

Organische und anorganische Stickstoffernährung

Von Jac. Kortleven *)

Aus der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt und Institut für Bodenforschung T.N.O., Groningen-Holland

Es ist seit langem bekannt, daß organische Düngemittel ihre Bestandteile allmählich der Pflanze zur Verfügung stellen, entsprechend der Geschwindigkeit ihrer Mineralisierung. Es müssen sich also Unterschiede zwischen der Reaktion auf organische bzw. anorganische Düngemittel zeigen.

So findet man z. B., daß der Stickstoffdüngewert von einer Stallmistgabe, die 100 kg Gesamtstickstoff enthält, kleiner als der von 100 kg

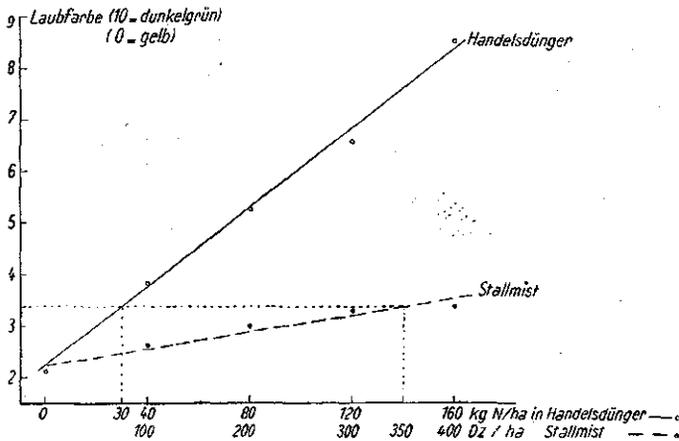


Abbildung 1
Die Laubfarbe von Kartoffeln bei Düngung mit Handelsdünger und mit Stallmist (1952)

Mineral-Stickstoff ist und z. B. dem von 40 kg Mineral-Stickstoff entspricht. Der Wirkungskoeffizient (oder Wirkungsgrad) des Stalldüngerstickstoffes beträgt somit 40%. Diese Zahl wird auf folgende Weise bestimmt: Man nimmt zwei Versuchsreihen, die in bezug auf P, K, Ca, Mg und andere Wachstumsfaktoren völlig gleich sind. Während nun die eine mit unterschiedlich hohen Mineralstickstoffmengen versehen wird, erhält die andere gestaffelte Stallmistgaben. Die Stickstoffreaktion beider Reihen ist dann zu vergleichen.

Kann man mit Hilfe eines Ausgleichsverfahrens die Punkte beider Reihen gradlinig verbinden, wie in Abb. 1. für die Laubfarbe der Kartoffel, dann ergibt sich, daß durch 30 kg N die gleiche Blattfärbung erzielt wird wie durch 350 dz Stallmist mit 120 kg Stickstoff-Gehalt. Der

*) J. Kortleven, Paterswolde (Gem. Eelde), Holland, Boterdyk 5.

Wirkungskoeffizient ist also

$$100 \times \frac{30}{120} = 25\%$$

Mit Hilfe dieses Wirkungskoeffizienten kann man die Ergebnisse beider Reihen in einer geraden Linie zusammenfassen, indem man den Stickstoff im Stallmist auf 25% reduziert (Abb. 2). Es gibt dann keinen Unterschied mehr zwischen Mineralstickstoff und wirksamem organischen Stickstoff.

