

CODEN: IBBRAH (6-85) 1- 33(1985)

I N S T I T U U T V O O R B O D E M V R U C H T B A A R H E I D

RAPPORT 6-85

COMPOSTEREN VAN MATERIALEN DIE VRIJKOMEN BIJ HET BEHEER VAN HEIDEVELDEN

**With a summary: Composting of materials resulting from heathland
management**

door

F. RIEM VIS

1985

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Postbus 30003,
9750 RA Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 6-85 (1985) 33 pp.

INHOUD

1. Inleiding	3
2. Composteren op grote hopen	4
3. Composteren van gemaaidneusde hei in bakken	10
3.1. Analyses	14
4. Composteren van mengsels van gemaaide hei en geplagde grashei in bakken	21
4.1. Analyses	22
5. Bespreking	29
6. Samenvatting	31
7. Summary	32
8. Literatuur	33

1. INLEIDING

Sinds is aangetoond dat, onder meer door accumulatie van organische stof in de strooisellaag, de hei door grassen wordt verdrongen (Diemont et al., 1982), worden op grote schaal heidevelden gemaaid of afgeplagd om dit proces af te remmen, respectievelijk om te keren. Voor de materialen die hierbij vrijkomen wordt afzet gezocht in de tuinbouw als aanvulgrond in de boomkwekerij of als bestanddeel van substraten voor siergewassen.

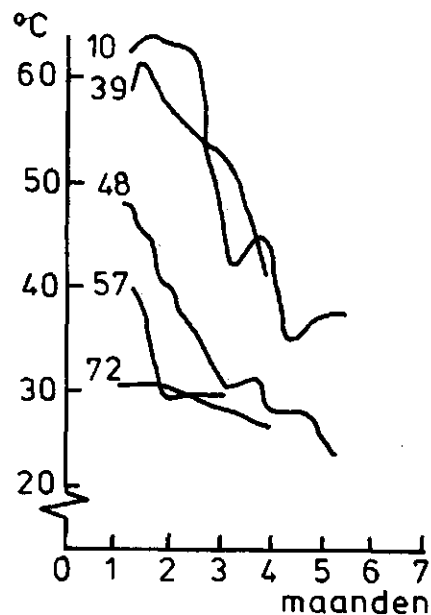
Om aan de eisen die hiervoor worden gesteld te kunnen voldoen is compostering gewenst, zo niet noodzakelijk. Dit was aanleiding waarnemingen te doen bij grote composthopen in het veld en bovendien om op kleinere schaal composteringsproeven aan te zetten. Over dit onderzoek wordt hier gerapporteerd.

2. COMPOSTEREN OP GROTE HOPEN

Bij het begin van het mechanisch afplaggen van vergraste heidevelden werd het vrijgekomen materiaal op een depot gestort. De composthopen zagen eruit als tafelbergen van 3 tot 5 m hoog met een aanzienlijk oppervlak, en lagen niet zelden op een laag en nat terreingedeelte.

Op verschillende lokaties werden temperatuurmetingen en analyses gedaan om inzicht te krijgen in het verloop van de compostering en in de betekenis van factoren als de aard en het zandgehalte van het materiaal. Ook werd geëxperimenteerd met het toevoegen van kalk en stikstof.

De eerste resultaten van dit onderzoek zijn gepubliceerd in het rapport van de Werkgroep Verwerking en Afzet van Heideplaggen (Diemont et al., 1982). Een van de conclusies was dat voor een goede compostering, waarbij de temperatuur lange tijd op een niveau van circa 50 °C blijft, het zandgehalte zo laag mogelijk moet zijn (figuur 1).



Figuur 1. Invloed van het zandgehalte (+ 10, 39, 48, 57 en 72% op basis van drooggewicht) op de temperatuur in composthopen bestaande uit gemaikneusde en geplagde grasheide (Diemont et al., 1982).

Figure 1. Effect of sand content (approx. 10, 39, 48, 57 and 72% on a dry-weight basis) on the temperature in compost piles consisting of heather materials obtained by mowing/crushing and sod cutting (Diemont et al., 1982).

De invloed van het toevoegen van kalk en stikstof op het temperatuurverloop was enigszins wisselvallig. Bij een proef met heideplaggen werd een duidelijk positief effect zowel van kalk als van stikstof (kas) gevonden. Bij gemaaikeusde hei was de invloed van stikstof (ureum) zwak negatief en die van kalk (dolokal) zwak positief. Het is goed erop te wijzen dat zowel kalk als stikstof invloed uitoefenen op de stikstofhuishouding van het composterende materiaal. Dit, en andere wijzigingen van het milieu, beïnvloeden de omzettingsprocessen, ook al komt dit misschien niet tot uitdrukking in het temperatuurverloop.

Incidentele waarnemingen wezen uit dat bij het composteren van heideplaggen anaërobie kan optreden, terwijl bij gemaaikeusde hei gevaar bestaat voor te sterk uitdrogen.

Bij enkele grote hopen composterend plagmateriaal zijn in de periode november 1982 tot juli 1983 temperatuur- en zuurstofmetingen gedaan. De temperatuur werd gemeten met een steekthermometer, het zuurstofgehalte van de lucht in de hopen met een zuurstofelektrode in door een dunne buis aangezogen luchtmonsters.

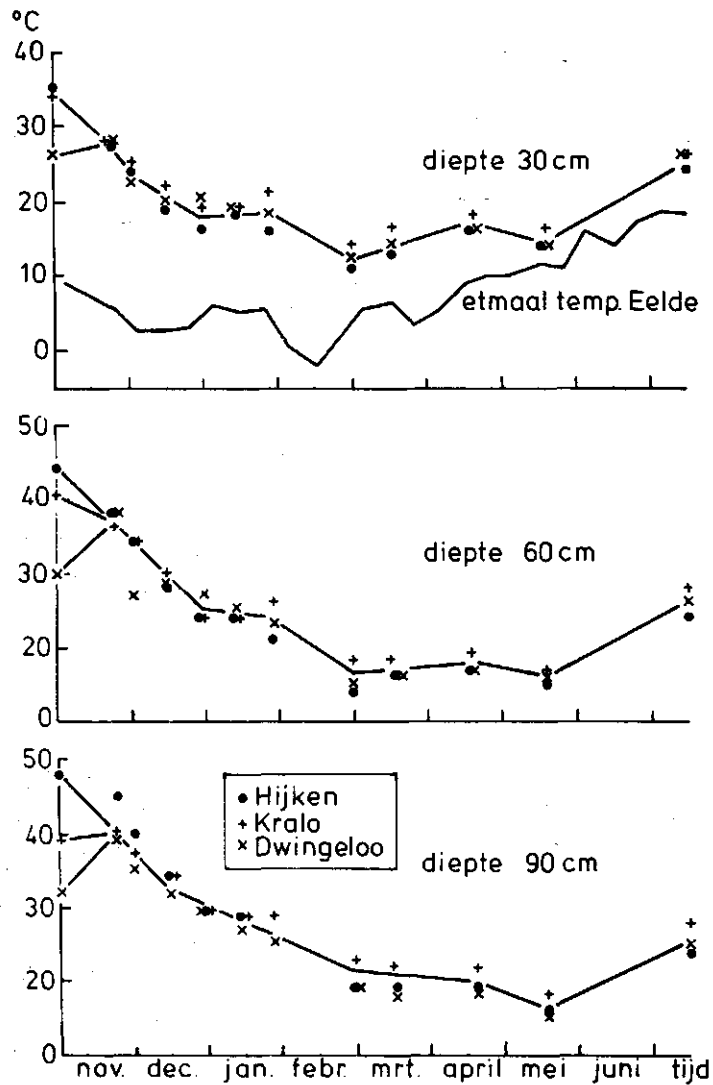
Het temperatuurverloop is grafisch afgebeeld in figuur 2. Hieruit blijkt dat de temperatuur in grote lijnen parallel liep met die van de buitenlucht. De temperatuurverhoging was in het begin hoger naarmate dieper in de hopen werd gemeten. In mei en juli 1983 bestond er echter nauwelijks nog verschil tussen de metingen op 30, 60 en 90 cm diepte van de kruin van de hopen.

De verschillen tussen de lokaties waren opvallend gering, hoewel bij Hijken en Kraloo het materiaal in tafelbergen was gestort en bij Dwingeloo hopen met een driehoekige dwarsdoorsnede van omstreeks 4 m basisbreedte en hoogte waren opgezet.

