

Richtlinien für die Düngung mit Spurenelementen in Holland*)

(Aus dem Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen)

Von CH. H. HENKENS

(Eingegangen am 4. 3. 1964)

Für die Düngung mit Spurenelementen gibt es folgende Möglichkeiten:

1. Spurenelemente in der fast reinen Salzform, wie Kupfersulfat, Mangansulfat, Borax, Zinksulfat, Kobaltsulfat, Ammoniummolybdat;
2. Mischungen geeigneter Stoffe mit relativ großen Mengen an Spurenelementen;
3. Düngemittel (Mischdünger oder andere), denen kleine Mengen von Spurenelementen zugefügt wurden;
4. Düngemittel in denen kleine Mengen von Spurenelementen als zufällige Nebenbestandteile vorkommen.

Als Vorteile von Düngemitteln, denen kleine Mengen von Spurenelementen zugefügt wurden, werden genannt, daß auf diese Weise die Düngung allmählich ein Gleichgewicht in der Spurenelementbilanz des Bodens entstehen ließe; ferner, daß durch die regelmäßige Verabreichung die völlige Festlegung der Spurenelemente im Boden nicht wahrscheinlich sei; und schließlich, daß die verschiedenen Spurenelemente ihre Aufnahme und Wirkung gegenseitig begünstigen würden. Dieselben Gründe werden für Mischungen mit Spurenelementen angeführt. Durch einmalige Anwendung ziemlich großer Mengen von Spurenelementen in der reinen Salzform (z. B. 50 kg Kupfersulfat) würden die drei genannten Vorteile jedoch gerade ungünstig beeinflusst werden. Als wichtigstes wird aber immer erwähnt, daß die Pflanzen harmonisch ernährt werden, wenn alle Spurenelemente in kleinen Mengen und in den „richtigen“ Verhältnissen verabreicht werden. Hierbei wird stillschweigend angenommen, daß die chemische Zusammenstellung einer Pflanze der Gesundheit wegen an enge Verhältnisse gebunden ist. Dabei wird jedoch vergessen, daß der Boden einen großen Einfluß auf die Verfügbarkeit eines Elementes für die Pflanze hat. Weiter stellen die Pflanzenarten sehr unterschiedliche Ansprüche.

Bei der Erörterung der Vor- und Nachteile von bestimmten Düngungseinrichtungen ist zunächst die Frage zu erheben, *warum* mit Spurenelementen gedüngt werden soll. Die Antwort wird an erster Stelle sein, daß dies geschieht, um Ertragsverluste zu vermeiden. Dies heißt, daß die Düngergabe eines Elements so bemessen sein muß, daß der Mangel beseitigt wird, aber kein Schaden durch Überdüngung auftritt.

Die Höhe der Düngergabe kann auf zweierlei Weise berechnet werden:

- a) Man kann die Menge auf den Bedarf der Pflanze einstellen. Diese Methode ist aber schwierig, weil der Bedarf stark von den Umweltfaktoren abhängt.
- b) Die Bodenfruchtbarkeit kann als Maßstab genommen werden. Hierfür benötigt man eine Methode, um diese Fruchtbarkeit zu messen. Glücklicherweise gibt es für verschiedene Elemente Methoden der Bodenanalyse. In anderen Fällen könnte man sich durch etwaige Mangelerscheinungen leiten lassen.

Im folgenden werden die Ansprüche diskutiert, die an die verschiedenen Düngemittel gestellt werden müssen; ferner die Frage, ob eine gleichzeitige Düngung mit verschiedenen Spurenelementen erwünscht ist.

Bor

Bor ist in sandigen Böden sehr beweglich. Dies hat zur Folge, daß eine Bordüngung schnell wirksam ist, aber auch, daß durch Auswaschung die Nachwirkung gering ist.

*) Kurzfassung einer Veröffentlichung des Autors in Landbouwkundig Tijdschrift 74 (1962) 691-707, welche die Grundlage für die Düngung mit Spurenelementen in Holland bildet.