In der gleichen Weise verfährt man, wenn man Versuchsergebnisse erhält, die sich nicht geradlinig aufzeichnen lassen, sondern Kurven ergeben (Abb. 3), obwohl dieses schwieriger ist. Auf einigen Höhen bestimmt man wieder das Verhältnis zwischen den Abzissenwerten in beiden Reihen bei gleichen Ordinaten und mittelt die gefundenen Verhältnisse. In der Abb. 3 ist das für die Ordinaten a und b möglich, nicht aber für c, da

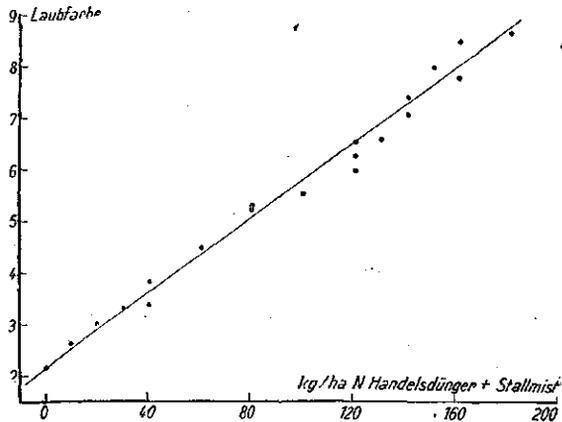


Abbildung 2

Die Laubfarbe von Kartoffeln bei Düngung mit Handelsdünger und mit Stallmist, ausgedrückt in kg N bei einem Wirkungskoeffizienten von 25% für Stallmiststickstoff (1952)

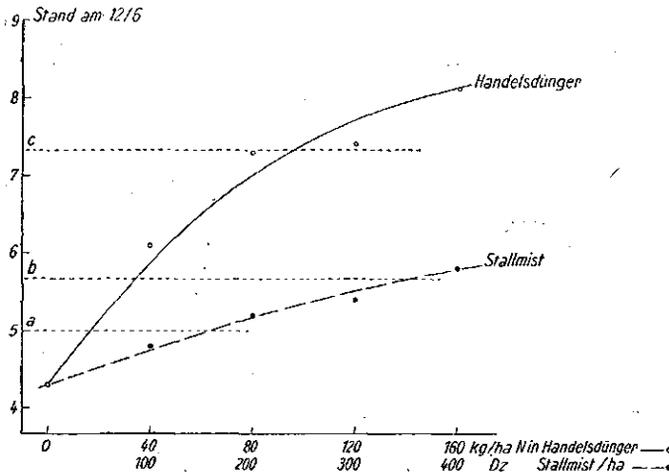


Abbildung 3

Visuelle Beurteilung des Laubes bei Düngung mit Handelsdünger und mit Stallmist (1952)

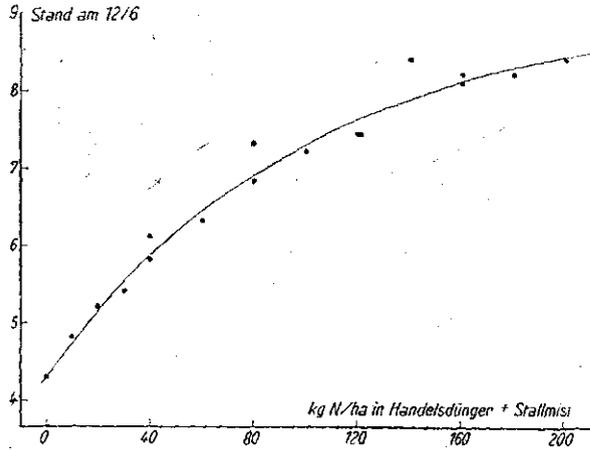


Abbildung 4
Visuelle Beurteilung des Laubes bei Düngung mit Handelsdünger
und mit Stallmist in kg N bei Wirkungskoeffizient 25 (1952)

hier das Verhältnis unendlich groß wird. Immerhin war es in diesem Falle doch möglich, mit einem W. K. = 25 die Ergebnisse der Abb. 4 zu erhalten.

