

Das C/N-Verhältnis im A_{1(p)}-Horizont von kultivierten Sandböden im Zusammenhang mit Kohlenstoff- und Stickstoffmineralisierung

Summary

The C/N ratio in the A_{1(p)}-horizon of cultivated sand soils in relation to carbon and nitrogen mineralization.

The question as to what extent the C_t/N_t ratio characterizes the organic matter of cultivated sand soils, classified in different groups, is discussed using the measurements of the C- and N-mineralization, during incubation, of about 150 samples of such soils.

Following conclusions were drawn:

1. Besides the C_t/N_t ratio, also the nitrogen mineralization per unit of weight of organic matter, during incubation, in some cases corresponds nicely with the classification of these cultivated soils according to the usual (pedogenic) criteria (see Table 1 and Fig. 1 and 2). Much less correspondence show the ratio of the mineralized C and N, and also the percentage of C_t or of N_t, which were mineralized.
2. As appears from a comparison of the C_t/N_t ratios with the ratio of the mineralized C and N (see Table 1), at narrow C_t/N_t ratios there is a tendency to its further narrowing upon decomposition of the organic matter. On the other hand, soils with wide C_t/N_t ratios (above ca. 18), used as arable land for a long term, show the tendency to a further widening of C_t/N_t.
3. With the exception of sand soils, reclaimed from cut-over peat, all sand soils used as arable land showed a significant, positive correlation between the organic matter content in the A_p-horizon and the C_t/N_t ratio (see Fig. 3, curve I). It appears that the content of N_t of the soil is, on an average, not much higher at a high C_t-content than at a low C_t-content. On the average, the higher the organic-matter content (and the wider the C_t/N_t ratio; see Table 1 and second equation of Fig. 4), the smaller the decomposibility appears to be. On the other hand, in case of black gley soils (grassland) the

N_t-content varies about proportional to the content of organic matter (see Fig. 3, curve II). Furthermore, just as the C_t/N_t ratio, the decomposibility appears here not to be related to the content of organic matter (see first equation of Fig. 4).

4. On an average, the following rule appeared to hold for cultivated sand soils: the narrower the C_t/N_t ratio, the higher the nitrogen mineralization per unit of weight of organic matter, during incubation (see Fig. 5). Or, in other words, the C_t/N_t ratio in combination with the N_t-content of the soil provides us with an index of the potential nitrogen mineralization per unit of weight of soil. As appears also from Fig. 5, however, in case of individual soil samples, their potential nitrogen mineralization cannot be deduced from their C_t/N_t ratio and N_t-content with sufficient accuracy.

Einleitung

Bei der mikrobiellen Zersetzung pflanzlichen Materials verengt sich bekanntlich dessen C/N-Verhältnis. Das erklärt die öfters festgestellte Abnahme dieses Verhältnisses bei der Urbarmachung von Waldböden, Marschen u.dgl., wobei die bis dahin gehemmte Zersetzung stark gefördert wird. Daher wurde das C/N-Verhältnis schon vor Jahrzehnten vorgeschlagen als Charakterisierungsmerkmal der organischen Masse im Boden, wobei es hieß: Je weiter das C/N-Verhältnis, desto leichter zersetzlich ist, unter normalen Umständen, die organische Substanz! [7].

Obwohl diese These sich in seiner Allgemeinheit schon bald als unzulässig ergab, spielt sie noch immer eine verwirrende Rolle. Man muss bei der Deutung des C/N-Verhältnisses scharf unterscheiden

worum es geht. Die genannte Regel gilt tatsächlich (aber auch nur dann) für Chronosequenzen von Böden (und Komposten), wo ein grosser Teil der organischen Masse (von gleicher Herkunft) sich noch in einem stürmischen Zersetzungsprozess befindet. Sie gilt aber nicht bei einem Vergleich von organischen Substanzen von ähnlichem Zersetzungsgrad aber verschiedener botanischen Herkunft. Aus der Literatur geht hervor dass in diesem Fall Materialien mit engerem C/N im allgemeinen schneller abgebaut werden als Materialien mit weitem C/N (z.B. Luzerne schneller als Stroh; Wald-Rohhumus mit engerem C/N schneller als Wald-Rohhumus mit weitem C/N, obwohl auch das keine feste Regel ist [u.A. 2, 6, 8]). Dass die Einteilung der Sandböden in verschiedene Typen zum Teil korrespondiert mit Unterschieden im C/N-Verhältnis geht hervor aus einem Bericht von Knibbe und Marsman [3].

Uns interessierte es nun wie man das C/N-Verhältnis bei kultivierten Sandböden deuten muss und in welcher Hinsicht das C/N-Verhältnis ein arteigenes Merkmal der organischen Substanz dieser Böden darstellt. Aus einem relativ engen C/N-Verhältnis, wie z.B. die braunen Gleyböden meist aufweisen, wird oft geschlossen dass hier eine weitgehend stabilisierte Humusform vorliegt. Dieser Gedanke stimmt aber nicht bei Heidepodsolon die, obwohl schon längst in gutem Kulturzustand, wobei also der Abbau der organischen Substanz nicht gehemmt wird durch Vernässung, zu niedrigen pH-Wert, Defizit an mineralischen Nährstoffen (einschliesslich Stickstoff) u.dgl., doch noch immer sehr weite C/N-Werte aufweisen, meistens einhergehend mit relativ hohen Gehalten an organischer Substanz. Hier geht also offensichtlich ein weites C/N-Verhältnis einher mit einer geringen Zersetzlichkeit. Eine nähere Untersuchung dieser Zusammenhänge schien uns daher angebracht.

