

BIBLI
INSTITUUT
BODEMVRUCHTBAAR...
GRONINGEN

SEPARAAT
No. 16991

631.421
631.415-1
631.821.1

25. Einige Bemerkungen zu der Arbeit „Beitrag zur Frage der Bestimmung des Kalkbedarfs saurer Böden auf Grund von Laboratoriums- und Vegetationsversuchen“ von A. Kaufmann (1).

Von D. J. Hissink.

Mitteilung aus dem Bodenkundlichen Institut, Groningen, Holland.

Es sei mir erlaubt, zu der Arbeit von A. Kaufmann folgende Bemerkungen zu machen.

1. Wie die Zahlen der Tabelle III (Seite 157) zeigen, ist 30% bis 80% des Gesamtkalkes in austauschfähiger Form vorhanden. In einigen von mir in dieser Hinsicht untersuchten Bodenproben (2) habe ich die relative Löslichkeit des austauschfähigen Kalkes zu 71% bis 81%, im Mittel 77% gefunden. Die Unterschiede zwischen Kaufmanns und meinen Ergebnissen rühren daher, daß die von K. untersuchten Böden stark untersättigt sind; gerade im Boden N.-Falkenhain, mit dem höchsten Sättigungszustand, hat der Kalk die höchste relative Löslichkeit.

2. Auf Seite 158 teilt K. mit, daß nach Hissink eine gewisse Abhängigkeit der Adsorption von der Menge der Teilchen unter 0,02 mM besteht. Hier spielt nicht nur der Gehalt an Ton, sondern auch der Gehalt an Humussubstanz und der Sättigungszustand der Ton-Humussubstanz eine Rolle. Es besteht ein gewisser Zusammenhang zwischen dem S-Wert (Summe aust. Basen), bezogen in Prozenten auf 100 g Humus + Ton (auf Humus umgerechnet) oder auf 100 g Ton + Humus (auf Ton umgerechnet), dem V-Wert und der pH-Zahl (3). Ein stark entbasteter, schwerer Tonboden, mit stark saurer Reaktion, kann also — trotz seines hohen Tongehaltes — weniger austauschfähigen Kalk enthalten als ein leichter, neutraler Tonboden. Nun ist ganz zufälligerweise der Boden N.-Falkenhain, mit dem höchsten Gehalt an Teilchen $< 0,01$ mM (41%), auch am wenigsten entbastet (pH = 5,6 und V = 15,7). Bei Berechnung des adsorptiv gebundenen Kalkes auf 100 g Ton aus den Zahlen der Tabelle IV (Kaufmann, Seite 158) tritt der Zusammenhang zwischen dieser Größe und den pH- und

ABT.
N. 11.
1930

V-Werten hervor. Der am wenigsten entgaste Boden N.-Falkenhain, mit einer pH-Zahl = 5,6 und einem V-Wert = 15,7, enthält 0,3% CaO auf 100 g Ton (nach Kopecky). Von den übrigen vier Böden macht Rheden einige Schwierigkeiten, weil er — trotz seiner niedrigsten pH-Zahl 4,5 — den höchsten Gehalt an CaO auf Ton ($100 \times 28,8 : 12,78 \times 1000 = 0,23\%$ CaO) hat. Offenbar rührt das daher, daß dieser Boden noch etwas organische Substanz enthält, so daß ein Teil des austauschfähigen Kalkes als Humuskalk anwesend ist. Ich komme auf diesen Punkt noch zurück.

Es sei hier noch bemerkt, daß ich unter „Ton“ die Summe der Fraktionen I + II nach Atterberg verstehe, also Teilchen mit einer Fallgeschwindigkeit (v) kleiner als 0,022 cm pro Sekunde. Nach der Gleichung $v = 34720 r^2$ wird $2r$ (Diameter) also $0,0016 \text{ cm} = 0,016 \text{ mm}$. Bei der Schlämmanalyse nach Kopecky wird zur Abschlammung der sogenannten „abschlammbaren“ Teilchen eine Geschwindigkeit von $0,02 \text{ cm} = 0,2 \text{ mm}$ pro Sekunde angewandt, was mit Hilfe der Gleichung $v = 34720 r^2$ einen Diameter $2r$ von $0,015 \text{ mm}$ gibt. Die Begriffe: „Ton (Fraktion I + 2) nach Atterberg“ und „Abschlammbares nach Kopecky“ sind also praktisch identisch, weil beide mit Hilfe von nahezu derselben Fall-, bzw. Strömungsgeschwindigkeit bestimmt werden (4).

