

# DIE DÜNGUNG VON KOPFSALAT BEIM ANBAU IM FRÜHJAHR IN GEWÄCHSHÄUSERN

VON ROORDA VAN EYSINGA J.P.N.L.

Institut für Bodenfruchtbarkeit, Groningen, The Netherlands

## EINFÜHRUNG

Die Versuchsanstalt « Noord-Limburg » wurde 1951 in Venlo in der Provinz Limburg im Südosten der Niederlande gegründet. Ein grosser Teil des Versuchsprogrammes der Anstalt hat sich auf die Düngung von im Frühjahr in Gewächshäusern angebauten Kopfsalat bezogen. Nachdem erst ein fünfjähriger Beetversuch, mit senkrecht eingegrabenen Betonplatten durchgeführt worden war [17], sind nachher die Erfahrungen weiter in Parzellenversuchen (in Grundbeet ausgepflanzt) auf Praxisbetrieben nachgeprüft worden [20,21,22,23,]. Nur ausnahmsweise wurden Gefässversuche durchgeführt [21, 22, 23,].

## GEWÄCHSHAUSBÖDEN

Wie aus Praxisergebnissen hervorgeht, ist ein erfolgreicher Kopfsalatanbau auf sehr verschiedenen Bodenarten möglich. Nur sehr leichte Sandböden z.B. Flugsand sind weniger geeignet. Beim Unterglasanbau wird durch starke Düngung mit organischen und mineralischen Düngern der Gehalt an organischer Substanz (siehe Abb. 1) und an Nährstoffen im Boden erhöht. Durch übermässige Düngung und Mangel an natürlichen Niederschlägen sind die Gewächshausböden einer Versalzung unterworfen.

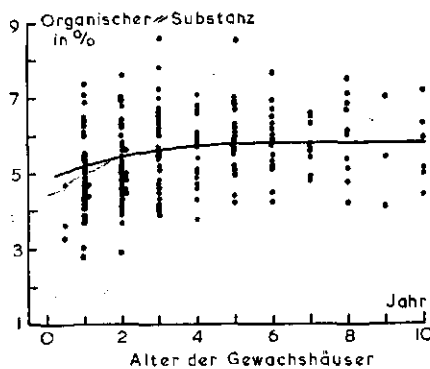


ABB. 1. Beziehung zwischen Alter der Gewächshäusern und den Gehalt an organischer = Substanz auf diluvialen Sandböden.

SALZKONZENTRATION IM BODEN

Der Salzgehalt des Bodens wird im allgemeinen durch eine elektrische Widerstandsmessung in wässrigen Bodenextrakten bestimmt. Für eine Diskutierung wird auf die Literatur hingewiesen [25].

Kopfsalat ist gegen zu hohe Salzkonzentration sehr empfindlich [5, 6, 10]. Nebst einer Wachstumshemmung kann der typische Blattrandbrand auftreten [5, 6, 12]. Kopfsalatjungpflanzen haben bei hoher Salzkonzentration in der Topferde unter Umständen schlafe Blättchen [2, 3, 6].

Über die Höchstwerte für die Salzkonzentration ist man sich nicht klar. Aus den vom Verfasser durchgeführten Parzellenversuchen geht hervor, dass die Sorte Regina empfindlicher ist als andere, was mit der Literatur übereinstimmt [19]. Nach diesen Erfahrungen ist der Höchstwert für Regina eine Leitfähigkeit von  $2,5 \times 10^{-4}$  mhos bei 18° C und 1 : 5 Extraktionsverhältnis und für Maikönig  $5,0 \times 10^{-4}$  mhos. Diese Werte stimmen mit einem Salzgehalt von etwa 0,15 und 0,23 % überein.

Für Aufhebung eines allzu hohen Salzgehaltes und zur Bekämpfung von Salzschäden wird auf die Literatur hingewiesen [5, 10, 28].

STICKSTOFF

Aus der Literatur geht deutlich hervor, dass Kopfsalat dem Ertrag nach auf Stickstoff mit einer Optimumkurve reagiert [11, 21, 23]. Eine zu grosse Stickstoffversorgung gibt dunkelgrüne harte Pflanzen, deren Wuchs gehemmt ist. Der in der Literatur erwähnte Einfluss auf Blattrandbrand [5, 6, 12, 13] wird durch die vom Verfasser durchgeführten Parzellenversuche nicht bestätigt [21]. Im niederländischen Unterglasgemüsebau liegt die Optimaldüngung für Frühjahrskopfsalat zwischen 0 und 2 kg Reinstickstoff je Ar [6, 21]. In vom Verfasser durchgeführten Versuchen [21] wurde ein Zusammenhang festgestellt zwischen der Optimaldüngung und dem Stickstoffgehalt im Boden, bestimmt in wässrigen Bodenextrakten (siehe Abb. 2).