De zuurstofgehalten toonden aanzienlijk meer variatie, zowel in de tijd als tussen de lokaties. Speciaal de hopen in Dwingeloo toonden sterke fluctuaties in het zuurstofgehalte van de lucht in de hopen (figuur 3).

De afgebeelde waarden zijn gemiddelden van drie of vier meetpunten. De spreiding van de afzonderlijke waarnemingen rond deze gemiddelden was soms aanzienlijk. In Dwingeloo, waar overtollig water tussen de hopen bleef staan, was het materiaal op een diepte van 2 m soms geheel met water verzadigd.

Zoals te verwachten, was het zuurstofgehalte lager naarmate dieper in de hoop werd gemeten. In doorsnee bedroeg het op 50 cm diepte 10%, op

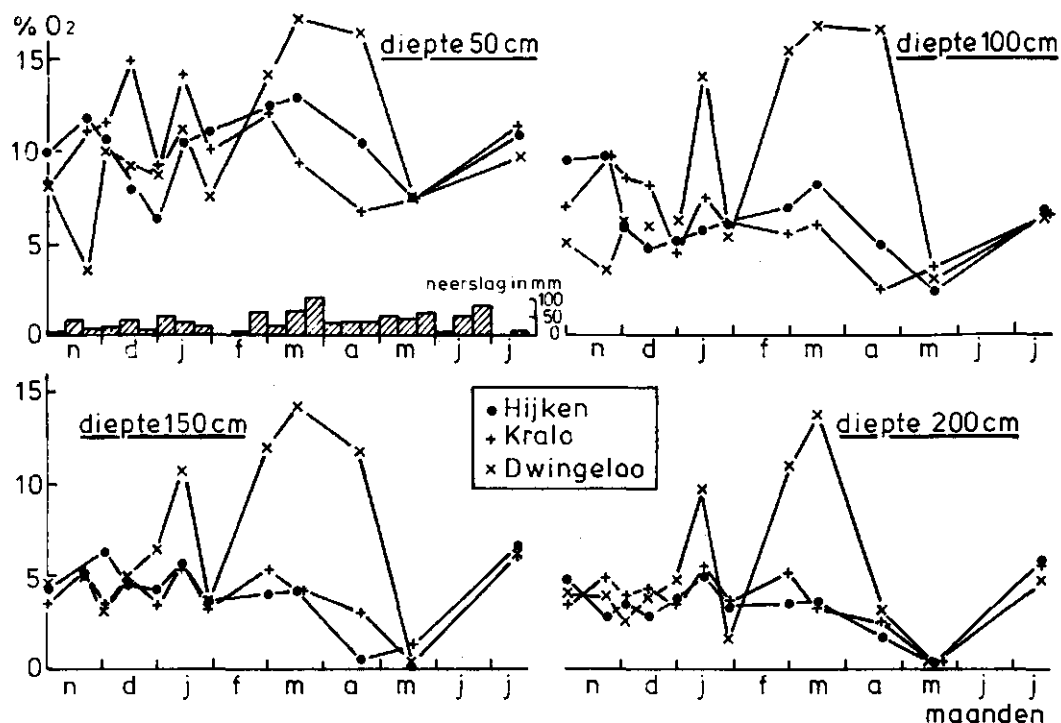


Figuur 2. Grasheiplaggen. Temperatuur op verschillende diepten.

Figure 2. Grass-invaded heather sod. Temperature at different depths in the pile.

100 cm 6% en op 150-200 cm 4%.

Over het gewenste zuurstofgehalte zijn in de literatuur verschillende opgaven te vinden, als gevolg van verschil in uitgangspunten. Men zou kunnen stellen dat de situatie aëroob is zolang de lucht nog enige zuurstof bevat. Bij lage zuurstofconcentratie kan het composteringsproces echter niet optimaal verlopen. Het is daarom aan te bevelen te streven naar een zuurstofconcentratie die optimaal is voor een goede compostering. Volgens Bidlingmaier (1983) treedt bij zuurstofgehalten lager dan 10% een sterke vertraging van de microbiële activiteit op. Finstein et al. (1983) achten echter 5% zuurstof tijdens de beginfase van de



Figuur 3. Grasheiplaggen. Zuurstofgehalte van de lucht op verschillende diepten.

Figure 3. Grass-invaded heather sod. Oxygen content of the air at different depths in the pile.

compostering voldoende.

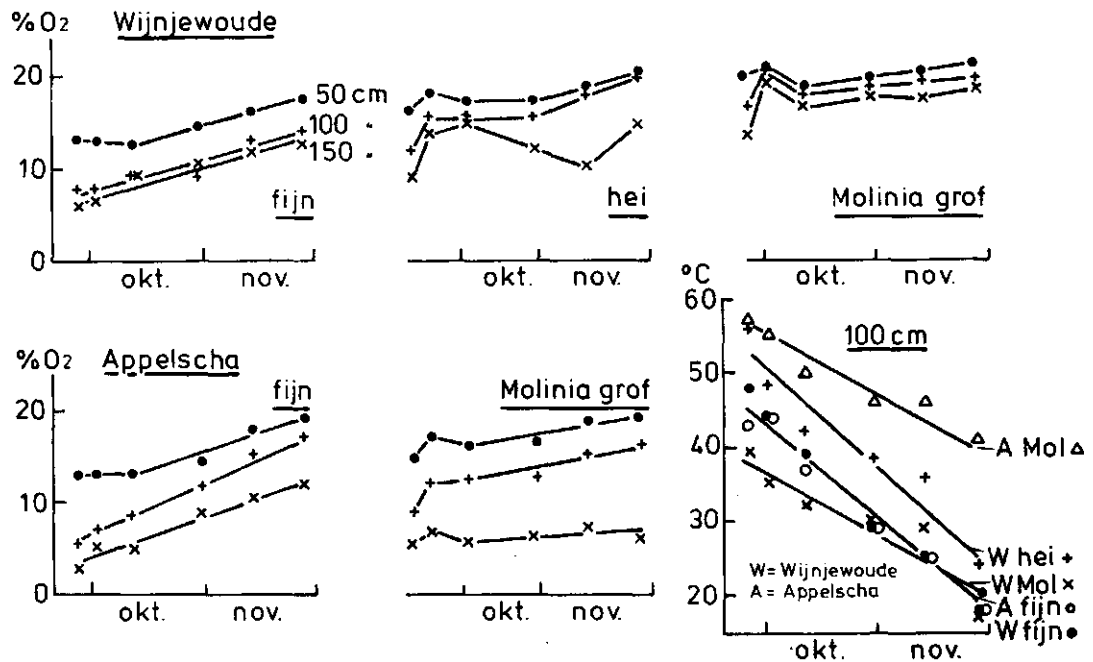
Het zuurstofgehalte van de lucht in composthopen is de resultante van het zuurstofverbruik en de zuurstoftoevoer. Het eerste is afhankelijk van de aantastbaarheid van het materiaal en de ontwikkelingsmogelijkheden van de microben. De zuurstoftoevoer wordt beheerst door de structuur en het vochtgehalte van het materiaal. De relatief hoge zuurstofgehalten, die op een aantal dagen bij de hopen in Dwingeloo werden gemeten, moeten verklaard worden uit de betrekkelijk kleine dwarsdoorsnede van de hopen, waardoor luchttoevoer vanuit de zijkanten mogelijk was.

In 1984 werd begonnen hei voor het composteren te zeven, waarna het op vrij ruwe langwerpige hopen werd gestort. Deze hopen hadden een min of meer driehoekige dwarsdoorsnede met twee tot drie meter basisbreedte en hoogte. De bedoeling van het zeven was het zand van het organische ma-

teriaal te scheiden. In de praktijk bleek met het zand ook het fijne organische materiaal uitgezeefd te worden, zodat het fijne materiaal omstreeks 30% organische stof in de drogestof bevatte.

Al snel werden ook in het fijne materiaal temperaturen tussen 40 en 60 °C gemeten. Omdat vrees bestond voor anaërobe omstandigheden in de fijne fractie werden in de maanden oktober en november metingen verricht bij hopen in Appelscha en Wijnjewoude. In Wijnjewoude lag bovendien een hoop niet-gezeefde gemaakneusde hei.

De resultaten van de metingen zijn afgebeeld in figuur 4. De figuur laat zien dat bij het fijne materiaal geen verschil in temperatuur bestond tussen de twee lokaties. De temperatuur in de grove Molinia was in Appelscha 20 °C hoger dan in Wijnjewoude, welk verschil in de tijd constant bleef. De temperatuur in de gemaaide hei lag 7 °C hoger dan in de fijne fractie, maar volgde eenzelfde verloop.