Es ist zu erwarten, daß die Zufuhr eines Elementes, das im Boden sehr beweglich ist, bei guter Verteilung nicht viel größer zu sein braucht, als die für eine optimale Entwicklung benötigte Aufnahme durch die Pflanze. Durch die gute Löslichkeit steht die ganze Menge zur Verfügung, und eine zu starke Düngung könnte Schaden verursachen. Eine durchschnittliche Betarübenenernte entzieht dem Boden 350—400 g Bor (entsprechend 3—3,5 kg Borax). Mit einer Düngung von 20—25 kg Borax gibt man jedoch 7 bis 8mal soviel.

Dieselbe Schlußfolgerung ergibt sich, wenn die Bodenfruchtbarkeit als Maßstab angenommen wird. Der Borgehalt des Bodens mit einem Gewicht der Ackerkrume von zwei Millionen kg pro ha wird durch Düngung mit 25 kg Borax um etwa 1,2 mg pro kg erhöht. Für die meisten Böden genügt jedoch schon eine Erhöhung von 0,2 mg pro kg. Die übliche Düngung ist also 6mal höher als erforderlich.

Es ist noch die Frage, ob einer Düngung mit großen oder mit kleinen Mengen der Vorzug zu geben ist. Durch die schnelle Auswaschung des Bors ist eine Erhöhung des Borgehaltes für längere Zeit nicht möglich oder jedenfalls nicht rentabel. Darum dürfte eine Düngung mit kleinen Mengen vorzuziehen sein. Dabei muß man — wie schon angedeutet wurde — voraussetzen, daß die kleinen Mengen sehr regelmäßig auf den Boden verteilt werden. Das läßt sich nur durch Anwendung von Düngemitteln mit niedrigem Borgehalt erreichen, entweder von einem speziellen Bordünger, von dem große Mengen verabfolgt werden müssen, oder von einem Mischdünger mit niedrigem Borgehalt.

Die Anforderungen an den Borgehalt sind natürlich verschieden. Man muß deutlich zwischen den reinen Salzen und anderen Produkten mit hohem Borgehalt sowie den speziellen Bordüngern mit niedrigeren Gehalten unterscheiden. Um den Unterschied zwischen beiden Gruppen deutlich zu machen, sollte im zweiten Fall neben einem Mindest- auch ein Höchstgehalt angegeben werden. Diese Düngemittel sollen mindestens 0,2% und höchstens 0,5% wasserlösliches Bor enthalten. Eine Düngung mit 200—300 kg davon wird der Herz- und Trockenfäule vorbeugen.

Bei borhaltigen Düngern, die nicht in erster Linie zur Ernährung mit Bor angewendet werden, sollte der zulässige Borgehalt niedriger als bei den vorgenannten Düngemitteln sein, weil dann die Verteilung des Bors besser ist und überdies immer die Möglichkeit besteht, daß diese Fabrikate auch für andere Pflanzenarten als Betarüben angewendet werden. Ein solches Düngemittel darf u. E. borhaltig genannt werden, wenn es mindestens 0,02% und höchstens 0,07% an wasserlöslichem Bor enthält.

Mit Borhaltigen Düngern, der beiden vorgenannten Gehaltslagen sind in den Niederlanden gute Ergebnisse erzielt worden (HENKENS 1962).

Kupfer

Bei der Besprechung dieses Elementes empfiehlt es sich, Ackerbau und Grünland zu trennen. Im Ackerbau handelt es sich an erster Stelle um den Ertrag, während auf dem Grünland der Kupfergehalt des Aufwuchses mit Rücksicht auf den Gesundheitszustand des Tieres wichtiger ist.

Kupfer ist wenig beweglich im Boden. Das hat zur Folge, daß nur ein kleiner Teil der Pflanze direkt zur Verfügung steht und daß die Anwendung einer Kupfermenge, welche dem direkten Bedürfnis der Pflanze entspricht, keine Wirkung haben wird. Die Düngung soll genügen, um die Konkurrenz zwischen Boden und Wurzel zu Gunsten der letzteren zu entscheiden.