Material und Methoden

Die dieser Untersuchung zu Grunde liegenden etwa 150 Bodenproben stammen von Standorten die im ganzen diluvialen Sandgebiet der Niederlanden zerstreut liegen. Es betrifft kultivierte Böden mit, u.A. durch verschiedene Urvegetation und Grundwasserstand hervorgerufener, verschiedener Pedogenese und, damit zusammenhängend, mit verschiedenem C/N-Verhältnis und Gehalt an organischer Substanz.¹ Die weiterhin erwähnten Ergebnisse beziehen sich nur auf Material vom A₁-Horizont (bei Grasland) bzw. vom A_p-Horizont (bei Ackerland). Zum Teil (z.B. bei den braunen Gleyböden) betrifft es Probenreihen die eigentlich für andere Untersuchungs-

zwecke genommen wurden und daher vielleicht nicht ganz repräsentativ sind für die genannte Gruppe. Auch sind nicht alle Gruppen und Subgruppen von Sandböden hierbei vertreten. Die bisherigen Ergebnisse sind aber interessant genug um schon darüber zu berichten.

Die Proben wurden naturfeucht gesiebt und nötigenfalls noch etwas angefeuchtet oder getrocknet bis, visuell beurteilt, der optimale Strukturzustand erreicht wurde. Auf eine genaue Einstellung des Wassergehaltes auf 60% der maximalen Wasserkapazität haben wir bewusst verzichtet, erstens weil das nach unserer Erfahrung nicht bei allen Böden einen optimalen Strukturzustand garantiert. Es gibt z.B. Böden wo bei 60% der maximalen Wasserkapazität die Fließgrenze überschritten ist, was eine Hemmung der „Bodenatmung“ zur Folge hat. Zweitens legten wir Wert darauf, dass die Proben möglichst kurz unterwegs sind vor dem Einsetzen des Brutversuches, und die Bestimmung der Wasserkapazität erfordert immer noch einen Tag.

Die Bodenproben wurden folgenden Bestimmungen unterworfen:

- Ia. 200 g Boden werden mit 500 ml einer 1 N NaCl-Lösung eine Stunde rotierend extrahiert. Nach etwa einer Stunde absitzen wird filtriert und im Filtrat die Summe von NH₄- und NO₃-N nach Cotte und Kahane [1] bestimmt.
- II. Daneben werden 500 g Boden locker in Röhren von 6 cm Durchmesser, eingefüllt und während 30 Tagen bei 29°C inkubiert, wobei pro Stunde ein halber Liter wasserdampfgesättigter CO₂-freier Luft durch die Bodensäule geleitet wird. Die entwickelte CO₂ wird in Natronlauge abgefangen und halbwöchentlich titriert.
- Ib. Nach 30 Tagen Inkubation wird wie zuvor in 200 g Boden die Summe von NH₄- und NO₃-N bestimmt. Die Differenz mit dem Ausgangszustand ergibt die Mineralstickstoffanhäufung während der Inkubation.
- III. Der Gesamt-Stickstoff (N_t) wurde bestimmt nach Kjeldahl.
- IV. Der Gesamt-Kohlenstoff (C_t) wurde bestimmt durch „Elementar-Analyse“ (trockene Verbrennung) oder auch durch Oxydation mit einer Dichromat-Schwefelsäure-Mischung nach Kurland [4]. Bei einem Teil der Proben wurde auch noch der Gehalt an organischer Substanz errechnet aus dem Glühverlust, korrigiert für Wasser gebunden an Tonmineralien. Auf das Ergebnis dieses Methodenvergleiches sei hier nicht weiter eingegangen. Es sei nur erwähnt, dass in die hier gegebenen Werte keine Niveau-Unterschiede eingeschlichen sind durch Anwendung verschiedener Bestimmungsmethoden.

¹ Bei der Auswahl und Klassifizierung der Standorte waren Herr Ir. J. C. Pape und seine Mitarbeiter vom Institut für Bodenkartierung in Wageningen vielfalls behilflich, wofür auch an dieser Stelle bestens gedankt sei.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Unterschiede zwischen den Bodengruppen

In Tabelle I sind die Durchschnittswerte und die Extremwerte der verschiedenen Gruppen von Böden angegeben. Die Extremwerte weisen schon darauf hin dass die einzelnen Werte stark gestreut sind. Es gibt denn auch keine absolute Trennung der Gruppen; teilweise überlappen sie einander.