Noch schwieriger, ja sogar unmöglich wird die Lösung, sobald man die in Abb. 5 aufgezeigten Ergebnisse findet. Zum Ordinatenwert a gehören zwei Abzissenwerte von der N-Reihe aber keiner von der Stallmistreihe und an den Stellen, an denen man das Verhältnis berechnen kann, ändert es sich fortwährend. Es ist dadurch unmöglich, diese bei-

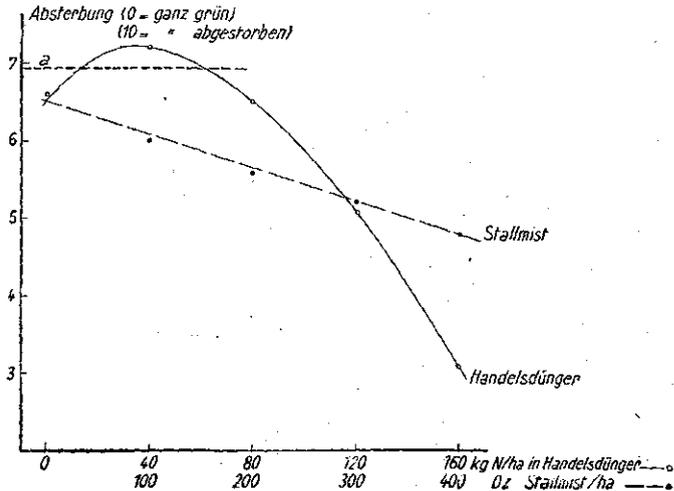


Abbildung 5
Die Absterbung des Laubes bei Düngung mit Handelsdünger
und mit Stallmist (1952)

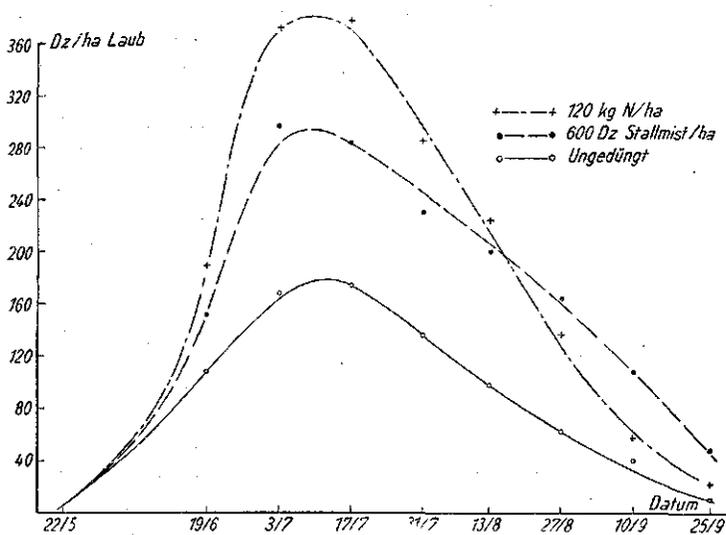


Abbildung 6.

Die Laubmenge während des Wachstums und der Absterbung (1953)

den Reihen zu einer Kurve zu vereinen. Die Sachlage ist auch dadurch verwirrend, weil man in einem Versuch all die geschilderten Fälle antrifft und auch verschiedene Werte für den Wirkungskoeffizienten findet. Der Wert des W. K. hängt von der Eigenschaft ab, die man untersucht. In Abb. 1 und 2 wurde die Reaktion der Laubfarbe, in Abb. 3 und 4 die der Laubmasse und in Abb. 5 die der Absterbungsgeschwindigkeit des Laubes von einem Versuch in einem Jahr gezeigt. Als W. K. wurde gefunden:

Laubfarbe	25%
Laubmasse	25%
Knollenertrag	40%
Stärkegehalt	65%
Stärkeertrag	25%
Absterbung	nicht zu bestimmen.