Besonders Getreide ist empfindlich für Kupfermangel. Obgleich eine Weizen-

ernte dem Boden durchschnittlich nur etwa 30 g Kupfer pro ha entzieht, hat sich gezeigt, daß die Kupfer-Salpetersäurezahl des Bodens (Cu-Gehalt in mg pro kg Boden, ermittelt durch Extraktion mit Salpetersäure) für den Anbau von Weizen mindestens 4 sein soll. Eine Ackerkrume von zwei Millionen kg soll also wenigstens 8 kg in 0,4 n Salpetersäure lösliches Kupfer enthalten. Der große Unterschied zum Bor fällt gleich auf. Für das letztgenannte Element entspricht der Grenzwert im Boden ungefähr dem jährlichen Entzug. Es ist jedoch fraglich, ob es notwendig ist, bei einer Kupferzahl 0 8 kg Kupfer (entsprechend 30 kg Kupfersulfat) pro ha anzuwenden, um gesunden Weizen zu erhalten. Im Jahre 1954 sind einige Feldversuche angelegt worden, um die Kupferwirkung eines Mischdüngers mit Spurenelementzusatz zu prüfen. Dieses Düngemittel (aus Deutschland) enthielt 12% Stickstoff ($\frac{1}{2}$ Ammoniak und $\frac{1}{2}$ Salpeter), 12% Phosphorsäure und 18% Kalium (chloridarm); außerdem 0,5% Magnesiumoxide und an Spurenelementen je 100 kg Produkt 550 g Borax, 270 g Mangansulfat, 152 g Kupfersulfat, 90 g Zinksulfat und 5 g Kobaltsulfat. Die Spurenelemente lagen jedoch nicht in den eben genannten Formen vor, sondern gebunden an die Kernnährstoffe (wahrscheinlich meistens an Phosphorsäure).

Tab. 1
Auswirkung einer Düngung mit Kupfersulfat und eines Mischdüngers mit Spurenelementen auf den Ertrag von Weizen

Düngung	durchschnittliche Kornerträge	
	kg pro ha	relativ
0 kg Kupfersulfat pro ha	1410	100
25 kg Kupfersulfat pro ha	2390	169
50 kg Kupfersulfat pro ha	2550	181
100 kg Kupfersulfat pro ha	2500	177
Mischdünger mit Spurenelementen	2040	144
0 kg Kupfersulfat + P ₂ O ₅ + K ₂ O	1640	116
100 kg Kupfersulfat + P ₂ O ₅ + K ₂ O	2660	188

Tabelle 1 gibt die durchschnittlichen Kornerträge wieder. Der Kornmehrertrag durch Kupfersulfat war groß. Die Düngung mit 25 kg Kupfersulfat pro ha steigerte den Ertrag um 980 kg oder 69%, mit 50 kg um 1140 kg oder 81%. 100 kg hatte dieselbe Wirkung wie 50 kg.

Der Ertrag mit dem spurenelementhaltigen Dünger muß mit dem der Parzellen mit zusätzlichen Phosphor- und Kaligaben verglichen werden. Durch die Phosphor- und Kaligaben war der Ertrag um 16% gesteigert worden. Die Düngung mit dem Mischdünger steigerte ihn um 44%. Das in diesem Düngemittel anwesende Kupfer hat den Ertrag also gesteigert um $\frac{28}{116} \times 100 = 24\%$. 100 kg Kupfersulfat mit zusätzlichen Phosphor und Kali steigerte den Ertrag um 88%. Die Auswirkung von 100 kg Kupfersulfat (und von 50 kg, wie schon besprochen) war also $\frac{72}{116} \times 100 = 62\%$ oder fast 40% stärker als die des Kupfers im Mischdünger. Hieraus ergibt sich, daß dieser Mischdünger mit Spurenelementen nicht imstande ist, Kupfermangel völlig aufzuheben. PRAFF und ROTH (1959) erhielten dieselben Ergebnisse.