Den weithin besten Anschluss an die aus anderen Gründen gegebene Klassifizierung dieser Böden geben das C_t/N_t-Verhältnis und die Stickstoffmineralisierung während der Inkubation, bezogen auf die organische Substanz. Abb. 1 und 2 zeigen die bezüglichen, eingeschätzten Häufigkeitskurven. Aus Abb. 1 ist ersichtlich, dass braune und schwarze Gleyböden und braune Plaggenböden einerseits und Heidepodsole und Fehnkulturböden andererseits sich im C_t/N_t-Verhältnis ziemlich scharf unterscheiden. Die schwarzen Plaggenböden nehmen eine Zwischenstellung ein. Dasselbe gilt für Abb. 2, nur sind dort die Stellungen gewechselt in dem Sinne, dass die Böden mit weitem C_t/N_t-Verhältnis pro 100 g organischer Substanz die geringste Netto-Stickstoffmineralisierung aufweisen und umgekehrt. (In Abb. 2 sind auch die C/N-Quotienten von 13 schwarzen und 16 braunen Plaggenböden, erwähnt durch Knibbe und Marsman [3] einbezogen.)

Tabelle I veranlasst noch zu folgenden weiteren Bemerkungen: Erstens, die grossen Unterschiede der Zersetzlichkeit, bezogen auf die gesamte organische Masse im Boden, geht wohl sehr deutlich hervor aus

dem Prozentsatz von C_t und aus dem von N_t, mineralisiert während der Inkubation, nämlich variierend von 0,6 bis 5,2 bzw. von 0,4 bis 3,6. Auch zwischen den Mittelwerten für die Gruppen gibt es noch beträchtliche Unterschiede. So zeigen z.B. die schwarzen Gleyböden und die Heidepodsole durchschnittlich etwa denselben Gehalt an organischer Substanz, der Prozentsatz von C_t mineralisiert ist aber 3,1 bzw. 1,3. Die braunen Gleyböden und die Heidepodsole hatten im Durchschnitt denselben Gesamtstickstoffgehalt aber von diesem Stickstoff wurde im Inkubationsversuch durchschnittlich 2,3 bzw. nur 1,6% mineralisiert, wofür entschieden nicht Neu-Festlegung verantwortlich gemacht werden kann, denn die Prozentsätze von C_t mineralisiert sind hier 2,9 bzw. 1,3 (Die Brutto-Mineralisation von Stickstoff unterscheidet sich daher wahrscheinlich noch mehr.)

Ein drittes Beispiel bieten die zwei Extreme: braune Gleyböden und Fehnkulturböden. Die Stickstoffmineralisation pro kg Boden ist bei beiden im Durchschnitt ungefähr die gleiche, trotzdem dass die letzteren Böden durchschnittlich mehr als viermal soviel organische Substanz enthalten als die Gleyböden. Wenn dabei noch bedacht wird, dass das Volumgewicht der Fehnkulturböden viel niedriger ist und diese Böden zudem oft weniger mächtig sind, dann ist es wohl deutlich, dass die Stickstoffversorgung der Pflanzen aus die organische Masse bei den braunen Gleyböden sogar besser sein kann trotz des so viel niedrigeren Gehalts an organischer Substanz.

Einen wichtigen Fingerzeig enthalten die Spalten mit den C/N-Werten. Es zeigt sich nämlich, dass bei

Tabelle I. C/N-Verhältnis und Abbau der organischen Substanz während der Inkubation von A_{1(p)}-Material verschiedener Gruppen von Sandböden

| Anzahl Proben | Gruppe (A = Ackerbau) (G = Grasland) | Org. Subst. (Gew. %) | N _t (Gew. %) | Mineralisiert während 30 Tagen Inkubation | | | | | |
|---------------|--|-------------------------|----------------------------|---|----------------|----------------------|----------------------|-------------------|----------------------------------|
| | | | | C _t /N _t | C/N | % von C _t | % von N _t | mg N/ kg Boden | mg N/ 100 g org. Subst. |
| 25 | braune Gleyböden (A) | 3,8 (1,9- 5,3) | 0,15 (0,10-0,21) | 12 (8-18) | 16 (9-32) | 2,9 (1,9-5,2) | 2,3 (1,5-3,6) | 33 (18- 59) | 90 (60-160) |
| 28 | schwarze Gleyböden (G) | 7,3 (3,8-14,0) | 0,29 (0,11-0,62) | 12 (11-15) | 20 (12-43) | 3,1 (1,2-5,1) | 2,2 (0,9-3,6) | 58 (28-161) | 87 (37-140) |
| 5 | braune Plaggenböden (A) | 3,3 (2,9- 3,9) | 0,15 (0,14-0,17) | 11 (10-13) | 15 (10-18) | 2,2 (1,6-3,9) | 1,7 (1,1-2,4) | 25 (17- 34) | 74 (59-106) |
| 21 | schwarze Plaggenböden (A) | 6,0 (4,6- 9,2) | 0,19 (0,15-0,26) | 17 (14-20) | 18 (11-44) | 1,4 (0,6-2,1) | 1,3 (0,6-2,5) | 26 (10- 42) | 43 (18- 81) |
| 9 | nasse Humuspodsole (G) | 8,3 (4,4-15,6) | 0,26 (0,14-0,50) | 18 (13-26) | 21 (16-26) | 2,0 (1,2-3,0) | 1,6 (0,4-2,1) | 45 (17-101) | 52 (26- 74) |
| 30 | (Heide-) Humuspodsole (A) | 6,9 (2,9-12,7) | 0,15 (0,08-0,25) | 22 (15-28) | 20 (13-40) | 1,3 (0,9-2,3) | 1,6 (0,6-2,4) | 23 (8- 34) | 36 (12- 75) |
| 30 | (Holl. Fehnkulturböden (A) | 17,0 (7,6-38,0) | 0,37 (0,15-0,88) | 24 (17-38) | 21* (11-40) | 1,1* (0,8-1,5) | 1,1 (0,4-1,7) | 40 (6- 69) | 24 (6- 40) |

