 ... 3,5	340 ... 350
Rindergülle						
Dünngülle mit 2 ‰ Tr. S.	g/m ³	0,7 ... 1,3	1,0 ... 2,5	3 ... 7	0,03 ... 0,06	4 ... 7
Dickgülle mit 8 ‰ Tr. S.	g/m ³	1,5 ... 2,7	3 ... 7	15 ... 23	0,06 ... 0,14	15 ... 23
Güلتrockensubstanz	ppm	20 ... 65	38 ... 125	150 ... 350	0,8 ... 3,0	190 ... 350

Tabelle 2. Gegenüberstellung

- Mikronährstoffzufuhr durch Gülle
- Mikronährstoffentzug durch Ernteprodukte und Verlagerungsprozesse
- optimale mineralische Mikronährstoffdüngergaben

		Mikronährstoffe				
		B	Cu	Mn	Mo	Zn
Mikronährstoffzufuhr¹		g/ha				
durch mittlere Güllegaben von ca. 150 kg/ha N						
Schweinegülle 20 m ³ /ha		40 ... 60	140 ... 220	340 ... 460	3 ... 4	540 ... 700
Rindergülle 35 m ³ /ha		55 ... 95	110 ... 250	530 ... 810	2 ... 5	530 ... 810
durch hohe Güllegaben von ca. 350 kg/ha N						
Schweinegülle 50 m ³ /ha		100 ... 150	350 ... 550	850 ... 1150	7 ... 10	1350 ... 1750
Rindergülle 90 m ³ /ha		140 ... 240	270 ... 630	1 350 ... 2070	5 ... 13	1350 ... 2070
Summe aus Mikronährstoffentzug durch Ernteprodukte und Verlagerungsprozesse	g/ha	150 ... 600	60 ... 150	300 ... 1000	5 ... 10	200 ... 500
Optimale Mikronährstoffgaben bei mineralischer Bodendüngung	g/ha	1000 ... 2000	5000 ... 8000	20 000 ... 100 000	800 ... 1000	5000 ... 15 000

¹ bezogen auf Schweinegülle mit 8 ‰ Tr. S. und 0,7 ‰ N und Rindergülle mit 8 ‰ Tr. S. und 0,4 ‰ N

Der Vergleich zeigt, daß Gülle – allerdings nur rein rechnerisch – die Verluste an B teilweise sowie an Mn und Mo vollständig kompensieren könnte, während die Zufuhr an Cu und Zn die Verluste sogar deutlich übersteigt. Im Boden wird aber, ähnlich wie bei N, P und K, nur ein bestimmter Anteil der über die Gülle zugeführten Mikronährstoffe pflanzenverfügbar und damit auch ernährungswirksam. Der Rest wird teils in nicht pflanzenverfügbarer Form im Boden festgelegt, teils auch ausgewaschen bzw. kommt den Pflanzen erst nach Mineralisierung der zugeführten organischen Substanz zugute.

Für die Makronährstoffe werden diese Zusammenhänge über die entsprechenden Mineraldüngeräquivalente (MDÄ) komplex erfaßt und bei der Bewertung der Ertragswirksamkeit berücksichtigt. Analoge MDÄ für Mikronährstoffe sind jedoch noch nicht erarbeitet worden. Wir wissen aber aus den Erfahrungen mit der mineralischen Mikronährstoffdüngung, daß dabei ein erheblicher Anteil der dem Boden zugeführten Mikronährstoffe nicht pflanzenverfügbar wird. Deshalb müssen wirksame Mikronährstoffgaben stets ein Vielfaches der Summe aus Entzug durch Ernteprodukte und Auswaschung betragen. Die Mikronährstoffzufuhr durch Gülle beläuft sich jedoch bei mittlerem bis hohem Aufwandniveau nur auf 5 bis 15 % dieser optimalen Mineraldüngergaben. Schon aus dieser Sicht ist, wenn überhaupt, nur bei langjähriger regelmäßiger Gülledüngung eine ganz allmähliche Verbesserung der Mikronährstoffversorgung von Boden und Pflanze zu erwarten.