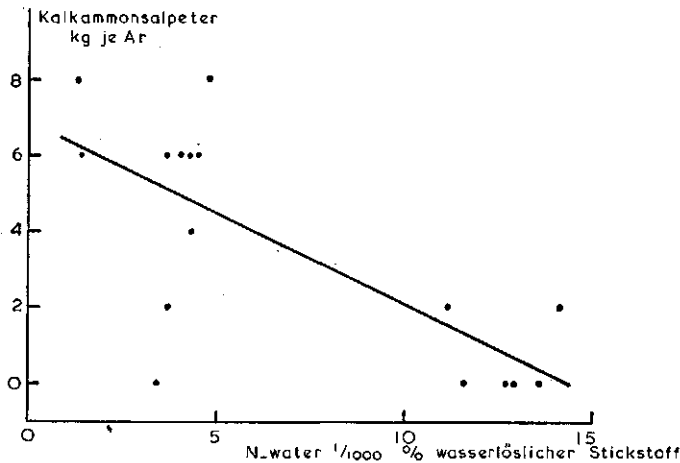


ABB. 2. Zusammenhang zwischen Stickstoffgehalt in Boden und Optimalgabe von Kalkammonsalpeter (20,5 % N)

Der Stickstoffgehalt der Pflanze liegt bei rund 5 % Stickstoff, bezogen auf Trockensubstanz. In einigen Fällen wurde unter Einfluss gesteigerter Stickstoffgaben eine Optimumkurve für den Stickstoffgehalt der Pflanze gefunden [21, 23]. Obwohl an Ort und Stelle noch organische Stickstoffdüngemittel wie Blutmehl gebraucht werden, ist nach Untersuchungen mehrerer Autoren die Verwendung nicht durch das Erhalten eines höheren Ertrags zu rechtfertigen [21].

### PHOSPHORSÄURE

Kopfsalat ist sehr empfindlich gegen eine zu niedrige Phosphorsäureversorgung [11, 20, 22]. Dasz in der Praxis ohne Phosphorsäuredüngung oft nur kleine Ertragsdepressionen festgestellt werden, lässt sich dadurch erklären, dasz Phosphorsäure nicht oder ganz wenig ausspült und besonders ältere Gewächshausböden einen hohen bzw. sehr hohen Phosphorsäuregehalt haben. Von Verfasser [20] wurde ein Zusammenhang gefunden zwischen Relativvertrag und Phosphorsäuregehalt im Boden, bestimmt mit schwach-säuren Extraktionsmitteln wie z.B. zur Bestimmung von P-AL gebraucht wird [4]. Auch die Optimalphosphorsäuredüngung kann auf Grund der Bodenuntersuchung in groszen Linien festgestellt werden. Gefunden wurde, dasz erst bei sehr hohen Phosphorsäuregehalten im Boden (P-AL über 150 mg  $P_2O_5$  oder Gesamt-P über 300 mg je 100 g trocken Boden) die Phosphorsäuredüngung unterbleiben musz. Bei niedrigen Phosphorsäuregehalten im Boden, wie z.B. vielfach in auf Ackerböden neugebauten Gewächshäusern der Fall ist, sollen grosze Düngungsgaben bis über 20 kg Doppelsuperphosphat (45 %  $P_2O_5$ ) je Ar verabreicht werden.

Der Phosphorsäuregehalt in der Pflanze liegt bei rund 1,5 — 2 %  $P_2O_5$  auf Trockensubstanz bezogen (20, 21). In einem einzigen Fall wurde ein Gehalt niedriger als 1 % festgestellt [22].