Werte zwischen Klammern sind die gefundene Extremwerte

* Bestimmt an nur 6 Proben

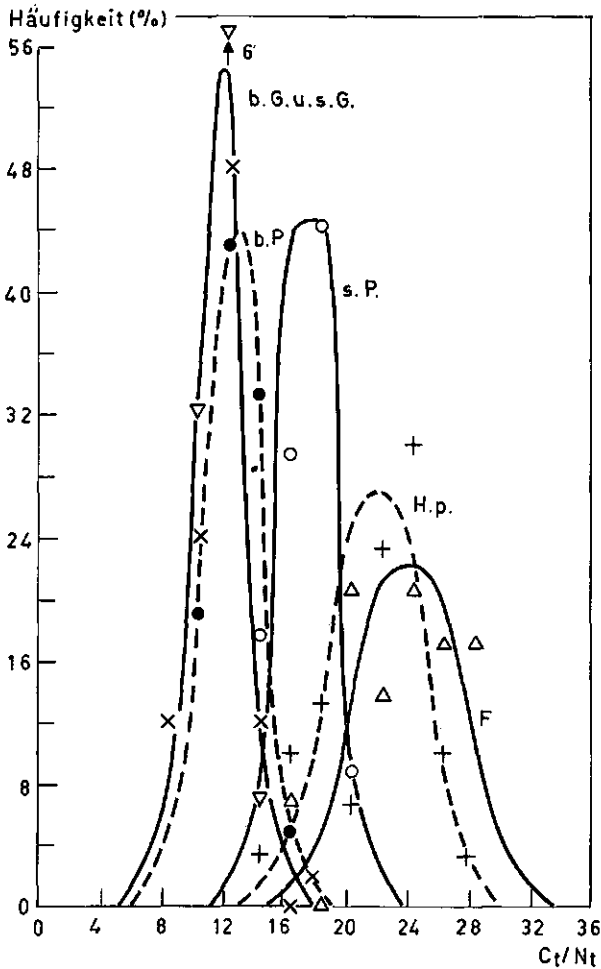


Abb. 1. Eingeschätzte Häufigkeitskurven der C_1/N_t -Quotienten bei einigen Gruppen von Sandböden.

- x b.G. = braune Gleyböden (Ackerbau)
- ▽ s.G. = schwarze Gleyböden (Grasland)
- b.P. = braune Plaggenböden (Ackerbau)
- s.P. = schwarze Plaggenböden (Ackerbau)
- + H.p. = trocken entstandene Heidepodsole (Ackerbau)
- △ F. = Holl. Fehnkulturböden (Ackerbau)

weitem C_1/N_t -Verhältnis (etwas über 18) der Quotient C/N -mineralisiert bei Ackerböden meist kleiner ist als C_1/N_t ; mit andern Worten, dass bei hohem C_1/N_t -Wert eine Tendenz besteht zu dessen weiterer Erhöhung. Wenn das Verhältnis in welchem C und N mineralisiert werden auch unter weniger optimalen Bedingungen, wie im Felde, enger ist als C_1/N_t (und wir haben keine Anweisung dagegen) bedeutet das also, dass auch bei gleichbleibendem Humusniveau doch Raubbau auf Stickstoff gepflegt wird. Um einer Abnahme der „natürlichen“ Fruchtbarkeit vorzubeugen wäre hier eine verstärkte organische Düngung, z.B. in der Form von Kunstweiden, zu empfehlen. Schliesslich soll noch bemerkt werden dass Tabelle I deutlich die Verwandtschaft von Heidepodsohlen und schwarzen Plaggenböden zeigt. (Die Plaggen stammen denn auch meist von Heideböden.) Die Zahlen weisen auch auf eine derartige Verwandtschaft von braunen Gleyböden und braunen Plaggenböden.