Die Größe: S (= Summe aust. Basen) oder Kalk in Prozenten auf 100 g Ton + Humus (auf Ton umgerechnet) hat natürlich ihre schwachen Seiten. Erstens ist der Faktor 4,5 nur ein Annäherungsfaktor. Aber weiter ist das Adsorptionsvermögen der abschlammbaren Teilen ($v < 0,022 \text{ cm}$ pro Sekunde) für Basen bei den verschiedenen Bodentypen nicht dasselbe. Als ich zum ersten Male versuchte, die Böden in bezug auf ihren Sättigungszustand mit Hilfe der Größe: „ S in Prozenten auf 100 g Ton“, unter einander zu vergleichen, habe ich schon auf diesen Fehler hingewiesen und sogar die holländischen Meereston- und Flußtonablagerungen in zwei Gruppen untergebracht (5). Ich unterschreibe auch ganz, was jüngst von Ganßen über diese Sache gesagt ist, nämlich daß diese Berechnung ohne großen Fehler bei dem gleichmäßigen Material der untersuchten holländischen Böden geschehen darf, aber sicher nicht bei Böden, die genetisch, klimatisch und petrographisch verschieden sind (6). Trotzdem ist es immer empfehlenswert diese Berechnung auszuführen, gerade weil sie die Unterschiede zwischen den verschiedenen Bodentypen deutlich zum Vorschein bringt. So enthalten die in praktischer Hinsicht gut gesättigten, neutralen bis sehr schwach alkalischen, holländischen Meerestonböden auf 100 g Ton (+ Humus auf Ton umgerechnet) ungefähr 1 g CaO in austauschfähiger Form (S ungefähr 40 bis 45), während z. B. die auch praktisch gut gesättigten, neutralen, lateritartigen Böden viel weniger austauschfähige Basen besitzen. Allerdings ist nur ein V-Wert imstande, uns über den Sättigungszustand der Böden richtig zu belehren.

3. In der Tabelle VII (Seite 160) gibt Kaufmann die T-Werte der fünf untersuchten Bodenproben. Zwischen dem Gehalt an Ton-

Humussubstanz und diesen T-Werten ist eine gewisse Beziehung zu erwarten. Während die S-Werte (in Prozenten auf Ton + Humus), je nach den pH-, resp. V-Zahlen der betr. Böden, große Unterschiede aufweisen (in den holländischen Böden von nahezu 0 bis ungefähr 45—50), stimmen die T-Werte (in Prozenten auf Ton + Humus) der untersuchten holländischen Böden ziemlich gut miteinander überein (7). Ich habe schon früher mit Hilfe von diesem T-Wert versucht, eine Größe zu berechnen, die mit dem Äquivalentgewicht der Humus-, resp. der Tonsubstanz zu vergleichen ist, und bin dabei zu den Werten 176 und 1225 gekommen (8). Natürlich sind diese Werte nur als eine erste Annäherung zu betrachten und haben nur für die untersuchten holländischen Humus- und Tonböden Geltung. Jedenfalls zeigen sie deutlich, daß die Humussubstanz ein weitaus größeres Basenbindungsvermögen besitzt als die Tonsubstanz.

Wenn man nun die Äquivalentgewichte der Tonsubstanz der von Kaufmann untersuchten 5 Böden mit Hilfe der Zahlen aus Tabelle VII berechnet, so findet man resp.: 473—1300—1450—1100—1040. Die 4 letzten Zahlen stimmen so ziemlich miteinander überein und geben im Mittel ungefähr 1250. Zufälligerweise nahezu gerade das von mir gefundene Mittel. Der Wert 473 weicht jedoch stark ab. Das rührt daher, weil diese Probe (Rheden) noch etwas Humus enthält. Mit Hilfe der Äquivalentgewichte für Humus = 176 und Ton = 1225 läßt sich ein Humusgehalt von ungefähr 3% gegen ungefähr 12,8% Ton berechnen. In dem ursprünglichen Boden Rheden würden also auf 100 g Boden vielleicht ungefähr 15 mg Humuskalk und 14 mg Tonkalk kommen. Alle diese Zahlen sind natürlich nur als Annäherungszahlen zu betrachten.