Obgleich der verwendete Mischdünger nicht imstande war, Ertragsverluste durch Kupfermangel zu verhindern, war die Kupferwirkung doch größer, als man auf Grund des anwesenden Kupfers erwarten durfte. Mit diesem Düngemittel wurde nur 1 kg Kupfersulfat angewendet, die Wirkung entspricht jedoch der von etwa 10 kg. Hieraus dürfte man schließen, daß viel kleinere Kupfermengen genügen, um Ertragsverluste zu verhindern, wenn die Verteilung sehr gut ist. Wir erwarten, daß Kupfermangel völlig aufgehoben worden wäre, falls das Düngemittel statt 0,03% 0,2 bis 0,3% Kupfer enthalten hätte.

Im Gegensatz zu Bor hat es bei Kupfer Zweck, den Gehalt im Boden zu steigern. Der Kupferzustand ist in den diluvialen Sandgebieten der Niederlande schlecht. Wir glauben nicht, daß er in den anschließenden Sandgebieten von Deutschland und Belgien besser ist. Unserer Meinung nach ist es richtig, danach zu streben, den Kupferzustand des Bodens allmählich zu steigern.

Unseres Erachtens sollte man die Kupferdüngemittel in drei Gruppen einteilen:

- a) Produkte mit hohen Gehalten, z. B. Kupfersulfat mit mindestens 24% an wasserlöslichem Kupfer.
- b) Spezielle Kupferdüngemittel mit mindestens 1% an mineral säurelöslichem Kupfer.
- c) Kupferhaltige Düngemittel.

Ein Düngemittel darf unseres Erachtens kupferhaltig genannt werden, falls es mindestens 0,3% mineral säurelösliches Kupfer enthält. Die Erwähnung eines Höchstkupfergehaltes darf hier unterbleiben, da Kupferüberdüngung erst bei

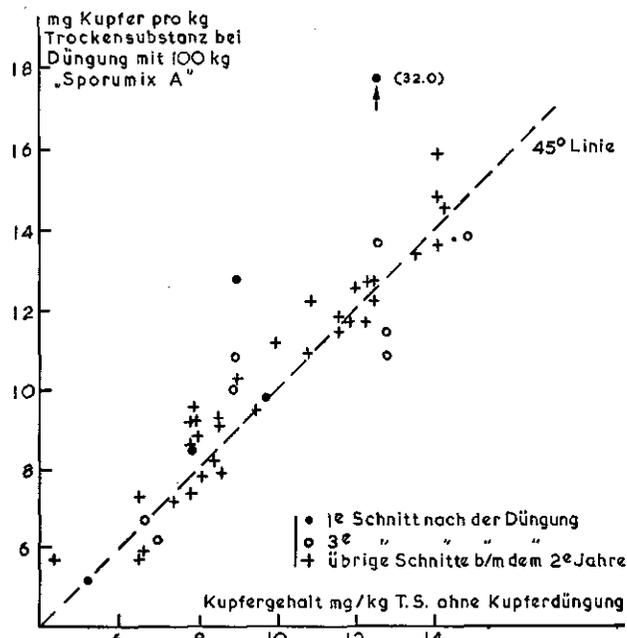


Abb. 1

Zusammenhang zwischen dem Kupfergehalt des Grases ohne Kupferdüngung und dem bei einer Düngung mit 100 kg „Sporumix A“