Welcher Wert kommt nun dem organischen Stickstoff zu? Für die praktische Beratung könnte man in diesem Falle sagen: Für Konsumptionskartoffeln 40 und für Industriekartoffeln 25, weil dies die W. K. für die Eigenschaften der Kartoffeln sind, an denen der Bauer am meisten interessiert ist. Physiologische Probleme mögen ihm fernbleiben. Für Beratungszwecke berechnen wir aus einer großen Anzahl von Versuchsergebnissen Durchschnittszahlen um angeben zu können, wieviel N, P, K usw. man durch eine organische Düngung sparen kann. Wir sind aber damit nicht zufrieden, da das keine Lösung ist, um das Studium der organischen Stoffe im Boden zu fördern. Wir können sie aber gut gebrauchen für die Kompensation der Nährstoffe organischer Düngemittel,

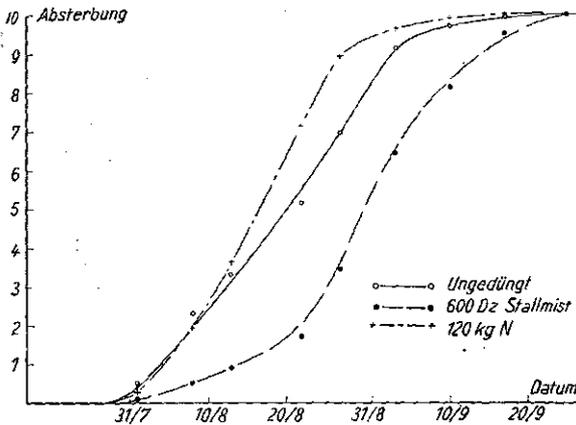


Abbildung 7
Der Rhythmus der Absterbung des Laubes

um dann die spezielle Wirkung der organischen Substanz in Reinkultur studieren zu können. Jetzt stellen wir uns aber die Frage, wie die gefundene Divergenz zustande kommt. Es ist physiologisch nicht leicht zu verstehen, daß zu einem bestimmten Zeitpunkt, an dem eine bestimmte Stickstoffmenge, sagen wir 40 kg, aus dem Stallmist pflanzenverfügbar ist, diese unterschiedlich auf die einzelnen Eigenschaf-

ten der Pflanze wirkt, als ob sie 20, 40 oder 80 kg betrüge. Obwohl die eine Eigenschaft der Pflanze stärker als die andere gefördert wird, eine dritte sogar abnimmt (z. B. der Stärkegehalt von Kartoffeln), so bleiben doch 40 kg Stickstoff verfügbar, und man sollte annehmen, daß die Wirkung auf jede Eigenschaft mit dieser Menge proportional (oder doch zumindest funktionsgemäß) ist, abhängig von der Reaktion, die zwischen der Eigenschaft in casu und Stickstoff besteht.

Die einzig denkbare Erklärung wäre, daß die Divergenz durch die unterschiedliche Verfügbarkeit des Stickstoffs entsteht. Nimmt man an, daß die Verfügbarkeit unterschiedlich ist und z. B. der Stickstoff aus der einen Form den Pflanzen rascher, aus der anderen dagegen zunächst langsamer zur Verfügung steht, und weiter die eine Eigenschaft der Pflanze am Anfang der Vegetationszeit, die andere dagegen mehr am