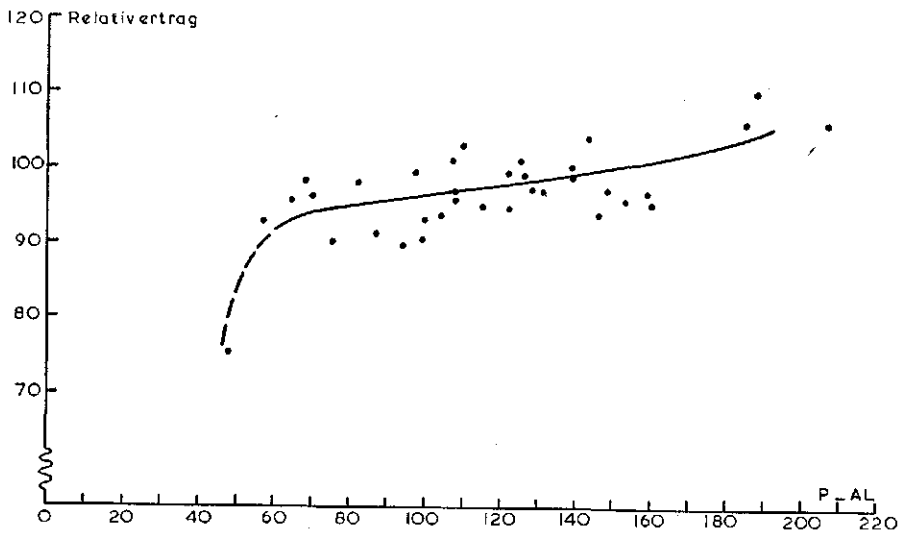


ABB. 3. Zusammenhang zwischen Relativvertrag und Phosphorsäuregehalt des Bodens

## KALIUM

Nur sehr wenige Autoren geben einen Einfluss von Kalium auf den Ertrag von Kopfsalat an [15, 27]. Demgegenüber gibt es viele, die keine oder eine sehr schwache Reaktion feststellen [1, 11, 17, 18, 26]. In den vom Verfasser durchgeführten Parzellenversuchen wurde ebenfalls kein Einfluss des Kaliums gefunden. Durchgeführt worden sind zwei Versuche mit gesteigerten Kaligaben (0 bis 3 kg  $K_2O$ ) je Ar, einmal verabreicht als Kalisalpeter (46,5 %  $K_2O$ ) und einmal als schwefelsaures Kali (49,6 %  $K_2O$ ). Durch Zusatz von Kalksalpeter war die Stickstoffdüngung bei allen Teilstücken gleich. Stallmist wurde nicht verabreicht. Die Versuche lagen auf einem seit kurzer Zeit urbargemachten Boden (9,9 % org. Subst. und 0,021 %  $K_2O-HCL$ ) und auf einem lehmigen Sandboden (5,2 % org. Subst., 14 % Fraktion kleiner als 16  $\mu$  und 0,017 %  $K_2O-HCL$ ).

Weiterhin wurden Kalistufen verabreicht in einem Magnesiumdüngungsversuch (siehe Tabelle 2). Mathematisch gesichert (Signifikanz  $P = 0,05$ ) war nur die Steigerung im Kaligehalt der Pflanze beim K/Mg-Versuch.

Die vom Verfasser gefundenen Kaligehalte der Pflanze liegen im Durchschnitt doppelt so hoch wie in der Literatur angegeben wird, und zwar rund 10 % gegenüber rund 5 %  $K_2O$  auf Trockensubstanz bezogen. In Abbildung 4 sind die Werte aus allen vom Verfasser durchgeführten Versuchen zusammengestellt.

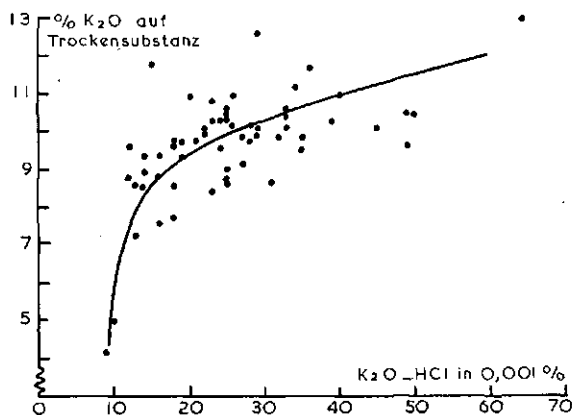


ABB. 4. Beziehung zwischen Kaligehalt in der Pflanze und in dem Boden

## CALCIUM (pH)

Es liegen in der Literatur wenige Angaben über die optimale pH-Zahl vor. Wahrscheinlich ist Kopfsalat nicht streng an den pH-Wert gebunden.