Figuur 4. Zuurstofgehalte en temperatuur bij verschillende materialen, op verschillende diepten.

Figure 4. Oxygen content and temperature in different materials at various depths.

Ook bij de zuurstofgehalten in de fijne fractie bestond een sterke overeenkomst tussen de lokaties. Het zuurstofgehalte in de Molinia was echter in Wijnjewoude belangrijk hoger dan in Appelscha, vooral op grotere diepten in de hopen. Dit kan verband houden met de hogere temperatuur bij het depot in Appelscha.

Hoewel de zuurstofgehalten in het begin laag waren, kon niet van anaërobie worden gesproken. Het fijne materiaal neemt moeilijk water op, wat gunstig is voor de doorluchting.

Het fijne materiaal wordt zonder bewuste voorafgaande compostering toegepast op grasvelden, als humeuze tuingrond en bij de bereiding van potgronden.

3. COMPOSTEREN VAN GEMAAIKNEUSDE HEI IN BAKKEN

Voor meer gedetailleerd composteringsonderzoek werden bakken van 1 x 1 x 1 m in een dubbele rij opgesteld. Elke bak was aan drie zijden begrensd door naaststaande bakken met compostierend materiaal. De bakken werden begin augustus 1982 gevuld met verse gemaaide hei, waarbij kalk en stikstof werden toegevoegd in verschillende hoeveelheden: 0, 1, 2 en 3 kg ureum per m³ en 0, 2 en 4 kg dolokal per m³, afzonderlijk en in combinaties.

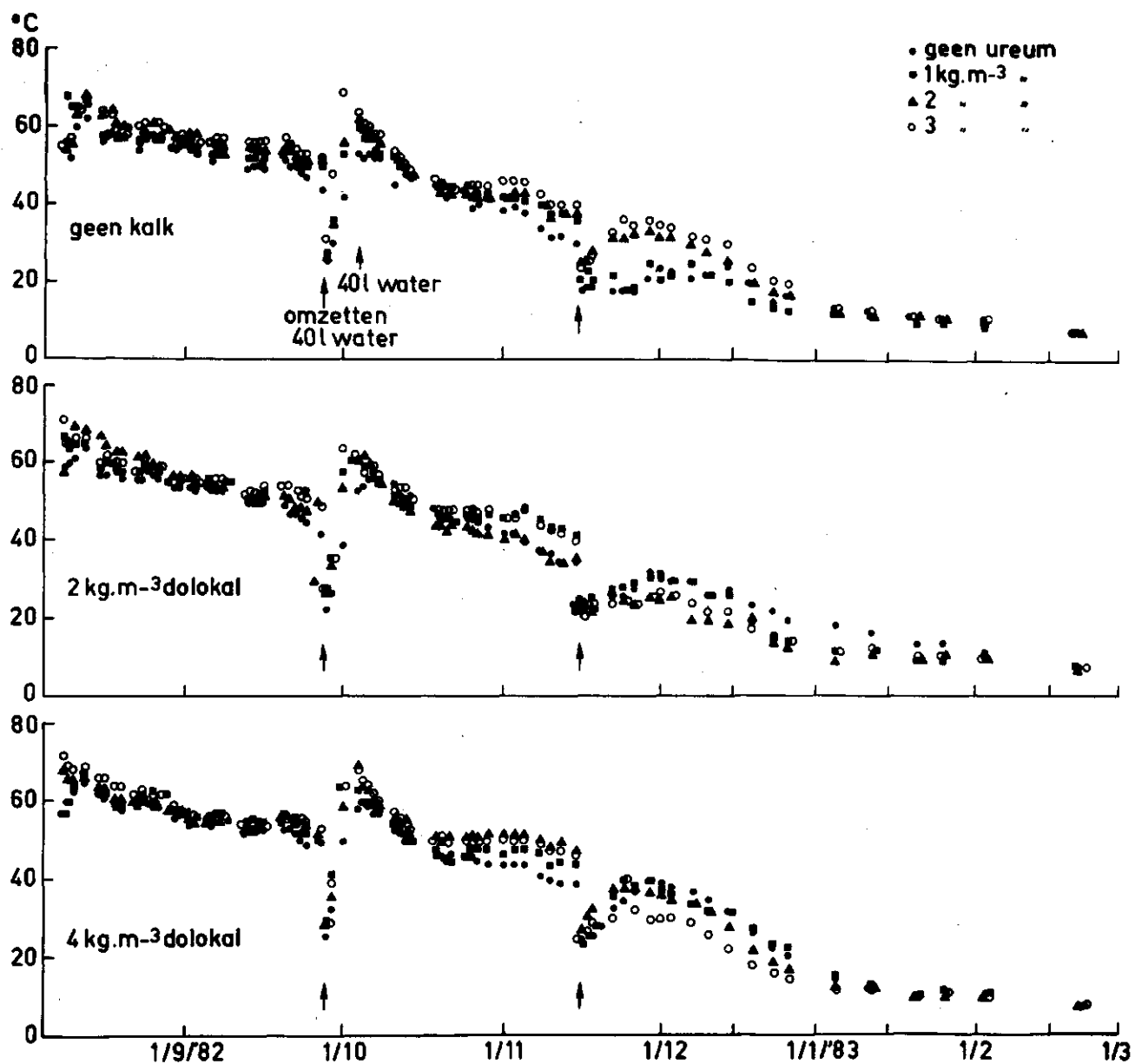
Het verloop van de temperatuur in het centrum van de bakken is afgebeeld in figuur 5. De temperatuur daalde van het begin tot de eerste keer omzetten op 27 september geleidelijk van 60 naar 50 °C, met geringe verschillen tussen de behandelingen. Na de eerste keer omzetten daalde de temperatuur in drie weken van 60 naar 45 °C. Daarna trad tussen 1 en 15 november een meer geleidelijke daling in, waarbij ook verschillen tussen de behandelingen voorkwamen.

Toevoeging van kalk, zowel als van stikstof, gaf een verhoging van de temperatuur. De temperatuurverhoging was sterk bij combinatie van 4 kg dolokal met 2 en 3 kg ureum per m³ (tabel 1).

TABEL 1. Invloed van toevoeging van kalk en stikstof in de periode van 1 tot 15 november 1982, op de temperatuur in compostierend materiaal (°C).

TABLE 1. Effect of added lime and nitrogen in the period 1-15 November 1982 on temperature in the pile (°C).

Kalk, _{2,3} kg.m	Ureum, kg.m ⁻³				Gem.
	0	1	2	3	
0	32	40	40	43	39
2	38	45	38	44	41
4	42	46	50	48	47
Gem.	37	44	42	45	



Figuur 5. Gemaaide hei. Temperatuur in het hart van de bak bij toevoeging van kalk en ureum.

Figure 5. Heather cuttings. Temperature in the centre of the compost bin in the presence of lime and urea.

Na de tweede keer omzetten op 15 november steeg de temperatuur nog tot maximaal 40 °C en daalde tot omstreeks 10 °C in het begin van de maand januari. Ook in deze periode kwamen verschillen tussen de behandelingen voor. Relatief hoge temperaturen werden gemeten bij de objecten 0 kalk met 2 of 3 kg ureum en 4 kg kalk met 0, 1 of 2 kg ureum.

Het zuurstofgehalte van de lucht in het centrum van de bakken toonde een iets ander beeld dan de temperatuur (figuur 6) en de fluctuaties waren belangrijk groter. Kort na het omzetten en ook na zware regenval kwamen lage zuurstofgehalten voor, die echter snel weer stegen tot het eerdere niveau of daarboven.