4. Die V-Werte nach Hissink sind niedriger als die bis jetzt in anderer Weise bestimmten V-Werte (9); oder anders gesagt, meine T-Werte sind höher. Aus diesem Grund allein kann man jedoch schwerlich behaupten, daß „die V-Werte nach der Hissink'schen Methode offenbar viel zu niedrig sind“, wie das z. B. von Kutschinsky geschehen ist (10). Ganz richtig bemerkt Kaufmann auf Seite 163, daß es nicht auf die absoluten V-Werte ankommt; ist es doch niemals die Absicht eines Untersuchers gewesen, dem Boden eine derartige Kalkmenge zu verabreichen, daß der Sättigungszustand = 100 wird.

5. Auf Seite 169 schreibt Kaufmann, unter Hinweis auf meine Arbeit in der Ztschr. f. Pflanzenern. u. Düngg., A, Bd. IV, S. 137 bis 158, 1924, daß „nach Hissink ein Sättigungszustand von 55% das Optimum für den Pflanzenertrag darstellt“. Zu meinem Bedauern muß ich hier bemerken, daß Kaufmann meine diesbezügliche Arbeit offenbar nicht richtig verstanden hat. In meiner Arbeit aus dem Jahre 1924 (11) wird auf Seite 148 u. ff. die Frage behandelt, wann und mit wieviel Kalk die Tonböden gedüngt werden müssen, und die Frage wird noch genauer folgenderweise präzisiert: Wann ist eine Kalkdüngung zu dem Zwecke

der Strukturverbesserung der Tonböden nötig und wie viel Kalk kann in diesem Falle gegeben werden. Auf Seite 150 meiner Arbeit wird dann eine Regel für die Kalkdüngung zur Strukturverbesserung der normalen Tonböden gegeben (12). Ich bin zu der Schlußfolgerung gekommen, daß die Kalkdüngung zur Strukturverbesserung der Tonböden sich einigermaßen dadurch schätzen läßt, daß man berechnet, wie viel Kalk die Tonböden als Tonkalk aufnehmen müssen, um einen Sättigungszustand = 55 zu erreichen; ich habe aber sofort hinzugefügt (Seite 151), daß darüber hinaus noch eine Beigabe zur Vorratsdüngung nötig ist, welche in Form von CaCO_3 im Boden zurückbleibt. Die Größe dieser Vorratsdüngung hängt von der Schwere der Tonböden ab. Auf den sehr schweren bis schweren Tonböden wird in Holland ohne nachteilige Folgen 10000 kg bis 12000 kg CaO pro ha und sogar mehr mit einem Male oder in zwei Gaben in 3 Jahren verabreicht (13). Auf leichteren Tonböden muß man schon vorsichtig mit der Kalkgabe sein. Dies alles gilt nur für diejenigen Tonböden, welche nur wenige Prozente Humus enthalten. Bei Tonböden mit ungefähr 60% Ton und 10% Humus spielt die Aziditätsfrage schon eine Rolle, und es kann gefährlich werden, mehr Kalk als zur Erreichung einer sehr schwach sauren Reaktion (pH von ungefähr 6,5—7 nötig ist, zu verabreichen (14).

Was die Humusböden betrifft, so habe ich den Eindruck bekommen, daß man hier am besten mit Hilfe von nicht zu großen Kalkgaben allmählich eine schwach saure Reaktion von pH ungefähr 6,5 zu erreichen versucht. Die bis jetzt in dieser Hinsicht untersuchten holländischen Böden besitzen bei der schwach sauren Reaktion von pH = ungefähr 6,5 einen Sättigungszustand (nach Hissink) von ungefähr 28. Die Menge Kalk, welche als Ton-Humuskalk adsorbiert werden muß, um diesen Sättigungszustand zu erreichen, wird am einfachsten nach der Methode Kappen bestimmt (15). Allerdings muß hierbei nicht aus dem Auge verloren werden, daß mehr Kalk gegeben werden muß, um diesen Zustand in der Praxis, auf dem Felde, zu erreichen (16).

Dies wenige möge genügen um zu beweisen, daß ich niemals behauptet habe, daß ein Sättigungszustand (nach Hissink) von 55% das Optimum für den Pflanzenertrag darstellen würde.