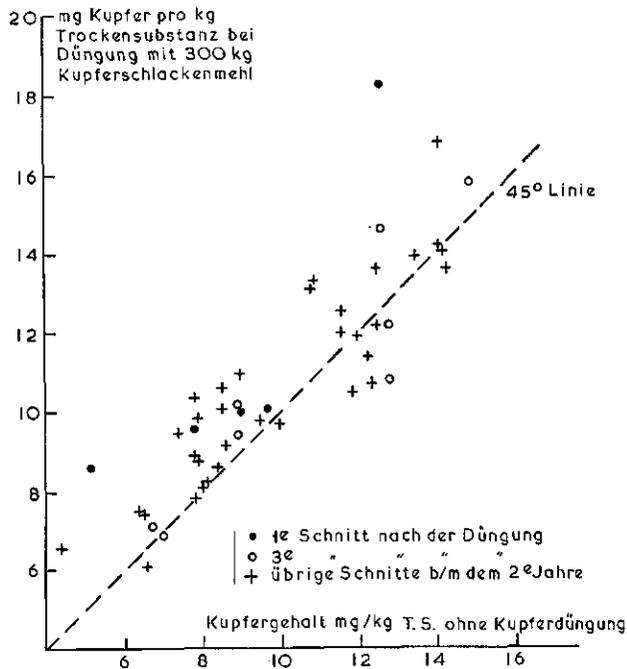


Abb. 2

Zusammenhang zwischen dem Kupfergehalt des Grases ohne Kupferdüngung und dem bei einer Düngung mit 300 kg Kupferschlackenmehl

sehr großen Kupfermengen auftritt. Auf Grund des oben erwähnten Versuches erwarten wir, daß die Anwendung von 300—400 kg eines derartigen Düngemittels Ertragsverluste von Getreide verhindern kann. Außerdem wird durch regelmäßige Anwendung der Kupfergehalt allmählich gesteigert. Es versteht sich, daß der praktische Wert dieser Düngemittel durch Feldversuche geprüft werden soll.

Wir sind der Meinung, daß Anwendung von Düngemitteln mit einem niedrigen Gehalt auf Grünland allein dann Zweck hat, wenn große Mengen verabfolgt werden. Dies können wir mit den Ergebnissen einiger Versuche in Südwestfriesland begründen. In dieser Gegend wurden durch den Reichsberatungsdienst 1953—1956 neun Versuche angelegt. Hier wurde die Wirkung von 100 kg Kieserit mit Spurenelementen, „Sporumix A“ (mit 1,2% Cu), 300 kg Kupferschlackenmehl (mit 1,5% Cu) und 50 kg Kupfersulfat (mit 25% Cu) auf den Kupfergehalt des Grases miteinander verglichen. In den Abbildungen 1, 2 und 3 wird der Zusammenhang zwischen dem durchschnittlichen Kupfergehalt des Grases der nicht mit Kupfer gedüngten Parzelle und dem Gehalt der Parzellen dargestellt, die mit 100 kg „Sporumix A“, 300 kg Kupferschlackenmehl oder 50 kg Kupfersulfat gedüngt sind. In Abbildung 1 sind die Punkte um die 45° Linie entlang gruppiert. In Abbildung 2 ist dies weniger der Fall. Es bedeutet, daß die Düngung mit 100 kg „Sporumix A“ den Kupfergehalt des Grases nicht, die mit 300 kg Kupferschlackenmehl den Gehalt nur wenig erhöht hat, im Gegensatz zu Kupfersulfat.

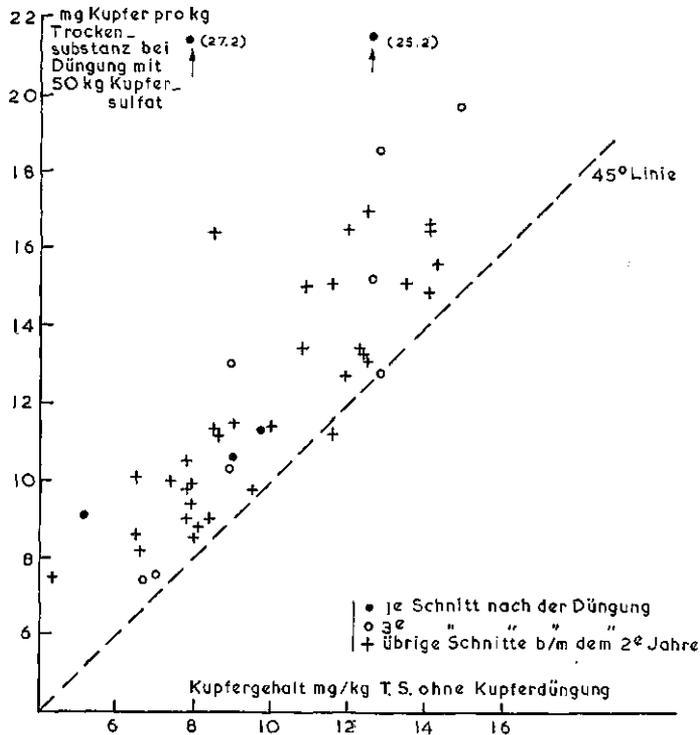


Abb. 3

Zusammenhang zwischen dem Kupfergehalt des Grases ohne Kupferdüngung und dem bei einer Düngung mit 50 kg Kupfersulfat