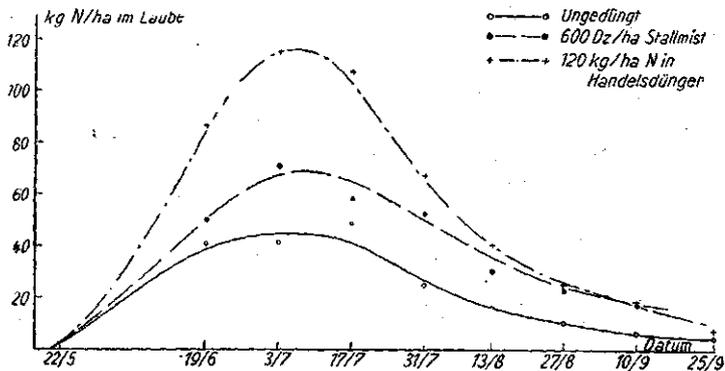


Abbildung 8
kg N/ha im Laube während des Wachstums und der Absterbung

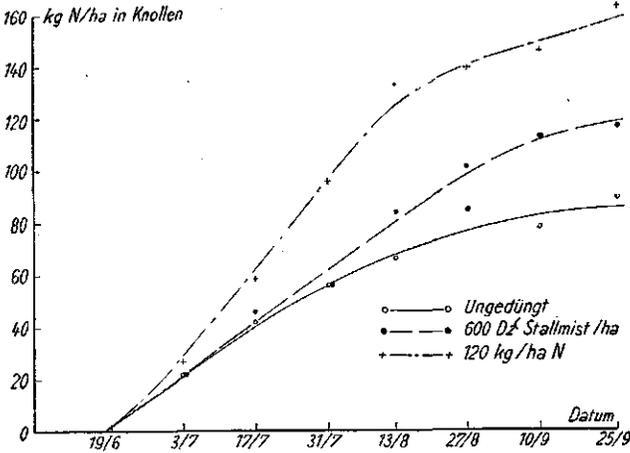


Abbildung 9
kg N/ha in Knollen

Ende ausgeprägt wird, so würden die Unterschiede der W.K. zu erklären sein.

Um diese Möglichkeit zu prüfen, war es unumgänglich, das Wachstum und die Entwicklung der wichtigsten Eigenschaften während des Wachstums durch wiederholte Aufnahmen und Probenahmen zu verfolgen. Dies wurde alle zwei Wochen durchgeführt. Bestimmt wurden Trockensubstanz-, Stärke-, Stickstoff- und Wasserhaushalt und die Absterbung; die beiden letzteren Eigenschaften, weil ich immer finde, daß diese durch Stickstoff und organische Stoffe beeinflusst werden. Versuchstechnisch ist ein solcher Versuch sehr kompliziert, arbeitsintensiv und kostspielig. Obwohl die angewandte Methodik zur Beurteilung der Ergebnisse immer wichtig ist, möchte ich sie hier nicht schildern, weil an anderer Stelle darüber berichtet werden soll. Es

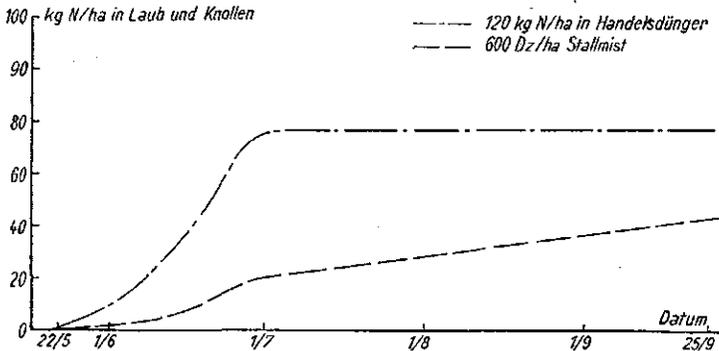


Abbildung 10
N-Menge in Laub und Knollen zusammen (in kg/ha) mehr aufgenommen als bei „Ungedüngt“

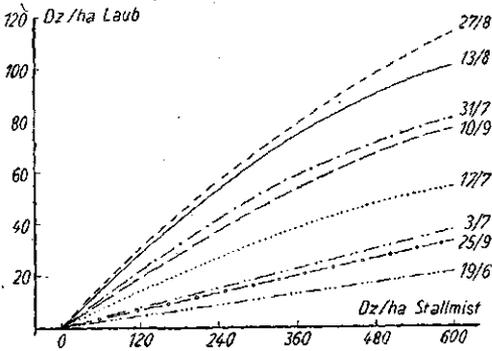


Abbildung 11
Stallmistsonderwirkung auf Laubmenge nach
Elimination der Wirkung des aufgenommenen Stickstoffs

1. Die Unbestimmbarkeit beginnt, wenn sie überhaupt eintritt, am 31. 7.
2. Der Wirkungskoeffizient nimmt in mehreren Fällen zu, aber niemals ab.