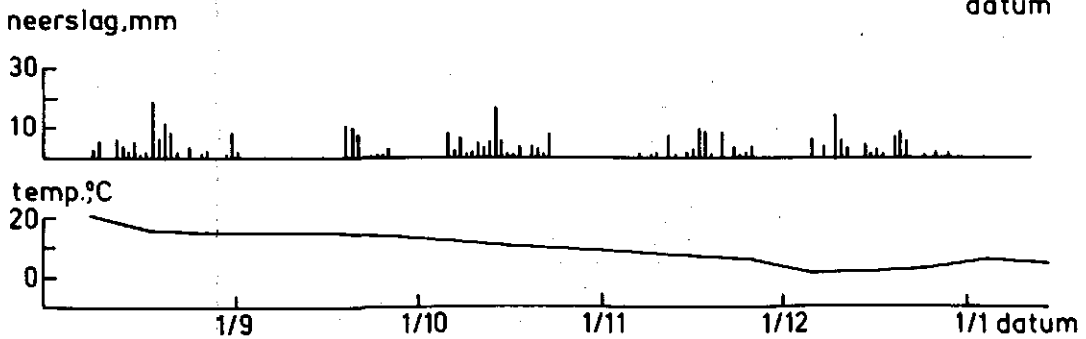
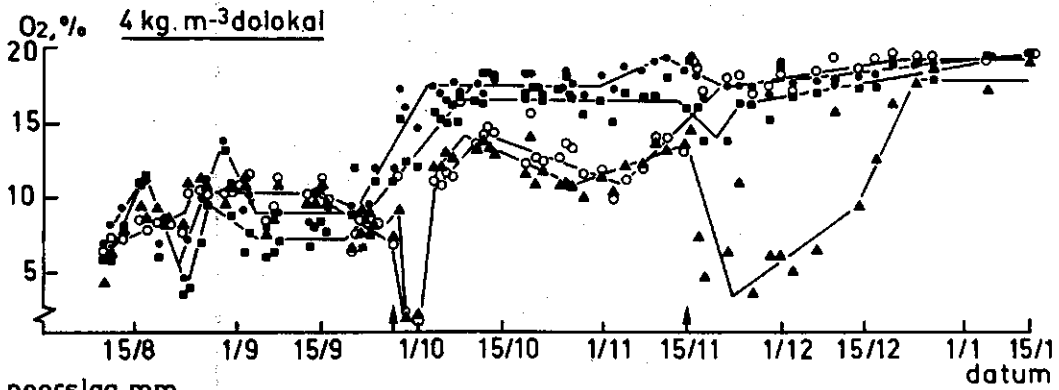
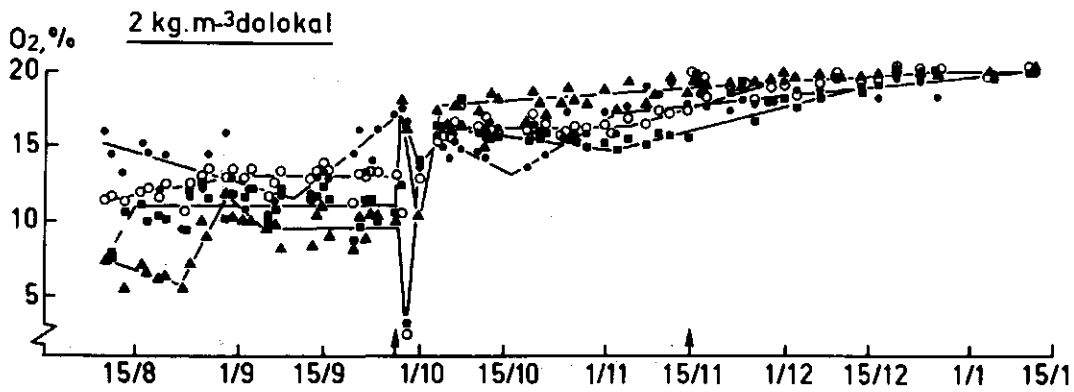
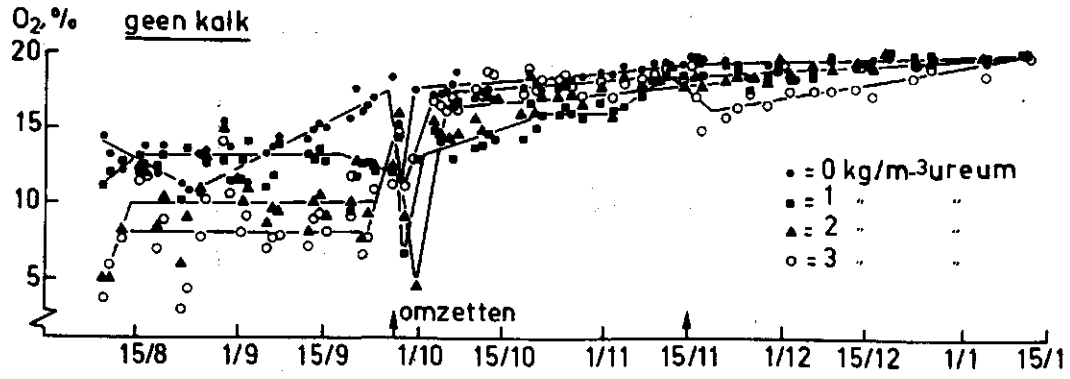
In de periode voor de eerste keer omzetten gaf het toevoegen van kalk of stikstof een verlaging van het zuurstofgehalte (tabel 2). Bij toediening van kalk en stikstof trad dit alleen op bij de combinaties 4 kg kalk en 1 kg ureum en bij 2 kg kalk met 2 kg ureum per m³. Na de eerste keer omzetten, in de periode van 1 oktobertot 15 november, waren de zuurstofgehalten hoger dan daarvoor. Gemiddeld veroorzaakten zowel kalk als stikstof een daling van de zuurstofgehalten. Dit trad speciaal op bij 4 kg kalk met opklimmende hoeveelheden ureum.

TABEL 2. Invloed van het toevoegen van kalk en stikstof op het zuurstofgehalte van de lucht in %, in de periode van 6 tot 27 september 1982.

TABLE 2. Effect of added lime and nitrogen on the oxygen content of the air in the pile (%), in the period 6-27 September 1982.

Kalk _{2,3} kg.m	Ureum, kg. m ⁻³				
	0	1	2	3	Gem.
0	15,5	12,2	9,9	8,6	11,6
2	13,4	10,8	9,6	12,8	11,6
4	9,8	8,2	8,8	8,9	8,9
Gem.	12,9	10,4	9,4	10,1	

Na de tweede keer omzetten waren de zuurstofgehalten hoog, met geringe verschillen, uitgezonderd het object 4 kg kalk met 2 kg ureum, waarbij pas in begin januari het niveau van de overige objecten werd bereikt.



Figuur 6. Gemaaide hei. Zuurstofgehalte in het hart van de bak bij toevoeging van kalk en ureum.

Figure 6. Heather cuttings. Oxygen content in the centre of the compost bin in the presence of lime and urea.

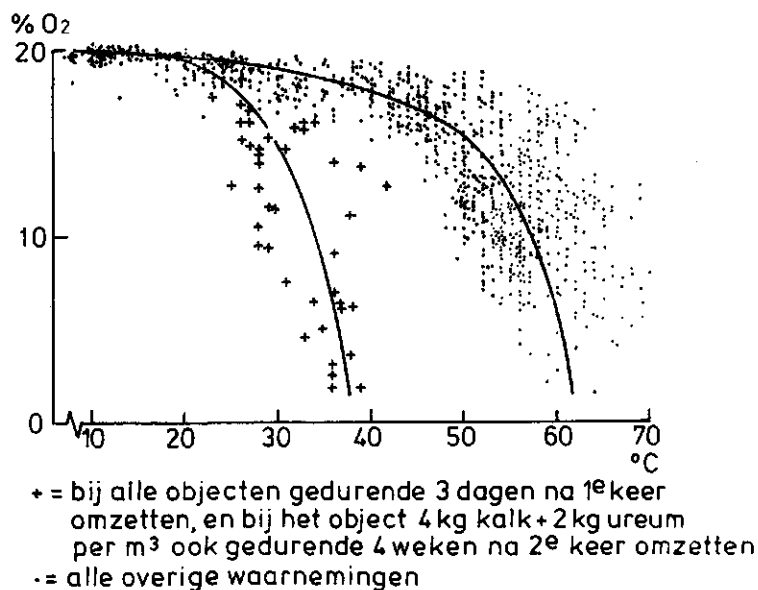
Uit deze opsomming blijkt dat de invloed van het toevoegen van kalk en/of stikstof op de microbiële activiteit moeilijk te voorspellen is, speciaal bij combinaties van kalk en stikstof. Dit kan het gevolg zijn van de invloed van de toevoegingen op de microbenpopulatie, waarbij zowel aan groei-stimulerende als aan groei-remmende effecten moet worden gedacht. Omdat geen gegevens over de samenstelling en grootte van de microbenpopulatie ter beschikking staan, kunnen geen concrete uitspraken worden gedaan.