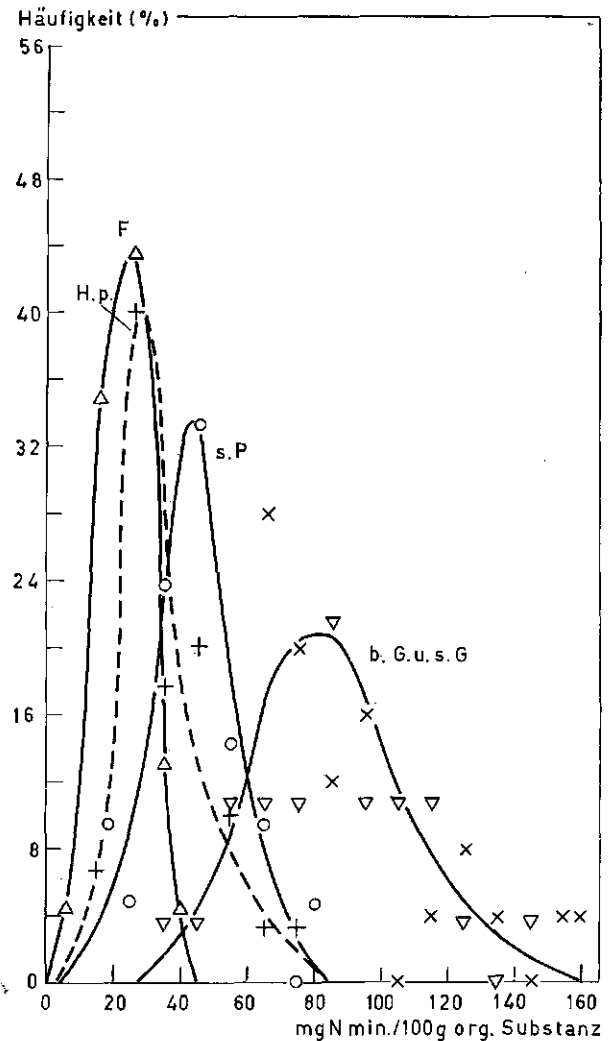
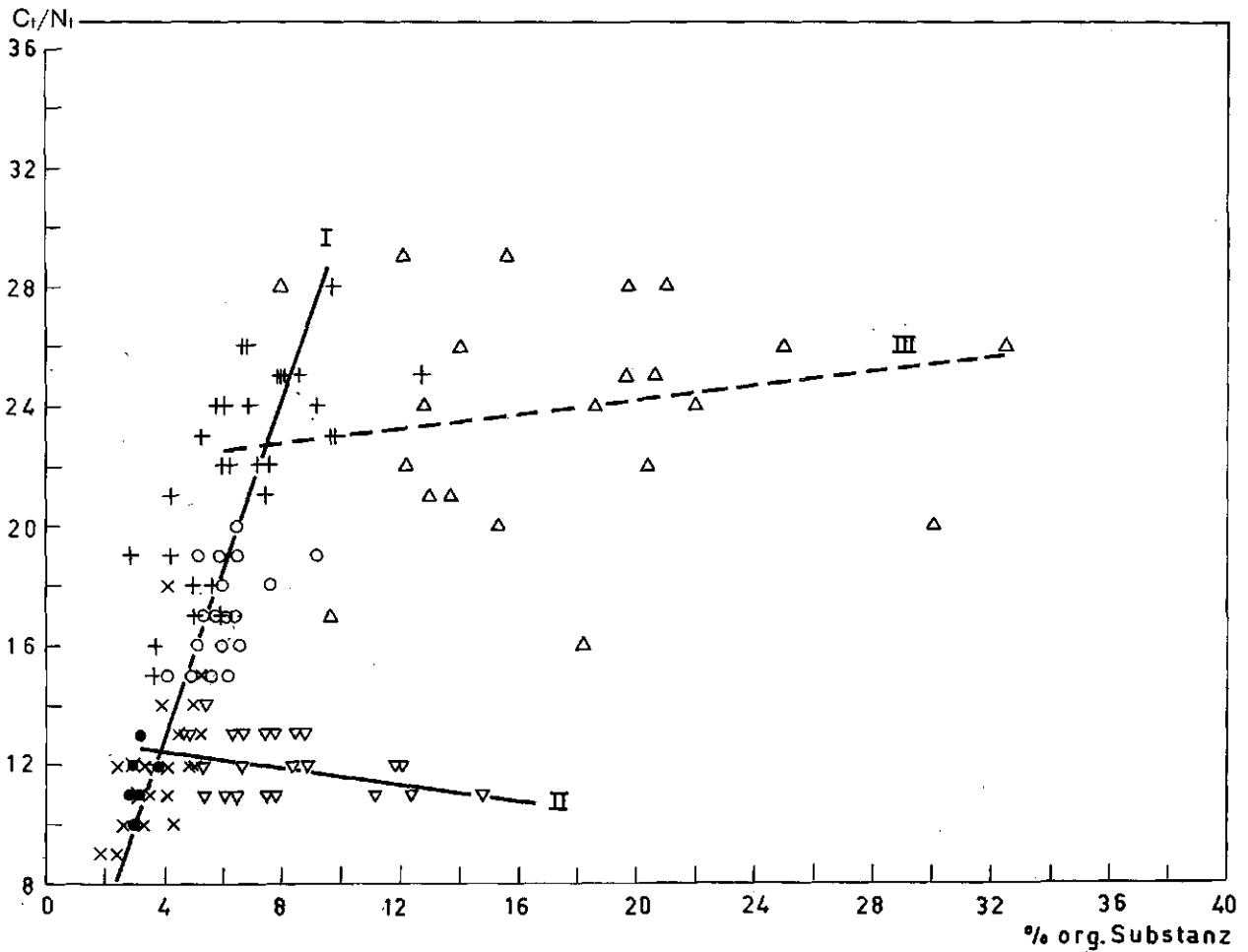


Abb. 2. Eingeschätzte Häufigkeitskurven der Mengen mineralisierten Stickstoffs pro 100 g organischer Substanz in 30 Tagen Inkubation bei einigen Gruppen von Sandböden. (Legende siehe Abb. 1.)