Der erste Punkt hängt zweifellos mit der Laubentwicklung zusammen, die anfangs für alle Objekte proportional ansteigt und genau am gleichen Tag den Maximalwert erreicht, nämlich etwa am 17. 7. (Abb. 6). Die Höhe dieser Maxima hängt mit der Höhe der Düngerstufen zusammen, ist aber für Handelsdünger bedeutend größer als für Stalldünger.

Ab 31. 7. fangen Unterschiede bei der Absterbung an (Abb. 7), die vielerlei Verschiebungen verursachen. Bis zum 17. 7. hat man die reine Wachstumsphase, ab 31. 7. die Absterbungsphase. In der

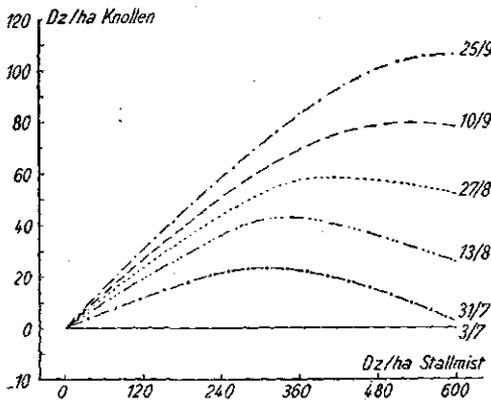


Abbildung 12
Stallmistsonderwirkung auf Knollenertrag nach
Elimination der Wirkung des aufgenommenen Stickstoffs

seien nur einige der Ergebnisse angeführt.

Es wurde eine ganze Reihe Wirkungskoeffizienten für Wachstum (Laub und Knolle), Wasser-, Stickstoff- und Stärkehaushalt bestimmt. Es zeigten sich wieder große Unterschiede zwischen den einzelnen Wirkungskoeffizienten und auch Fälle, bei denen der W.K. nicht zu bestimmen war. Aus dem gesamten Material ergab sich ohne weiteres zweierlei:

Wachstumsphase steigt der Gesamt-Stickstoffgehalt des Laubes (Abb. 8) ebenso wie die Laubmenge an, deren Maximum etwa eine Woche früher erreicht wird. Durch die Unterschiede in der Absterbung fällt er aber bei den mit Stallmist gedüngten Pflanzen weniger schnell als bei den mit Handelsdünger gedüngten ab, so daß er im ersten Fall gegenüber dem zweiten relativ steigt.

In den Knollen der mit Handelsdünger gedüngten Pflanzen steigt der Gesamt-Stickstoffgehalt bis etwa

15. August sehr schnell an, um dann nur noch auf den höheren Stufen schwach zuzunehmen. Bei den mit Stalldünger gedüngten Pflanzen ist die Zunahme zwar weniger schnell, sie hält aber bis zum 10. September an. Danach steigen alle Stufen bis zum letzten Tag an, jedoch bei Handelsdünger stets weit zurückbleibend.

Addiert man beide Mengen und subtrahiert die von den ungedüngten Pflanzen aufgenommene Stickstoffmenge, die bis zu 90 kg/ha ansteigt, dann ergibt sich, daß die Aufnahme von Mineraldünger bereits am 3. Juli beendet war (Abb. 10) und 65% der gegebenen Menge ausmachte. Stickstoff aus Stallmist aber wird immer aufgenommen, sogar nachdem das Laub zum größten Teil abgestorben ist.

Es ergibt sich weiter, daß die Aufnahme aus a Tonnen Stallmist und b kg Mineralstickstoff, zusammen gegeben, der Aufnahme aus a Tonnen Stallmist + b kg Mineralstickstoff (auf verschiedenen Parzellen) gleich ist. Die Aufnahme ist also additiv, und es gibt keine Interaktion.

Werden die Wirkungskoeffizienten für die Gesamt-Stickstoffaufnahme ausgeglichen, so ergibt sich folgendes:

	19. 6.	3. 7.	17. 7.	31. 7.	13. 8.	27. 8.	10. 9.	25. 9.
Wirkungskoeff.	10	10	10	14	18	22	26	30

Dies demonstriert zahlenmäßig die behauptete allmähliche Wirkung des Stalldüngerstickstoffs.