TABELLE I. — Optimale pH-Zahlen nach verschiedenen Autoren

Autor	Bodenart	pH-H <sub>2</sub> O	pH-KCL	Bemerkungen
GAHLNBÄCK (8)	Sand-Torf-Gemisch	± 5,5		
GAHLNBÄCK und WETZEL (9)	abgelagerter Teichschlamm	7,0		
GLEISBERG (10)	lehmgiger Boden	6,8-7,3		
DEGRY en DE PEUTER (2,3)	Pikiererden		5,75-6,0	Jungpflanzen
WILSON and TOWNSEND (24)	Mohrboden	über 5,0		
NAGELS en ROORDA VAN EYSINGA (17)	humoser lehmiger Sand	5,5-6,5	5,0-6,0	
Verfasser } zur Zeit noch nicht veröffentlicht.	humoser lehmiger Sand	± 5,8	± 5,2	Freilandkultur
Verfasser }	Torftöpfe	5,2-5,6	4,8-5,0	Jungpflanzen

MASSEY and WINSOR [16] berichten über Manganvergiftung bei Kopfsalat nach Dämpfung eines Lehmbodens bei pH 5,6 — 6,0 während bei pH 7 keine Schwierigkeiten auftraten.

WILSON and TOWNSEND [24] fanden, dass auf einem Mohrboden mit pH-Zahl niedriger als 5,0 Kopfsalat ein gehemmtes Wachstum und chlorotische Blätter hatte. Nach belgischen Untersuchungen [2, 3] erfordert ein niedriger pH-Wert der Topferde (pH-KCL niedriger als 5,5) das Auftreten von schlaffen Blättchen bei Kopfsalatjungpflanzen.

Der Calciumgehalt der Pflanze liegt etwa zwischen 1,5 und 2,5 % CaO bezogen auf Trockensubstanz [20, 21].

### MAGNESIUM

Über den Einfluss des fünften Hauptnährstoffes auf Kopfsalat liegen in der Literatur keine Angaben vor. Vom Verfasser wurde im Frühjahr 1959 in einem zwei Jahre alten Venloer-Gemüseblock Kopfsalat angebaut auf Parzellen eines im Vorjahr durchgeführten Magnesiumdüngungsversuchs zu Tomaten.

Der Boden war ein leichter mit Torf angereicherter Sandboden (4,8 % org. Subst.). Neben einer sachgemäßen Düngung mit Stickstoff und Phosphorsäure wurden auf einzelnen Teilstücken in Split-Plot 0, 5 und 10 kg schwefelsäures Kali je Ar verabreicht.

Nur die Erhöhung des Kaligehaltes der Pflanze unter Einfluss gesteigerter Kaligaben ist mathematisch gesichert. Der Versuch bestätigt die Erfahrungen des Verfassers in Zusammenarbeit mit NAGELS [17] dass Magnesiumdüngung keinen Einfluss auf den Ertrag von Kopfsalat hat, wenigstens bei einem Mg-Gehalt im Boden von über 100 MgO-NaCl (in 0,0001 %).

Der Magnesiumgehalt der Pflanze liegt zwischen 0,4 bis 0,6 % MgO bezogen auf Trockensubstanz [20, 21].

## Soils, fertilizing and water management

TABELLE 2. — Ergebnisse aus einem Kalium-Magnesium-Düngungsversuch mit Kopfsalat in einem Kalthaus auf Sand

Mg-Düngung im Jahre 1958	kg Kieserit (27 % MgO als MgSO <sub>4</sub> ) je Ar			
	0	15	30	45
Mg-Gehalt im Boden Frühjahr 1959	83	129	159	194
schwefelsaures Kali		Durchschnittskopfgewicht in g		
0 kg je Ar	133	130	129	129
5 " " "	124	116	138	129
10 " " "	132	126	131	117
		K <sub>2</sub> O-Gehalt in % auf Trockensubstanz		
0 kg je Ar	9,4	9,4	9,6	9,4
5 " " "	9,9	9,9	9,9	9,9
10 " " "	10,0	10,1	10,0	9,7
		MgO-Gehalt in % auf Trockensubstanz		
0 kg je Ar	0,52	0,50	0,56	0,56
5 " " "	0,50	0,50	0,54	0,51
10 " " "	0,48	0,48	0,54	0,55

## STALLMIST

Stallmist wird im niederländischen Unterglasgemüsebau in Mengen von 5-10 dz je Ar jährlich verabreicht. Obwohl die mit Stallmist dem Boden zugeführten Nährstoffmengen erheblich sind, ist die Düngewirkung, jedenfalls der Nährstoffe Stickstoff und Phosphorsäure, wie vom Verfasser festgestellt wurde [22, 23], fast ohne Bedeutung.