Bemerkungen.

1. Ztschr. f. Pflanzenern. u. Düngg., A, Bd. 12, Heft 3, S. 156—175 (1929).
- 2. Int. Mitt. f. Bodenkunde, Bd. XII, Seite 110 (1922).
- 3. Verhandlungen der Zweiten Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft, Budapest, 1929, Teil A, Seite 113, Tabelle 1; siehe auch frühere Arbeiten.
- 4. In der Sitzung der Ersten Kommission der Int. Bodenk. Ges., Prag, Juni 1929, wurde beschlossen, den Radius r aus der Gleichung $v = 34720 r^2$ zu berechnen und immer den Wert v (= angewandte Fall-, resp. Strömungsgeschwindigkeit, also cm oder mm pro Sekunde) zu erwähnen.
- 5. Int. Mitt. f. Bodenk., Bd. XII (1922), § 10, S. 115—23, insbesondere S. 117.
- 6. Verhandlungen Budapest, 1929, Teil A, Seite 8—9.
- 7. Für diese Berechnung soll das Verhältnis zwischen Humus und Ton in bezug auf basen-

bindendes Vermögen bei dem Wert $V=100$ auf $1225 : 176 =$ nahezu 7 angenommen werden. Der Boden B 1946 (Bodenk. Forschungen, Band I (1928), Nr. 1, Tabellen A und B, Seite 8–11) enthält also pro 100 g Boden $1,8 \times 7 + 56,8 = 69,4$ g Ton (+ Humus auf Ton umgerechnet). Da der T-Wert = 53,9 ist, wird das Äquivalentgewicht der Tonsubstanz $69400 : 53,9 = 1290$. Für die anderen Böden der Tabellen A und B werden folgende Werte gefunden: B 1690–1240; B 1691–1180; B 1718–1400; B 1724–1240; B 2145–1410; B 2146–1410; B 2329–1340; B 2330–1310; B 1698–1640; B 1697–1665; B 2335–1320; B 2337–1300; B 1937–1300; B 1939–1420; B 1944–1260; B 1946–1290. — 8. Verhandlungen der Zweiten Kommission der Int. Bodenk. Ges., Groningen 1926, Teil A, S. 203. — 9. Bodenk. Forschungen, Beiheft zu den Mitteilungen der Int. Bodenk. Ges., Bd. I (1928), Nr. 1, Tabelle F, S. 23. — 10. Ztschr. f. Pflanzenern., Düngg. u. Bodenk., Teil A Bd. 12, S. 392–411; auch Verhandlungen Budapest, 1929, Teil A, S. 114. — 11. Ztschr. f. Pflanzenern., Düngg. u. Bodenk., Teil A, Bd. 4, S. 137–158. — 12. Unter normalen Tonböden verstehe ich die Tonböden, deren austauschf. Basen zu ungefähr 80% aus CaO bestehen. — 13. So empfing das Versuchsfeld III (Verhandlungen Groningen, 1926, Teil A, Seite 176) dreimal 10000 kg Kalk pro ha. — 14. Der Boden von Versuchsfeld IV (Verhandlungen Groningen, 1926, Teil A, S. 176) ist ein derartiger Boden. Siehe auch Landbouwkundig Tijdschrift (früher Cultura), 37^e Jaargang, 1925, S. 396 und auch S. 397–398. — 15. Bodenk. Forschungen, Beiheft zu den Mitt. der Int. Bodenk. Ges. Bd. I (1928), Nr. 1, Tabelle G, S. 27. — 16. Verhandlungen Groningen, 1926, Teil A, 112 (sub. 2); siehe auch die Arbeit von Tovborg-Jensen in den Verhandlungen Budapest 1929, Teil A, Seite 57 (in calculating from the titration curve the amount of lime necessary for a definite change in pH, "the liming factor" = 2,9 should be used). Ganz richtig ist diese Schlußfolgerung von Jensen nicht; der Faktor 3 bezieht sich nur auf die neutrale Reaktion (pH = 7; um z. B. ein Boden von einem pH-Wert = 4,5 auf 5 zu bringen, wird der Kalkfaktor nicht viel mehr als 1 sein (siehe auch Verhandlungen Budapest 1929, Teil A, S. 24, Sub. V).