2.2. Wirkung der Gülledüngung auf die Mikronährstoffversorgung von Boden und Pflanze

Entsprechende Untersuchungen wurden an über 30 Feldversuchen, vorwiegend auf leichten bis mittleren Böden (Bodenarten Sl bis sL), durchgeführt, deren zusammengefaßtes Ergebnis aus mehreren Versuchsjahren in Abb. 1 aufgeführt ist. Hierbei wurden Prüfpflanzen mit Gülledüngung und mineralisch gedüngte Varianten ohne Mikronährstoffzufuhr bei annähernd gleichem N-Düngungsniveau (etwa 150 bis 450 kg/ha N)

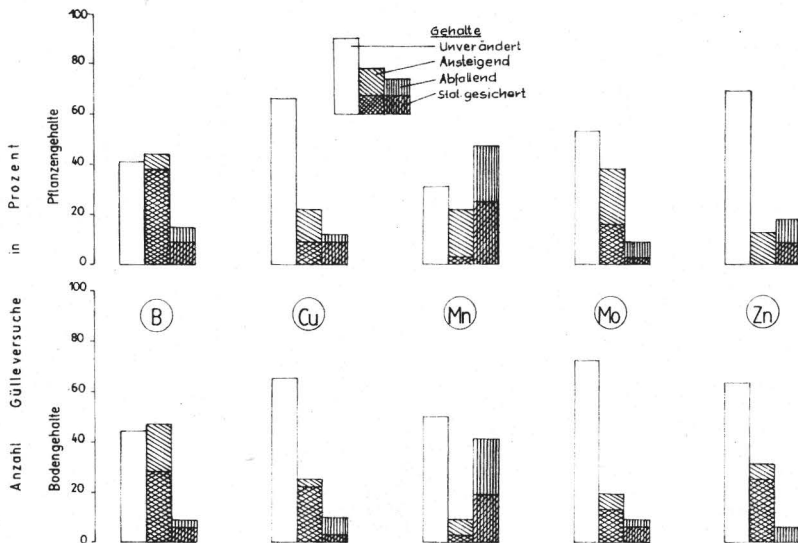


Abb. 1. Wirkung der Gülledüngung auf Mikronährstoffgehalt in Boden und Pflanze im Vergleich zur Mineraldüngung ohne Mikronährstoffzufuhr. (Gesamtergebnis von 30 Feldversuchen 1974–1977)

hinsichtlich der Mikronährstoffgehalte in Boden und Pflanze verglichen. In Abb. 1 wurde die Gesamtzahl aller Versuche gleich 100 gesetzt, so daß die Säulen jeweils den prozentualen Anteil der Versuche angeben, in denen die Mikronährstoffgehalte in Boden und Pflanze auf den Gülleparzellen im Vergleich zur Mineraldüngung unverändert geblieben, angestiegen oder abgefallen sind.

Zusammenfassend ist zu den einzelnen Mikronährstoffen folgendes festzustellen:

Bei B waren auf über 40 % aller Versuche nach Gülledüngung Anstiege der Gehalte in Boden und Pflanze zu verzeichnen, die beim Boden in mehr als der Hälfte der Fälle und bei den Pflanzen überwiegend statistisch gesichert sind. Positive Effekte waren vor allem nach hohen Güllegaben zu Hackfrüchten zu beobachten, die in der Regel erhöhte B-Ansprüche stellen. Statistisch gesicherte Verminderungen der B-Gehalte nach Gülledüngung traten nur in weniger als 10 % aller Fälle auf.

Die Cu-Versorgung von Boden und Pflanze blieb in etwa 65 % aller Versuche unverändert. Nur in 20 % der Fälle wurden die Bodengehalte, in 10 % der Versuche die Pflanzengehalte gesichert angehoben. Die relativ hohe Cu-Zufuhr durch Gülle wird demnach, bedingt durch die starke Festlegung des Schwermetalles Cu an der organischen Substanz des Bodens, überwiegend nicht ernährungswirksam, zumindestens noch nicht nach relativ kurzfristiger Gülleanwendung von maximal 3 bis 5 Jahren, wie in den geprüften Versuchen.

Im Unterschied zu allen übrigen Mikronährstoffen wurden die Mn-Gehalte in Boden und Pflanze durch Güllegaben relativ häufig vermindert, immerhin bei etwa 40 bis 50 % aller Versuche, davon zur Hälfte statistisch gesichert. Der Depressions-effekt trat gehäuft nach mehrjähriger kontinuierlicher Verabreichung mittlerer Güllegaben, dabei bevorzugt beim Anbau von Hackfrüchten, auf.

Als Ursache dafür dürfte die erhöhte mikrobiologische Aktivität des Bodens nach Zufuhr trockensubstanzreicher Gülle in Frage kommen. Werden dadurch oxidative Prozesse im Boden gefördert, kommt es zu einer verstärkten Überführung pflanzenverfügbarer Mn^{2+} -Ionen in höhere Oxidationsstufen, in denen Mn nicht pflanzenaufnehmbar ist. Mit nachteiligen Auswirkungen des Gülleeinsatzes auf die Mn-Gehalte des Bodens ist jedoch kaum zu rechnen, da die Ackerböden überwiegend eine hohe bis sehr hohe Mn-Versorgung aufweisen. Umgekehrt kann aber die Mn-Versorgung durch Gülledüngung auch begünstigt werden, wie einige Versuche zeigten. Dieser Effekt ist vermutlich auf die gute Bodendurchfeuchtung bei regelmäßiger Verabreichung von Dünggülle zurückzuführen, durch die die Mn-Verfügbarkeit in der Regel gefördert wird.