Der Einfluss von Stallmistgaben wurde in weiteren fünf Parzellenversuchen nachgeprüft. Durch übersteigerte Düngung mit Stickstoff und Phosphorsäure wurde versucht, etwaige Düngewirkung von Stallmist auszuschalten. Als Stallmist wurde der auf den gärtnerischen Betrieben vorhandene genommen.

Der Kopfsalat im Parzellenversuch E wurde zu trocken angebaut. Wahrscheinlich wäre bei sachgemäßem Anbau der Erfolg mit Stallmist besser gewesen. Der Boden des Parzellenversuches C hat schon vor Beginn des Anbaus eine zu hohe Salzkonzentration (Leitfähigkeit  $5,2 \times 10^{-4}$  mhos 18° C und 1 : 5 Extraktionsverhältnis).

Wie aus der Tabelle 3 hervorgeht, ist im Durchschnitt durch Stallmist ein Mehrertrag von etwa 4-6 % zu bekommen. Diese Zahl stimmt mit dem Resultat im Ackerbau überein [14].

Im Gegensatz zu den Mineraldüngergaben musz die Höhe der Stallmistgabe aus betriebswirtschaftlichen Gründen bemessen werden. Durch Stallmist wurde von den Gehalten in der Pflanze nur der Chloridgehalt gesteigert.

TABELLE 3. — Durchschnittsalatkopfgewichte in Relativzahlen unter Einfluss gesteigerter Stallmistgaben (zwischen Klammern Anzahl von Blattrandbrand befallenen Salatköpfen in %)

Versuch	Bodenart	Stallmist in dz je Ar				Durchschnittskopfgewicht für relativ 100
		0	5	10	20	
A	humos lehmig Sand	91	94	93	100	189 g
B	sandiger Urbargemachter Boden	93	93	98	100	178 g
C	Fluszelem	100(21)	99(31)	94(31)	94(31)	173 g
D	hoher Sandboden	91	93	99	100	151 g
E	hoher Sandboden	97	100	97	97	170 g
Durchschnitt (ohne C)		93	97	97	99	

TABELLE 4. — Einfluss gesteigerter Stallmistgaben auf Chloridgehalt in Salatköpfen (Maikönig) in % bezogen auf Trockensubstanz

Parzellenversuch	Stallmist in dz je Ar			
	0	5	10	20
A	1,28	1,34	1,42	1,31
B	1,78	1,81	1,94	1,99
C	1,71	1,73	1,83	2,09
D	2,35	2,12	3,39	2,00
E	1,67	1,67	1,98	—

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

Wenn wir annehmen, dass ein Gewächshausboden eine richtige pH-Zahl und einen nicht zu hohen Salzgehalt hat, muss der Erwerbsgemüsebauer beim Anbau von Kopfsalat unter Glas neben einer möglichen Stallmistgabe besonders auf die Minereraldüngung mit Stickstoff und Phosphorsäure achten. Die Frage ob Stallmist angewendet werden soll und in welcher Quantität, ist auf betriebswirtschaftlicher Basis zu lösen. Die Menge der Minereraldüngergaben, vielleicht das Unterlassen derselben, kann auf Grund chemischer Bodenanalysen bestimmt werden. Die Notwendigkeit chemischer Bodenuntersuchung ist um so größer, weil die optimalen Mineraldüngergaben für Stickstoff und für Phosphorsäure weit auseinander liegen.