Weitere Betrachtungen über die Deutung des C_1/N_1 -Verhältnisses

In der Einleitung wurde erwähnt, dass hohe Gehalte an organischer Substanz oft einhergehen mit weiten C_1/N_1 -Werten. In Abb. 3 sind beide Größen gegen einander aufgetragen. Tatsächlich ergibt sich für die Ackerböden ohne die Fehnkulturböden ein gesicherter Zusammenhang, nämlich: $y = 2,9x + 1$ ($r = 0,806$). (Bei der Berechnung wurde angenommen dass beide Größen mit etwa gleichem Fehler behaftet sind.) Dass heisst also, dass im Bereich worin die organischen Stoffgehalte liegen, nämlich zwischen etwa 2 und 10%, das C_1/N_1 -Verhältnis beinahe ebenso schnell zunimmt wie der C_1 -Gehalt oder, mit andern Worten, dass der N_1 -Gehalt im Durchschnitt kaum höher gefunden wird bei höheren C_1 -Gehalten. Völlig abweichend verhalten sich die schwarzen Gleyböden und die Fehnkulturböden. Bei den letzteren ist

Abb. 3. Der Zusammenhang zwischen C_1/N_1 -Verhältnis und % organischer Substanz bei
 I: schwarzen (o) und braunen (•) Plaggenböden, braunen Gleyböden (x) und Heidepodsole (+), (Ackerbau); $y = 2,9x + 1$ ($r = 0,860$);
 II: schwarzen Gleyböden (∇ ; Grasland); $y = -0,14x + 13$ ($r = -0,360$);
 III: Fehnkulturböden (Δ ; Ackerbau); $y = 0,12x + 22$ ($r = 0,186$).

der Zusammenhang zwischen C_1/N_1 und % organischer Substanz nicht gesichert (r ist nur 0,186). Ein Zusammenhang wäre hier auch kaum zu erwarten wo der Gehalt an organischer Substanz ja überwiegend bestimmt wird durch das zufällige Verhältnis worin Torf und Sand bei der Urbarmachung gemischt wurden. Beim A_1 -Horizont der schwarzen Gleyböden (alle unter Gras) ist sogar eine leichte Abnahme von C_1/N_1 mit zunehmendem Gehalt an organischer Substanz angedeutet ($r = -0,360$). Annähernd kann man aber sagen, dass der N_1 -Gehalt hier durchschnittlich etwa gleich schnell zunimmt wie der C_1 -Gehalt.

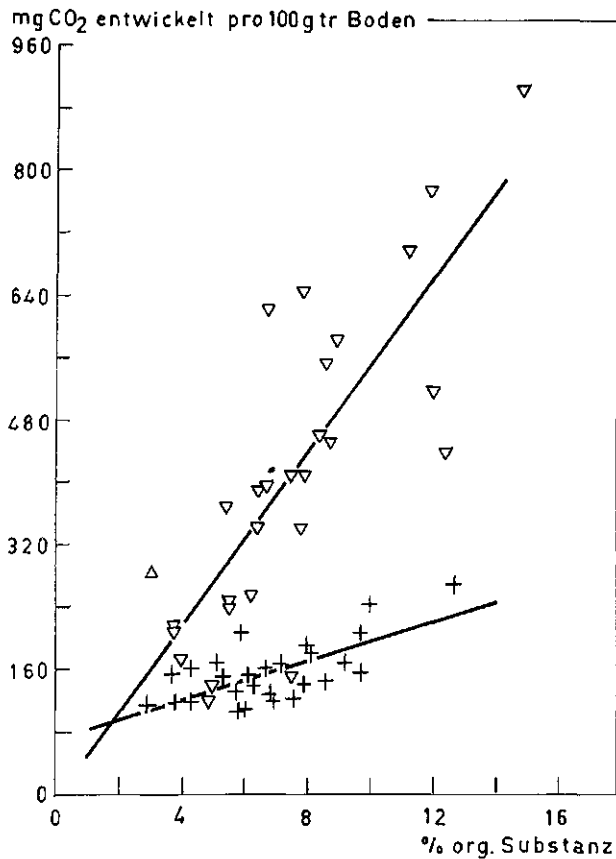


Abb. 4. Regressionskurven für die Mengen CO₂ entwickelt pro 100 g trockenen Boden während 30 Tagen Inkubation in Abhängigkeit vom Gehalt an organischer Substanz.
 ▽ schwarze Gleyböden (Grasland); $y = 55,7x - 7$ ($r = 0,806$)
 + (Heide-) Humuspodsole (Ackerbau); $y = 12,5x + 71$ ($r = 0,722$)

Wie muss nun dieses unterschiedliche Verhalten gedeutet werden? Darüber gibt uns Abb. 4 einige Auskunft. Es zeigt sich da, dass beim Auftragen der CO₂-Entwicklung (mg CO₂ pro 100 g Boden entwickelt in 30 Tagen Inkubation) gegen den Gehalt an organischer Substanz, die schwarzen Gleyböden und die Heidepodsole deutlich auf verschiedenen Kurven liegen. Für die schwarzen Gleyböden wurde berechnet: $y = 55,7x - 7$ ($r = 0,806$). Das bedeutet also, dass bei Zunahme der organischen Substanz von 2 bis 10% die entwickelte Menge CO₂ durchschnittlich auch mit einem Faktor von etwa 5 zunimmt. Wie der C₁/N₁-Quotient, so ist hier also auch die Zersetzlichkeit im Durchschnitt ziemlich unabhängig vom Gehalt an organischer Substanz. Man beachte aber die grosse Streuung!