Abbildung 3 zeigt, daß der Kupfergehalt des Grases fast immer durch Düngung mit Kupfersulfat erhöht wird. In einem einzelnen Falle ist der Kupfergehalt des ersten Schnittes nach der Düngung sowohl mit Kupfersulfat als mit „Sporumix A“ hoch. Dies ist vermutlich auf das Haften von Kupfer am Gras zurückzuführen.

Aus diesen Ergebnissen erhält man den Eindruck, daß der Kupfergehalt des Grases, da die Einbringung in den Boden durch Bodenbearbeitung entfällt, nur durch Düngung mit großen Kupfermengen erhöht werden kann. Das steht in Übereinstimmung mit unserer Erwartung auf Grund des schwierigen Eindringens von Kupfer in den Boden (HENKENS 1962). Hieraus folgt, daß — im Gegensatz zu der Feststellung auf Ackerland — die Wirkung eines kupferhaltigen (Misch-) Düngemittels auf Grünland gering sein wird, wenn man das anhaftende Kupfer ausschließt.

Mangan

Die übliche Aufhebung von Manganmangel geschieht durch Spritzen mit einer 1,5%igen Mangansulfatlösung. Diese Methode hat nicht nur den Nachteil, daß die Spritzung alljährlich mehrmals wiederholt werden muß, sondern auch den, daß sie bisweilen einen mangelhaften Erfolg hat. Dies führt zur Frage, ob die Bodendüngung vielleicht besser ist.

Unsere Untersuchungen (HENKENS 1962) haben gezeigt, daß der Gehalt des Bodens an reduzierbarem Mangan durch Düngung mit Mangansulfat derart erhöht werden kann, daß die Pflanzen keine Manganmangelsymptome mehr zeigen. Große Mengen Mangansulfat (400—600 kg pro ha) sind aber erforderlich, da der Gehalt an reduzierbarem Mangan oft niedrig ist. Mit Rücksicht auf die große Investition wird die Tauglichkeit dieser Bekämpfungsweise für die Praxis von der Dauer der Wirkung abhängen. Auf Böden, wo der Gehalt an reduzierbarem Mangan nicht maßgebend ist für den Manganzustand, wird eine Düngung mit Mangansulfat weniger zweckmäßig sein.

Aus der Tatsache, daß für die Aufhebung von Manganmangel auf Ackerland 400—600 kg Mangansulfat (etwa 100 kg Mangan enthaltend) nötig sind, folgt schon, daß manganhaltige Düngemittel, mit denen nur kleine Mengen Mangan gegeben werden, nicht geeignet sind für die Verhütung des Mangels. Während bei Kupfer und Bor die Verteilung noch eine Rolle spielen kann, gibt es hier diese Möglichkeit nicht, da die benötigten Mengen Mangansulfat so groß sind, daß die Verteilung gleichmäßig stattfinden kann. Dies wird auch durch zwei Versuche mit manganhaltigen Düngemitteln bestätigt. Das unter dem Abschnitt Kupfer genannte Mischdüngemittel mit Spurenelementen wurde dabei auf seine Manganwirkung geprüft.

Es hat sich ergeben, daß die Anwendung von Düngemitteln mit einer kleinen Menge Mangan keinen Zweck hat. Die Aufhebung des Manganmangels durch Bodendüngung kann offenbar nur mit Hilfe von Düngemitteln mit einem hohen Mangangehalt geschehen.