Bij beschouwing van de relatie tussen temperatuur en zuurstofgehalte blijkt een kromlijng negatief verband te bestaan (figuur 7). Hoge zuurstofgehalten kwamen vooral voor aan het eind van de compostering, toen de temperaturen laag waren. Lage zuurstofgehalten traden op bij hoge temperaturen in de beginperiode. Het valt echter op dat bij alle objecten gedurende enkele dagen na de eerste keer omzetten en bij het object 4 kg kalk met 2 kg ureum gedurende vier weken na de tweede keer omzetten, lage zuurstofgehalten voorkwamen bij temperaturen tussen 30 en 40 °C. Dit kan het gevolg zijn van sterke activiteit van mesofiele schimmels en bacteriën. Men dient er daarom op bedacht te zijn dat ook bij vrij lage temperaturen lage zuurstofgehalten kunnen optreden. Bij materialen met een goede aëratie, zoals gemaaide hei, zal dit echter niet tot anaërobie leiden.

3.1. Analyses

Een aantal keren zijn bij het omzetten van de compost monsters genomen ter bepaling van de gehalten aan minerale stikstof (in gefiltreerd extract, na extractie met 1 n NaCl). Hierbij zijn $\text{NH}_4\text{-N}$ en $\text{NO}_3\text{-N}$ afzonderlijk gemeten. Op 22 februari en 24 november 1983 is ook op nitriet (NO_2) onderzocht; dit werd niet gevonden.

De gehalten aan ammonium- en nitraatstikstof, in afhankelijkheid van toevoeging van kalk en ureum, zijn grafisch afgebeeld in figuur 8. Naarmate meer ureum was gegeven, was het ammoniumgehalte hoger; kalk verlaagde het ammoniumgehalte. Zonder kalk was het ammoniumgehalte 20 maanden na het begin van het composteren gedaald tot waarden tussen 30 en 100 mg.kg^{-1} drogestof. Alleen bij 3 kg ureum per m^3 , zonder kalk,



Figuur 7. Verband tussen temperatuur en zuurstofgehalte in composterende gemaaide hei.

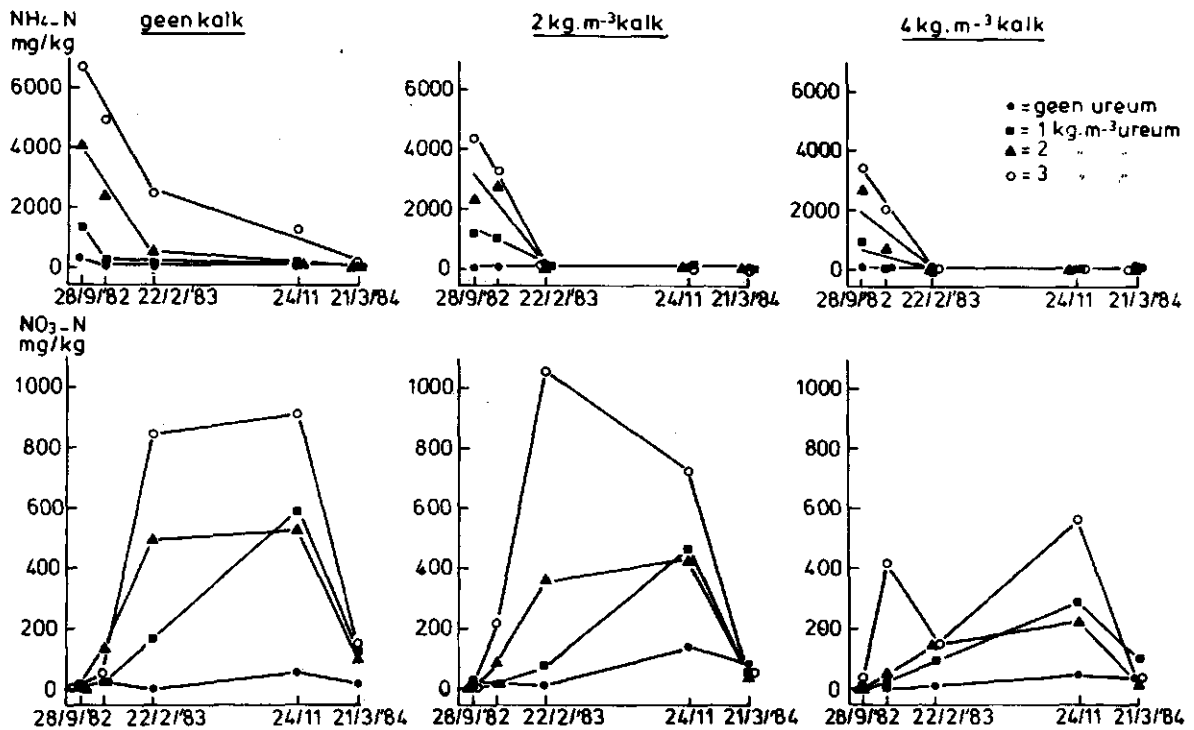
Figure 7. Relation between temperature and oxygen content in heather cuttings during the composting process.

werd een hogere waarde - 180 mg.kg^{-1} - gevonden. Toediening van kalk gaf reeds 7 maanden na het begin lage ammoniumgehalten bij elk van de ureumgiften.

Het nitraatgehalte toonde een geheel ander verloop, waarbij een sterke stijging, vooral bij 3 kg ureum per m³, werd gevolgd door een scherpe daling na 24 november 1983. De nitraatgehalten waren hoger naarmate meer ureum was toegediend. Bij 4 kg kalk per m³ werden duidelijk lagere waarden gevonden dan bij 0 en 2 kg.

De stikstofgehalten worden beïnvloed door ammonificatie, nitrificatie, vervluchtiging, biologische vastlegging en uitspoeling. Gezien deze opsomming is het niet eenvoudig een verklaring te geven voor de waargenomen verschillen. Toch lijkt het zinvol een wat hypothetische beschouwing te wijden aan de verschijnselen.

Het toevoegen van ureum heeft geleid tot verhoging van het gehalte aan ammoniumstikstof. Bij het vullen van de bakken was het vulgewicht na aanstampen 495 kg met een drogestofgehalte van 0,42. Per kg ureum met

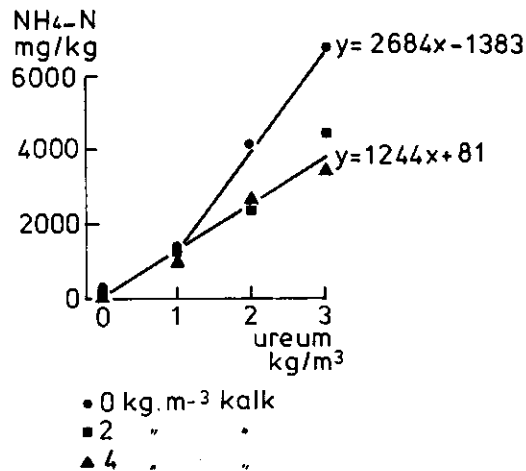


Figuur 8. Stikstofgehalte van composterende gemaaide hei bij toevoeging van kalk en ureum.

Figure 8. Nitrogen content of heather cuttings during the composting process in the presence of lime and urea.

46% N werd dus toegevoegd $0,46 : (0,42 \times 495) \cdot 10^6 = 2213 \text{ mg N per kg}$ drogestof. Bij de eerste keer omzetten bedroeg het nitraatgehalte ten hoogste 43 mg N per kg en was daarmee te verwaarlozen. Per kg ureum werd het gehalte aan $\text{NH}_4\text{-N}$ in het materiaal verhoogd met 2700 mg.kg^{-1} (in het traject van 1 tot 3 kg ureum) en bij toevoeging van kalk met 1200 mg.kg^{-1} (figuur 9). Volgens deze cijfers zou door het toedienen van kalk $2700 - 1200 = 1500 \text{ mg.kg}^{-1}$ N of 68% van de met ureum gegeven stikstof verloren zijn gegaan, vermoedelijk door vervluchtiging. Daarnaast werd $2200 - 1200 = 1000 \text{ mg.kg}^{-1}$ N in organisch gebonden vorm vastgelegd, aangenomen dat zonder kalk geen ammonium is vervluchtigd.

Met betrekking tot de gehalten aan nitraatstikstof valt op te merken dat de nitrificatie bij 2 kg kalk per m³ sterker was dan bij 4 kg (figuur 8). Mogelijk is dit de reden dat op 27 september geen verschil in ammoniumgehalte werd gevonden tussen 2 en 4 kg kalk; bij 2 kg kalk was de nitrificatie sterker en bij 4 kg kalk trad meer stikstofverlies door vervluchtiging op. Tegen deze redenering is echter aan te voeren dat de



Figuur 9. Invloed van toevoeging van kalk en ureum op het gehalte aan ammoniumstikstof van gemaaide hei na 7 weken composteren.