Dasselbe trifft auch zu wenn der mineralisierte Stickstoff pro kg Boden aufgetragen wird gegen den N₁-

Gehalt: Bei einer N₁-Zunahme von 0,1 auf 0,5% steigt der mineralisierte Stickstoff pro kg Boden in 30 Tagen Inkubation durchschnittlich an von 24 auf 105 mg, also mit einem Faktor von fast 4½. Auch hier aber eine erhebliche Streuung. Es wäre denkbar dass sich im A₁-Horizont bei Grasland auf den schwarzen Gleyböden (bei nassen Humuspodsohlen unter Gras liegen die Sachen anders wie Tabelle I zeigt) Humus von etwa vergleichbarem Charakter in verschiedenen Mengen angehäuft hat, aber dass der Abbau stark von „Aussenfaktoren“ beeinflusst wird; diese Hypothese soll noch weiter überprüft werden.

Für die Heidepodsole (Ackerbau) dagegen (siehe Abb. 4) wurde berechnet: $y = 12,5x + 71$ ($r = 0,722$). Im selben Bereich des organischen Stoffgehaltes von 2 bis 10% nimmt hier also die entwickelte Menge CO₂ nur mit einem Faktor von gut 2 zu. Die Zersetzlichkeit bezogen auf die gesamte organische Masse ist hier also im Durchschnitt kleiner je höher der Gehalt an organischer Substanz (und damit das C/N-Verhältnis) ist.

Auch die Stickstoffmineralisation steigt nicht proportional mit dem N₁-Gehalt bei Humuspodsohlen und Fehnkulturböden an. Die Schlussfolgerung muss also sein, dass der Charakter der organischen Substanz (als Gesamtes gesehen) sich hier ändert, je höher dessen Gehalt ist. Es ist sehr gut möglich, dass wir hier mit einem stärker variierenden Gehalt an „inertem“, stickstoffarmen Material („Humuskohle“) neben einem wenig variierendem Gehalt an „normalem Humus“ zu tun haben. (Es sei hier bemerkt, dass all unsere Bestrebungen eine gute Methode zu finden für die chemische Bestimmung von inertem, kohleartigem Material in Böden bis jetzt gescheitert sind.) Die Werte für die Plaggenböden und die braunen Gleyböden wurden in Abb. 4 nicht aufgetragen weil sie alle eben im Gebiet liegen wo die beiden gezeichneten Kurven einander schneiden, den Kurverlauf also nicht mitbestimmen.

Der Vergleich der Abb. 1 und 2 wies schon darauf hin, dass die Böden mit weitem C₁/N₁-Verhältnis durchschnittlich die geringste Menge Stickstoff mineralisieren bezogen auf die organische Substanz und umgekehrt. In Abb. 5 sind nun die einzelnen Werte für alle Bodenproben gegeneinander aufgetragen. Es gibt tatsächlich einen deutlichen und gesicherten Zusammenhang, jedoch mit ziemlich grosser Streuung. Besonders die oben schon erwähnte grosse Streuung bei den schwarzen Gleyböden unter Gras, wo bei wenig variierendem C₁/N₁-Verhältnis doch weit auseinanderliegende Werte für die N-Mineralisierung bezogen auf die organische Substanz gefunden wurden, fällt auf. Als mögliche Faktoren die die N-Mineralisierung beeinflussen, könnte u.A. gedacht werden an die verschiedenen Zeitpunkte in welchen die Proben genommen wurden (verschiedene Jahre und Jahreszei-

Abb. 5. Der Zusammenhang zwischen der Menge Stickstoff, mineralisiert pro 100 g organischer Substanz in 30 Tagen Inkubation und dem C_t/N_t -Verhältnis: $\log y = -1,568 \log x + 3,582$

- x braune Gleyböden (Ackerbau)
- ▽ schwarze Gleyböden (Grasland)
- o schwarze Plaggenböden (Ackerbau)
- nasse Humuspodsole (Grasland)
- + trocken entstandene Heidepodsole (Ackerbau)
- △ Holl. Fehnkulturböden (Ackerbau)

ten), an Unterschiede im pH [9], Grundwasserstand, Düngung (besonders der organischen Düngung) und Benutzungsweise. In einer folgenden Veröffentlichung soll hierauf weiter eingegangen werden. Erst wenn diese Faktoren erfasst sind kommt eine genauere Ableitung der potentiellen Stickstoffmineralisation aus dem C_t/N_t -Verhältnis bei den einzelnen Proben in Sicht.