Weiter kann man sagen, weil bei diesen Versuchen der tatsächlich in der Pflanze vorhandene Stickstoff bestimmt wurde, daß die Pflanze mit diesen Mengen alle Organe ausgebildet und alle physiologischen Vorgänge verrichtet hat.

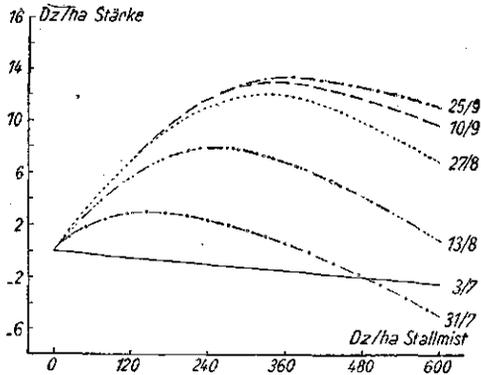


Abbildung 13
Stallmistsonderwirkung auf Stärkeertrag nach Elimination der Wirkung des aufgenommenen Stickstoffs

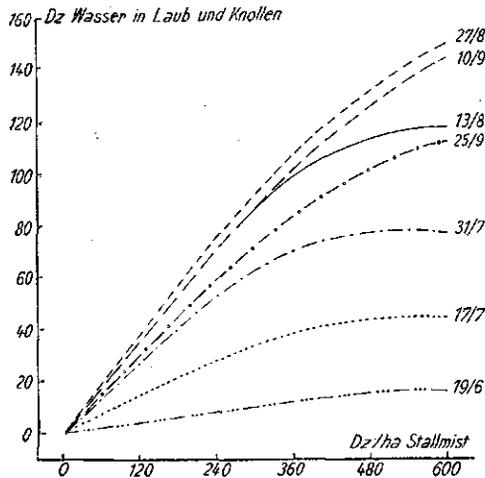


Abbildung 14
Stallmistsonderwirkung auf Wassermenge in Laub und Knollen nach Elimination der Wirkung des aufgenommenen Stickstoffs

Der Wirkungskoeffizient 10 in der Wachstumsphase repräsentiert den Stickstoff, der schon im Stallmist in mineralisierter Form vorhanden war. Durch fortschreitende Mineralisierung steigt der Wirkungskoeffizient in der Reifungsphase fortwährend an.

Um die Wirkung dieses nachgelieferten Stickstoffes zu ermitteln, benutzen wir den Wirkungskoeffizienten 10 weiter und subtrahieren den damit übereinstimmenden Wert der mit Mineralstickstoff behandelten Pflanzen. Z. B. wird auf den mit 200 dz Stallmist oder 100 kg organischem Stickstoff gedüngten Parzellen in der Wachstumsphase 10% = 10 kg N aufgenommen. Vom Knollenertrag z. B. wird nun für jeden Erntetag der jeweilige Ertrag bei 10 kg Mineralstickstoff subtrahiert. Auf die Weise bekommt man die Wirkung des nachgelieferten Stickstoffes und, nicht davon zu trennen, eine mögliche Stallmistsonderwirkung. In Abbildungen 11—14 sind einige Ergebnisse aufgezeichnet.

Selbstverständlich wäre zur völligen Klärung der Probleme und zur Abtrennung der Wirkungen des nachgelieferten Stickstoffes und der Stallmistsonderwirkungen nötig gewesen, auch Versuche mit geteilten Mineralstickstoffgaben durchzuführen, die der Stickstoffnachlieferung des Stallmistes entsprechen. Da die hier aufgezeigten Versuchsergebnisse nicht vor der Anlage der Versuche bekannt waren, wurde dies unterlassen. Es soll aber 1954 nachgeholt werden. [2342]