## Soils, fertilizing and water management

### LITERATUR

- [1] ADAMS, F. and SAYEGH, A. — *Publ. Amer. Univ. Beiroet*, 1, 1945, 10.
- [2] COMITE VOOR ONDERZOEK OP GROENTEGEWASSEN. — Bedrijfsvoorlichtingsdienst, Duffel, Technisch Verslag, 1957-1958, 48.
- [3] DEGRY, H. en DE PEUTER, M. — *Tuinbouwberichten* (Leuven), 22, 1958, 50-52.
- [4] EGNÉR, H., RIEHM, H. und DOMINGO, W. R. — *K. Lantbr. Höghsk. Ann.*, 26, 1960, 199-215.
- [5] ENDE, J. VAN DEN. — *Meded. Dir. Tuinb.*, 15, 1952, 651-673.
- [6] ENDE, J. VAN DEN. — *Meded. Dir. Tuinb.*, 17, 1954, 615-636.
- [7] ENDE, J. VAN DEN. — *Meded. Dir. Tuinb.*, 19, 1956, 656-666.
- [8] GAHLNBÄCK, J. — *Obst- u. Gemüseb.*, 77, 1931, 27-28.
- [9] GAHLNBÄCK, J. und WETZEL, H. — *Obst- u. Gemüseb.*, 76, 1930, 41-44.
- [10] GLEISBERG, J. — *Gemüsetreiberei in Frühbeetkasten und Rollhäusern*. Eugen Ulmer, Stuttgart, 1959, 182.
- [11] GOODALL, D. W., GRANT LIPP, A. E. and SLATER, W. G. — *Aust. J. biol. Sci.*, 8, 1955, 301-329.
- [12] KLOES, L. J. J. VAN DER — *Meded. Dir. Tuinb.*, 15, 1952, 125-139.
- [13] KNOTT, J. E. — *Vegetable growing*. Lea and Febiger, Philadelphia, 1944, 356.
- [14] KORTLEVEN, Jac. — Mündliche Mitteilung.
- [15] LINKE, P. — *Obst- u. Gemüseb.*, 73, 1927, 282.
- [16] MASSEY, D. M. and WINSOR, G. W. — *Glassh. Crops. Res. Inst. Rep.*, 1959, 37-39.
- [17] NAGELS, W. en ROORDA VAN EYSINGA, J. P. N. L. — *Meded. Dir. Tuinb.*, 21, 1958, 350-366.
- [18] PARUPS, E. V. and GOODWIN-WILSON, R. — *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 71, 1958, 399-406.
- [19] RODENBURG, C. M. e. a. — *Inst. Veredeling Tuinbouwgewassen*, Wageningen, Sortenbeschreibungen N° 3, 1960, 228.
- [20] ROORDA VAN EYSINGA, J. P. N. L. — *Versl. Landbk. Onderz.*, 67.6, 1961, 26.
- [21] ROORDA VAN EYSINGA, J. P. N. L. — *Versl. Landbk. Onderz.*, 68.3, 1962, 26.
- [22] ROORDA VAN EYSINGA, J. P. N. L. — *Versl. Landbk. Onderz.*, 68.6, 1962, 24.
- [23] ROORDA VAN EYSINGA, J. P. N. L. en BOON, J. VAN DER. — *Stikstof*, 3, N° 28, 1960, 174-181.
- [24] WILSON, B. D. and TOWNSEND, G. R. — *J. Amer. Soc. Agr.*, 25, 1933, 523-527.
- [25] WINSOR, G. W. and DAVIES, J. N. — *Rep. Glassh. Crops, Res. Inst. Rep.*, 1956, 84-92.
- [26] WOODMAN, R. M. — *J. Pomology and Hort. Sci.*, 17, 1939, 167-180.
- [27] WOODMAN, R. M. — *Ann. Appl. Biol.*, 29, 1942, 213-218.
- [28] ZEJSCHWITZ, E. VON — *Torfnachrichten*, 8, 1957, 19-20.

### DISKUSSION

- Q. — RIETHUS (West Germany) : Temperatur im Boden und der Luft bei diesen Versuchen ?
- R. — Weil die Versuche auf Praxisbetrieben lagen, gibt es keine Angaben über Einfluss der Temperatur im Boden oder Luft.
- Q. — PENNINGSFELD (West Germany) : Glauben Sie auf Grund Ihrer Untersuchungen, dass eine Beziehung zwischen dem N/K<sub>2</sub>O Verhältnis und dem Blattbrand des Kopfsalats besteht ?
- R. — Weil im allgemeinen kein Einfluss des Kaliums gefunden wurde und weil aus von mir durchgeführten Versuchen kein Einfluss von Stickstoff auf Blattbrand gefunden wurde, glaube ich nicht, dass das N/K<sub>2</sub>O Verhältnis sich auf das Auftreten von Blattbrand auswirkt.