Figure 9. Effect of adding lime and urea on the content of ammonium nitrogen in heather cuttings after seven weeks of composting.

nitrificatie op 27 september nog niet in de nitraatgehalten tot uitdrukking kwam.

Het is verder opvallend dat aan het eind van de compostering het nitraatgehalte zeer sterk daalde. Doordat de ammoniumgehalten reeds lange tijd laag waren, zal de nitrificatie beperkt zijn geweest. Daarnaast is het eerder geproduceerde nitraat waarschijnlijk door uitspoeling verloren gegaan. Het drogestofgehalte van de compost daalde van 35% bij de twee eerste bemonsteringen tot 25% bij de twee laatste.

Het object zonder toevoeging van kalk of stikstof werd gekenmerkt door tijdens het composteren relatief hoge zuurstofgehalten en vooral in het begin vergelijkbare temperaturen, naast lage gehalten aan minerale stikstof met geringe fluctuaties.

Ten einde ongewenste stikstofverliezen door vervluchtiging en uitspoeling te vermijden moet het toevoegen van ureum worden afgeraden. Het toevoegen van uitsluitend kalk had geen duidelijke invloed op de compostering en lijkt daarom niet zinvol.

Bij de bemonsteringen op 27 september en 15 november 1982 en op 22 februari 1983 zijn ook analyses verricht door de afdeling Biologie van de Grond (dr. H. van Dijk). Hierbij is stoofdroge compost geoxydeerd met $2n \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ onder toevoeging van geconc. H_2SO_4 (methode Walkley and

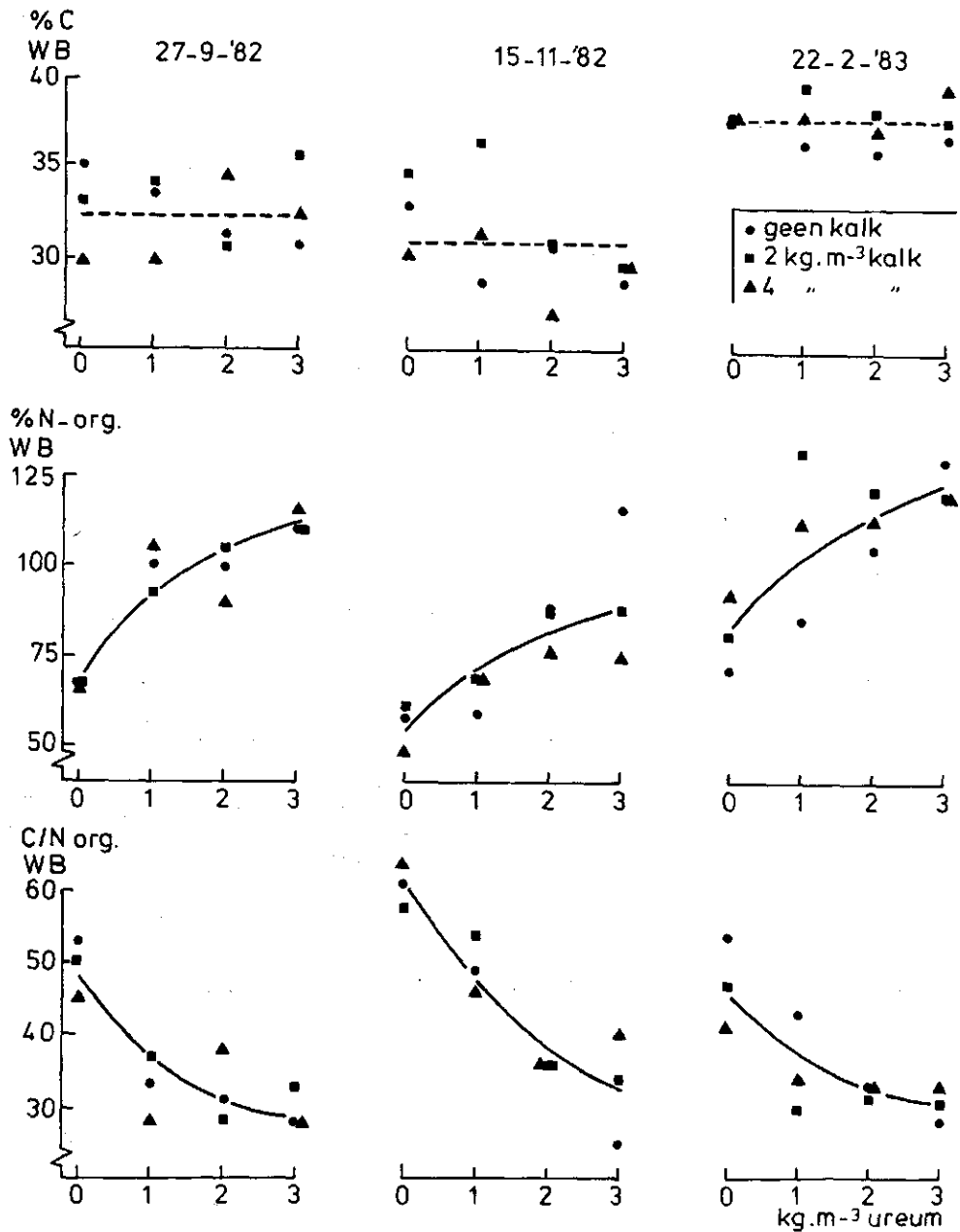
Black; modificatie van H. van Dijk en H.P. de Roos, Intern verslag, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, 1973). Bij deze methode wordt de moeilijk aantastbare organische stof niet geoxydeerd. In het extract worden C, N-totaal en NH_3 uitgedreven met 33% NaOH bepaald. Het verschil tussen N-totaal en NH_3 -N wordt aangeduid als N-organisch gebonden. Uit C en N-org. kan een C/N quotiënt worden berekend, te beschouwen als actief C/N.

De analyseresultaten zijn grafisch afgebeeld in figuur 10. Kalk had geen duidelijke invloed op de gehalten aan C en N-org.; ureum had alleen bij de tweede bemonstering schijnbaar een negatieve invloed op het C-gehalte, die echter niet significant was ($p = 0,05$). Het gehalte aan N-org. was op 15 november lager dan bij de andere bemonsteringen. De invloed van ureum op het gehalte aan N-org. was bij de drie bemonsteringen vergelijkbaar, gelet op de spreiding van de punten rond de curven.

Het quotiënt C/N-org. daalde bij verhoging van de gift ureum, wat in hoofdzaak veroorzaakt is door de stijging van N-org.

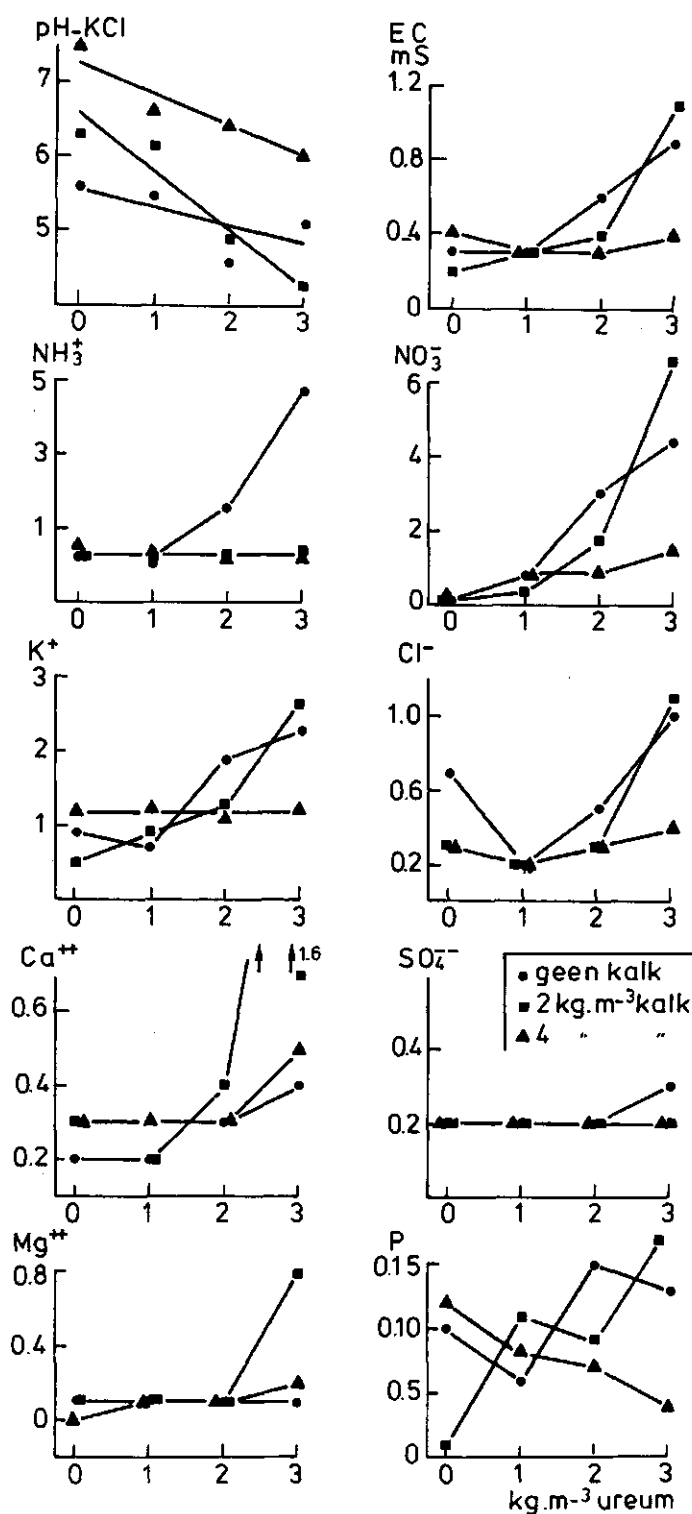
Het is opmerkelijk dat C/N-org. neigt naar een minimumwaarde tussen 20 en 30. C/N-org., bepaald volgens Walkley and Black, moet anders worden gewaardeerd dan C-totaal/N-totaal, omdat de bij het drogen van de monsters en bij de analyse uitgedreven ammoniumstikstof niet in rekening wordt gebracht. Op 1 maart 1983 werden nog monsters geanalyseerd door het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk (bepalingen in waterextract bij een schudverhouding van 1:1½).