Kobalt

Zur Beurteilung der Kobaltnahrung des Viehes gebraucht man die Bestimmung des Kobalts im Boden. Sie wird in einem Bodenextrakt mit 2,5% Essigsäure durchgeführt. Der so ermittelte Kobaltgehalt in mg pro kg Boden wird Co-Essigsäurezahl genannt. 't HART und DEYS (1951) schlossen aus dem Vergleich des Kobaltgehaltes von Böden in Betrieben mit Lecksucht und in Betrieben ohne solche Schwierigkeiten, daß die Co-Essigsäurezahl des Bodens 0,20—0,30 sein soll. In den Niederlanden wird eine Zahl kleiner als 0,10 als unzureichend und eine von 0,10 bis 0,30 als mäßig ausreichend betrachtet.

Um die Co-Essigsäurezahl um 0,1 mg pro kg Boden zu erhöhen, braucht man bei einem Gewicht der intensiv durchwurzelten Schicht (0—5 cm) von 500 000 kg mindestens 50 g Kobalt. Diese Menge entspricht etwa 200 g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß im Durchschnitt nur $\frac{2}{3}$ einer Düngung in der Erhöhung der Kobaltzahl zum Ausdruck kommt. Dies heißt, daß eine Düngung mit \pm 300 g Kobaltchlorid genügt, um die Zahl um 0,1 mg pro kg Boden zu erhöhen. Es hat sich in Feldversuchen gezeigt, daß eine Düngung mit 2 kg Kobaltchlorid für sicher vier Jahre und manchmal sogar für zehn Jahre genügt. Man kann statt Kobaltsalzen auch kobalthaltiges Kupferschlackenmehl anwenden (davon sind 300—600 kg pro ha nötig).

Die Co-Essigsäurezahl wird durch die Düngung bedeutend erhöht und genügt während längerer Zeit den Ansprüchen. Die Kosten pro Jahr und pro Hektar sind gering. Es versteht sich, daß die genannten kleinen Kobaltmengen leicht in andere Düngemittel aufgenommen werden können.

Man müßte auch hier zwischen Kobaltsalzen bzw. anderen Produkten mit hohen Kobaltgehalten (20%), speziellen Kobaltdüngemitteln (0,1%) und kobalthaltigen Düngern (0,02%) unterscheiden.

Molybdän

Molybdänmangel kommt in Holland nahezu nur auf eisenreichen Böden mit einem pH-KCl geringer als 5,4 vor. Auf anderen Böden gibt es keinen Molybdänmangel, ausgenommen auf Flächen, die mit Abwässern der Kartoffelmehlwerke beschickt werden.

Wenn man mit diesem Mangel zu kämpfen hat, empfiehlt es sich, erst das pH zu erhöhen bis auf ein Niveau, das in die allgemeine Betriebsführung paßt. In anderen Fällen ist eine Düngung mit 2 bis 3 kg Natrium- oder Ammoniummolybdat pro ha geeignet. Mit 3 kg Natriummolybdat werden 1188 g Molybdän gegeben. Es ist zu erwarten, daß bei Anwendung eines molybdänhaltigen Düngemittels viel geringere Mengen Molybdän genügen werden, weil die Verteilung dabei viel besser ist und die Pflanzen nur kleine Mengen brauchen.

Es empfiehlt sich u. E. nicht, mit Molybdän zu düngen, wenn kein Molybdänmangel vorliegt. Viele Pflanzenarten nehmen nämlich leicht Molybdän auf, wodurch beim Vieh Schwierigkeiten auftreten können. In einem Falle haben wir gemeint, einen negativen Einfluß des Molybdäns auf die Pflanze konstatiert zu haben. Falls molybdänhaltige Düngemittel erzeugt würden, sollte der Praxis nachdrücklich geraten werden, solche Düngemittel nur auf Mangelböden anzuwenden.

Es hat sich bis jetzt nicht gezeigt, daß Molybdänmangel beim Tier auftritt. Ein Molybdängehalt von mehr als 20 mg pro kg Futter kann jedoch beim Tier Durchfall verursachen.