Die Mo-Gehalte des Bodens wurden durch Gülle in über 70 % aller Fälle, die der Pflanze in mehr als 50 % nicht beeinflusst. Anhebungen der Mo-Gehalte traten in etwa 15 % der Versuche auf, dabei vorwiegend nach mehrmaligen, hohen Güllegaben.

Ähnlich wie bei Cu wurde auch die Zn-Versorgung von Boden und Pflanze durch Gülle überwiegend nicht verändert. Gesicherten Erhöhungen der Zn-Bodengehalte in etwa 25 % Fälle stehen gesicherte Verminderungen der Zn-Pflanzengehalte bei 10 % der Versuche gegenüber. Die relativ hohe Zn-Zufuhr durch Gülle hat demnach, ähnlich wie beim Cu, in den geprüften Versuchen keinen spürbar positiven Einfluß auf die Zn-Versorgung der Pflanzen. Bedingt durch die starke Festlegung an der organischen Substanz des Bodens, aber auch an anorganischen Bodenbestandteilen, wird Zn offenbar erst nach Zufuhr größerer Anteile, d. h. nach langjähriger Gülledüngung, ernährungswirksam.

Bis auf wenige Anhebungen der B-Bodengehalte in eine höhere Versorgungsstufe, verblieben die Mikronährstoffgehalte nach Gülledüngung allgemein in der jeweils gegebenen Versorgungsstufe.

3. Diskussion

Die Einschätzungen zur Mikronährstoffzufuhr durch Gülle zeigen, daß die Mikronährstoffe im allgemeinen nicht zum begrenzenden Faktor des Gülleeinsatzes werden können. Bei auf die optimale Pflanzenernährung abgestimmten Güllegaben gelangen nur minimale Mikronährstoffmengen in den Boden, die in der Regel kaum den Bedarf der Pflanzen befriedigen, geschweige denn die Gehalte im Boden besorgniserregend anheben können. Das weisen auch die Ergebnisse der Feldversuche aus, in denen das Niveau der pflanzenverfügbaren Mikronährstoffgehalte im Boden durch mehrjährige Güllegaben im allgemeinen nicht spürbar verändert wurde. Nur bei B traten verstärkt geringfügige Gehaltsanhebungen, bei Mn gehäuft Gehaltsrückgänge auf. Gülle trägt damit bei sachgerechtem, d. h. entsprechend den EDV-Düngungsempfehlungen abgestimmtem Einsatz – ähnlich wie Stalldung – nicht zu einer Mikronährstoffakkumulation im Boden bei. Das gilt insbesondere für Schwermetalle, wie Cu und Zn, die im Boden einer starken Festlegung unterliegen. Diese Einschätzung, aus Versuchen auf leichten bis mittleren Böden abgeleitet, kann auf schwere Böden übertragen werden, für die diese Zusammenhänge auf Grund des höheren Sorptionsvermögens vorrangig gültig sind.

Auch bei hohem, über den Bedarf der Pflanzenproduktion hinausgehendem Gülleinsatz ist nach derzeitiger Kenntnis in Zeiträumen bis zu fünf Jahren keine unerwünschte Anreicherung von Mikronährstoffen im Boden zu erwarten. Diese allgemeine Einschätzung schließt aber nicht aus, daß in Einzelfällen überhöhte Mikronährstoffgehalte im Boden auftreten können, vor allem dann, wenn die Tierbestände mit schwermetallhaltigen Präparaten gefüttert werden. Es ist deshalb zu empfehlen, die Mikronährstoffversorgung des Bodens auf Schlägen mit intensiver Begüllung im Abstand von drei Jahren untersuchen zu lassen. Auf diese Weise werden mögliche ungünstige Veränderungen, die nie plötzlich, sondern nur allmählich auftreten, rechtzeitig erfaßt. Auf der Basis dieser Kontrolltätigkeit kann eventuellen Kontaminationen von Boden und Grundwasser begegnet werden.

Dr. sc. Wolfgang Podlesak
Dr. Rainer Kluge
Institut für Pflanzenernährung Jena
DDR - 6900 J e n a
Naumburger Straße 98