De uitkomsten, grafisch afgebeeld in figuur 11, tonen in grote lijnen effecten die vergelijkbaar zijn met wat in het voorgaande is besproken. Toediening van kalk gaf in een aantal gevallen kruising van lijnen, speciaal bij combinatie van 2 kg kalk met 3 kg ureum per m^2 . Dit kan verband houden met, zoals eerder genoemd, vervluchtiging van ammoniak naast versterkte nitrificatie.



Figuur 10. Gehalten aan C en N-org. in composterende gemaaide hei analyse volgens Walkley and en Black).

Figure 10. Contents of C and N-org. (analysis according to Walkley and Black) in heather cuttings in the course of the composting process.



Figuur 11. Chemisch potgrondonderzoek van gemaaide hei na 8 maanden composteren (methode Naaldwijk, 1:1½ waterextract, mmol/l).

Figure 11. Chemical analyses of heather cuttings after eight months of composting (Naaldwijk method, water extraction, 1:1½ soil-to-water ratio, mmol/l).

4. COMPOSTEREN VAN MENGSELS VAN GEMAAIDE HEI EN GEPLAGDE GRASHEI IN BAKKEN

Op 22 en 23 december 1982 werden 16 bakken met een inhoud van 1 m^3 gevuld met mengsels van gemaaid heide en geplagde grasheide, met en zonder toevoeging van kalk en ureum naar respectievelijk 2 en $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Voor de mengsels zijn op basis van volume, aan de hand van de volumegewichten, afgewogen hoeveelheden gemengd. Het proefschema is afgebeeld in figuur 12. Figuur 13 toont het verloop van de temperatuur in het centrum van de bakken.

100 ⁸	401 ¹⁶
311 ⁷	210 ¹⁵
410 ⁶	111 ¹⁴
201 ⁵	300 ¹³
411 ⁴	110 ¹²
200 ³	301 ¹¹
101 ²	400 ¹⁰
310 ¹	211 ⁹

IB 2837
Terrein IB Haren

1^e Cijfer:

1 = 100% grasheide, 0% heide
 2 = 67% " , 33% "
 3 = 33% " , 67% "
 4 = 0% " , 100%

2^e Cijfer: **3^e Cijfer:**

0 = geen kalk 0 = geen ureum
 1 = 2 kg/m^3 dolokal 1 = 1 kg/m^3 ureum

Figuur 12. Schema van een composteringsproef met mengsels van heide en plaggen.

Figure 12. Treatments and layout of an experiment on composting of mixtures of heather cuttings and sod.

Er traden geen hoge temperaturen op, vermoedelijk doordat het ingevulde materiaal reeds enige tijd in opslag had gelegen en de proef bovendien in de winterperiode begon. Naarmate meer gemaaide hei in het mengsel was verwerkt, was de temperatuur hoger in de beginperiode, met een maximum-verschil van $25 - 15 = 10$ °C. Begin augustus 1983 waren de temperatuurverschillen vrijwel verdwenen. In de periode van 15 februari tot 1 juli onderscheidde het object met 0 en later ook met 33% grashei, zonder kalk of ureum, zich door hogere temperaturen. Bij toevoeging van kalk waren de temperatuurverschillen tussen de mengsels, met en zonder ureum, uiterst klein. Omzetten van de compost op 27 april had nauwelijks invloed op de temperatuur.

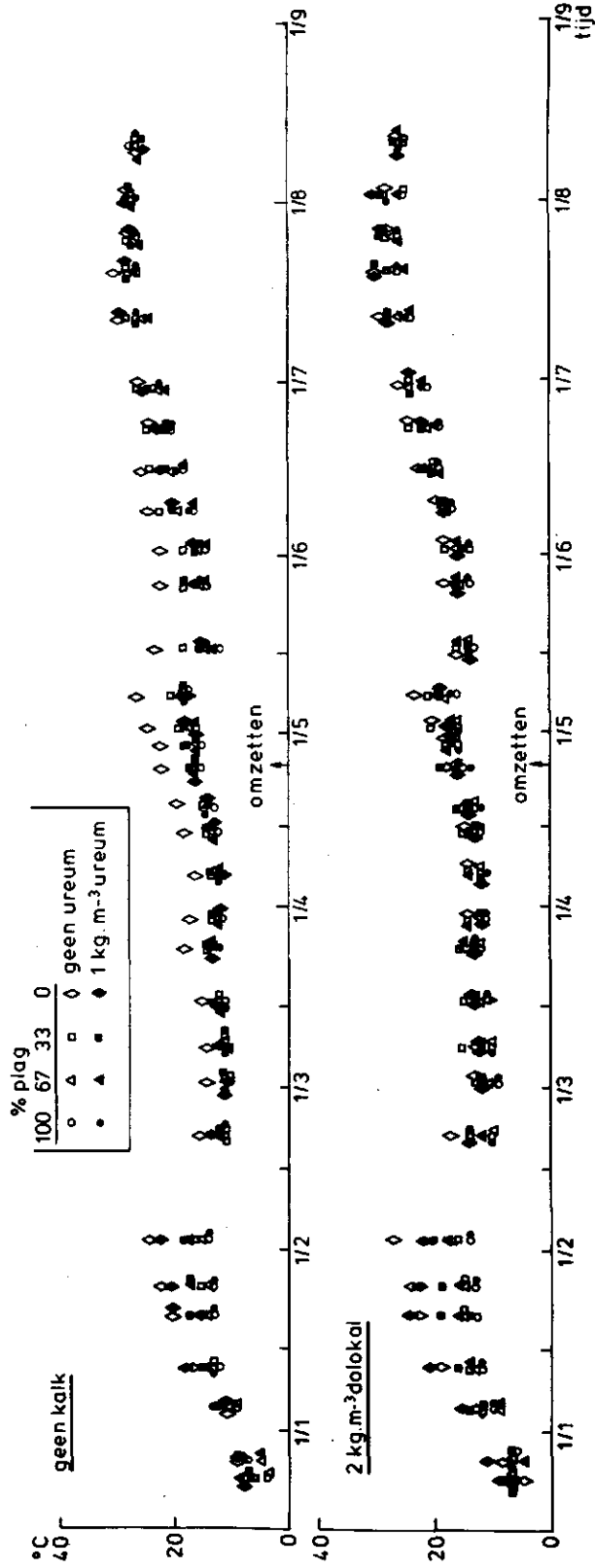
Het zuurstofgehalte van de lucht in de bakken bedroeg steeds meer dan 10%, met in het begin nauwelijks verschillen (figuur 14).

In de periode maart tot mei 1983 werden relatief lage waarden gemeten bij 100% grashei met kalk en ureum, vanaf 1 juni bij 67% grashei, zonder kalk, met ureum.