Diskussion

Mit Spurenelementen zu düngen, wenn daran kein Bedarf besteht, empfiehlt sich nach unserer Meinung nicht. Es wäre eine Verschwendung. Andererseits wird angeführt, daß man auf diese Weise verhindert, daß der Boden hinsichtlich der Spurenelemente abgewirtschaftet wird. Wenn man den Entzug durch die Pflanzen betrachtet, ist es klar, daß die Aussicht hierauf sehr gering ist. Man hat bei den Spurenelementen, die im Boden wenig beweglich sind, vielleicht in noch stärkerem Maße als bei den Kernnährstoffen den diesbezüglichen Bodenzustand zu berücksichtigen, der sich sehr langsam ändert. Überdies sind wir davon ausgegangen, daß ein Düngemittel den Bedarf der Pflanzen decken sollte. Dies bringt also mit sich, daß die Möglichkeit eines Übermaßes besteht, wenn diese Düngemittel unnötig angewendet würden. Dennoch kann es sich für bestimmte Böden und besonders bei bestimmten Pflanzen empfehlen, mit mehreren Spurenelementen gleichzeitig zu düngen. Die Spurenelemente sollen dann in so großen Mengen anwesend sein, daß der Mangel aufgehoben wird. Falls es sich zeigt, daß ein kupferhaltiger (Misch-)Dünger den Kupfergehalt des Grases steigern kann, empfiehlt es sich für Sandböden, zu einem solchen Düngemittel auch Kobalt hinzuzufügen. Auf Sandböden sind oftmals sowohl der Kupfer- als auch der Kobaltzustand (zu) niedrig. Für Ackerböden könnte man an die Kombination von Bor und Kupfer denken. Wir meinen jedoch davon abratens zu müssen, da Getreide sehr empfindlich für Kupfermangel, aber auch gegen Borübermaß ist. Für Beta-rüben würde die Kombination weniger nachteilig sein.

Aus dem unter dem Abschnitt Molybdän Erwähnten geht schon hervor, daß von einer Kombination von Molybdän mit anderen Spurenelementen abzuraten ist. Wie wir dargelegt haben, ist der Zusatz von Mangan unseres Erachtens wertlos; dasselbe gilt natürlich für die Kombination von Mangan mit anderen Elementen.

Zusammenfassung

Die Empfehlungen bezüglich der Düngung mit verschiedenen Spurenelementen und die Ansprüche, die an die verschiedenen Düngemittel zu stellen sind, wurden besprochen. Weiterhin wurde diskutiert, ob die Anwendung von Düngemitteln mit mehreren Spurenelementen erwünscht ist.

Summary

HENKENS, CH. H.: „Richtlinien für die Düngung mit Spurenelementen in Holland“ (*Guiding principles of trace-element fertilizing in the Netherlands*)
Landwirtsch. Forsch. 18, 1965

Recommendations for fertilizing with various trace elements, requirements for the different fertilizers, and the desirability of using multiple trace-element fertilizers are discussed.

Résumé

HENKENS, CH. H.: „Richtlinien für die Düngung mit Spurenelementen in Holland“ (*Directives pour la fumure aux oligoéléments en Hollande*)
Landwirtsch. Forsch. 18, 1965

Les recommandations concernant l'apport par la fumure de différents oligoéléments ont été discutées, ainsi que les exigences auxquelles doivent satisfaire les différents engrais. Le problème de l'utilisation d'engrais minéraux renfermant plusieurs oligoéléments a également été discuté.

Schrifttum

1. HENKENS, CH. H.: Bedeutung des Kupfers für Ackerbau und Grünland. Landwirtsch. Forsch. 16. Sonderheft (1962) 56-66.
2. HENKENS, CH. H.: Manganmangel und dessen Beseitigung. Landwirtsch. Forsch. 16. Sonderheft (1962) 66-71.
3. HENKENS, CH. H.: Bemestingsbeleid ten aanzien van sporenelementen. Landbk. Tijdschr. 74 (1962) 691-707.
4. PFAFF, C., und ROTH, H.: Zur Düngung mit Mikronährstoffen. Landwirtsch. Forsch. 12 (1959) 231-239.