Es sei nochmals betont, dass die Abnahme der netto N-Mineralisation (bezogen auf organische Substanz) bei zunehmendem C_t/N_t -Verhältnis nicht verursacht wird durch erhöhte Neu-Festlegung (d.h. grössere Zersetzlichkeit), sondern durch eine durchschnittlich geringere Zersetzlichkeit bei weitem C_t/N_t -Quotient. Inwieweit wirkt sich nun dieser unterschiedliche Charakter des organischen Stoffes aus in der Bodenfruchtbarkeit? In einem Bericht über die Ergebnisse der internationalen Stickstoffdüngungsversuche auf derartigen Sandböden im Oldenburger Raum stellte Nieschlag [5]: „Bedeutsam für die Feststellung der Ertragsfähigkeit ist der Stickstoffvorrat des Bodens und das C/N-Verhältnis als ein Ausdruck der Humusqualität“. Nieschlag entwickelt für diese Böden folgende Formel:

$$\text{Bodenfruchtbarkeitszahl} = \frac{(100\% N_t)^2}{3\% C_t} + 4\% \text{ Ton} (= 3333 N_t \frac{N_t}{C_t} + 4\% \text{ Ton})$$

Wir fanden (Abb. 5):

$$\log (\text{mg } N_{\text{min}} \text{ pro } 100 \text{ g org. Subst.}) = 3,582 - 1,568 \cdot \log (C_t/N_t)$$

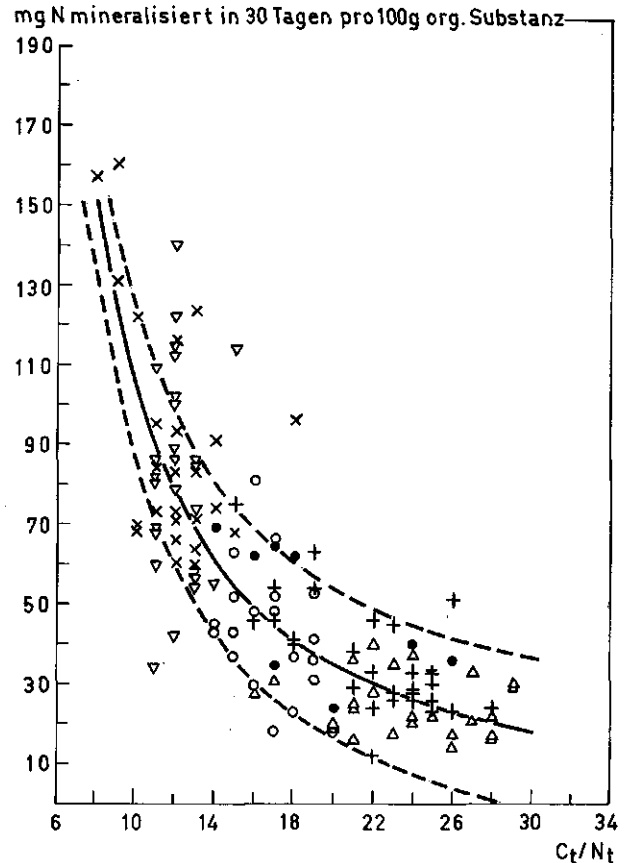
oder:

$$\text{mg } N_{\text{min}} \text{ pro } 100 \text{ g o.S.} = 3820 \left(\frac{N_t}{C_t} \right)^{1,568}$$

oder:

$$\text{mg } N_{\text{min}} \text{ pro kg tr. Boden} = (\text{mg } N_{\text{min}} \text{ pro g o.S.}) \times \frac{2,1 * \times C_t}{10} = 802 N_t \left(\frac{N_t}{C_t} \right)^{0,568}$$

* Der durchschnittliche C-Gehalt der organischen Substanz bei diesen Böden ist 47,5 (= 100/2,1).



Die Verwandtschaft von beiden Formeln bestätigt was schon allgemein angenommen wurde, nämlich dass die „natürliche“ Fruchtbarkeit dieser Böden zu einem wichtigen Teil beruht auf der organischen Substanz als langsam fließender Stickstoffquelle. Und von dieser Eigenschaft ist nach obigen Ausführungen das C_t/N_t-Verhältnis im A_{1(b)}-Horizont, in Kombination mit dem Gesamt-Stickstoffgehalt, ein roher Masstab.

LITERATUR

- (1) COTTE, J. et KAHANE, E. Sur une nouvelle méthode de réduction pour le dosage des nitrates. *Bull. Soc. Chim. France*, 542-544 (1946).
- (2) DOUGHTY, J. L. The rate of decomposition of plant roots. *Sci. Agr.* 21, 429-432 (1941).
- (3) KNIBBE, M. en MARSMAN, B. A. Bewerking van C/N gegevens uit Overtjssel en de Gelderse Achterhoek. *Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, Stencil 1604* (1958).
- (4) KURMIES, B. Humusbestimmung nach den Bichromatverfahren ohne Kaliumjodid. *Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenk.* 44, 121-125 (1949).
- (5) NIESCHLAG, F. Kennzeichnende Faktoren der Bodenfruchtbarkeit (Ertragsfähigkeit). *Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenk.* 109, 177-183 (1965).
- (6) SCHEFFER, F. und KARAPURKAR, Y. M. Die Abhängigkeit der Nitrifikation von der Zusammensetzung und der Abbaugeschwindigkeit der organischen Substanz. *Kühn-Archiv* 37, 142-172 (1934).
- (7) WAKSMAN, S. A. Influence of micro-organisms upon the carbon-nitrogen ratio in soils. *J. Agr. Sci.* 14, 555-562 (1924).
- (8) ZÖTTL, H. Dynamik der Stickstoffmineralisation im organischen Waldbodenmaterial. II. *Plant Soil* 13, 183-206 (1960).
- (9) ZÖTTL, H. Dynamik der Stickstoffmineralisation im organischen Waldbodenmaterial. III. *Plant Soil* 13, 207-223 (1960).