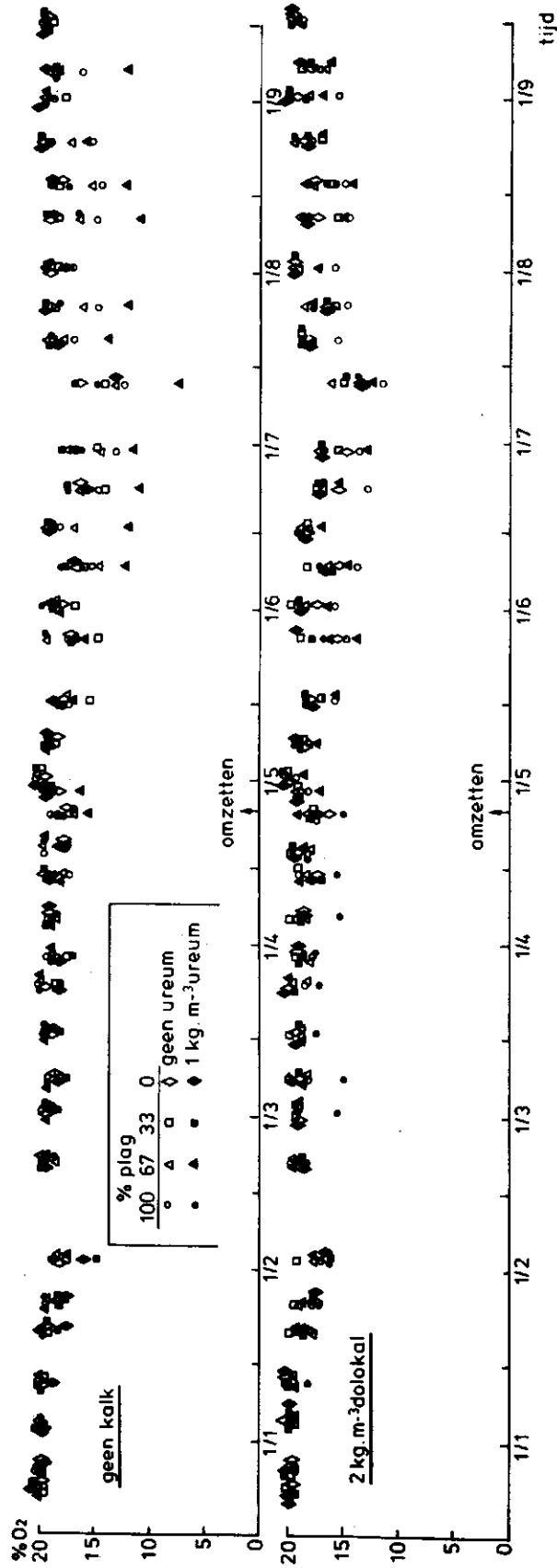
Het is duidelijk dat op grond van deze waarnemingen moeilijk aanbevelingen gedaan kunnen worden met betrekking tot het scheppen van optimale condities voor het composteren. Wel kan gezegd worden dat het toevoegen van kalk of ureum aan heidematerialen niet nodig is, ook op grond van de resultaten van de eerder beschreven proeven.

4.1. Analyses

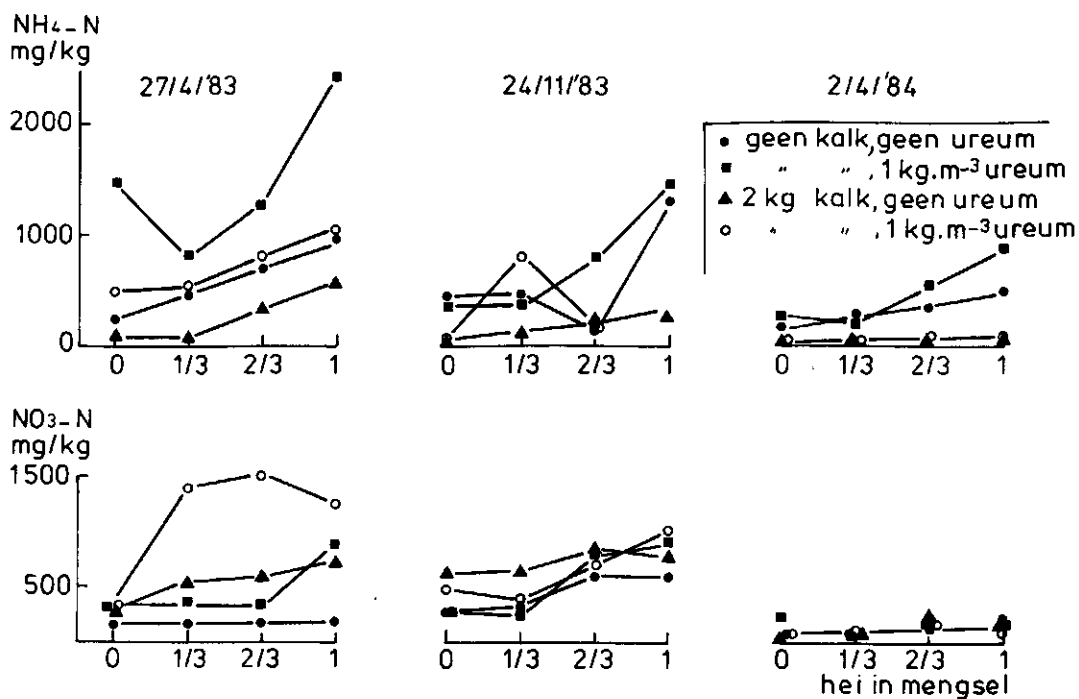
Figuur 15 toont de gehalten aan ammonium- en nitraatstikstof voor de afzonderlijke behandelingen op drie tijdstippen. De stikstofgehalten waren hoger naarmate meer hei aanwezig was in het mengsel. Kalk verlaagde, ureum verhoogde het ammoniumgehalte, vooral bij de eerste bemonstering op 27 april 1983. Het nitraatgehalte werd door kalk en door ureum verhoogd. Bij de laatste bemonstering op 2 april 1984 was het nitraatgehalte bij alle objecten omstreeks 100 mg.kg^{-1} . Ook in dit geval is in de winterperiode een groot deel van het nitraat verdwenen, vermoedelijk als gevolg van uitspoeling.



Figuur 13. Mengsels van hei en plaggens. Temperatuur in het hart van de bak.
 Figure 13. Mixtures of heather cuttings and sod. Temperature in the centre of the compost bin.



Figuur 14. Mengsels van hei en plaggen. Zuurstofgehalte van de lucht in het hart van de bak.
 Figure 14. Mixtures of heather cuttings and sod. Oxygen content of the air in the centre of the compost bin.



R v '83

Figuur 15. Invloed van mengverhouding en van toevoeging van kalk en ureum op de stikstofgehalten van mengsels van hei en plaggen na 4, 11 en 16 maanden composteren.

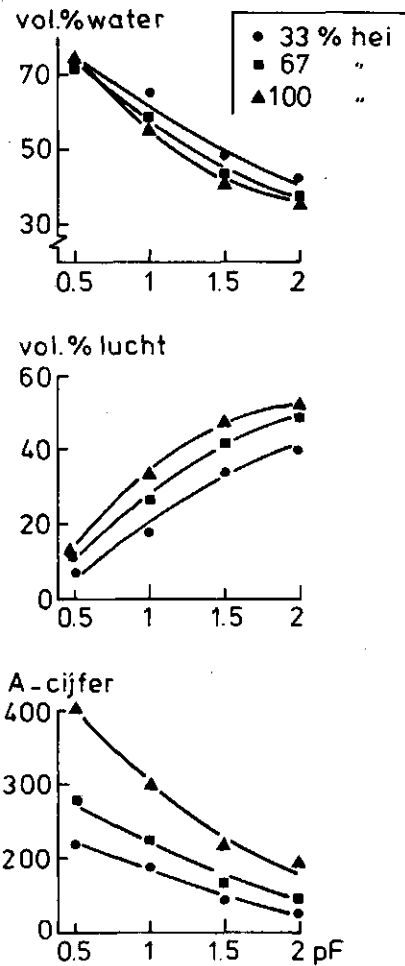
Figure 15. Effect of mixing ratio and of addition of lime and urea on the nitrogen contents of cuttings/sod mixtures after 4, 11, and 16 months of composting.

Van drie mengsels, zonder toevoeging van kalk of stikstof, zijn in op 16 januari 1984 genomen monsters enkele fysische eigenschappen bepaald door het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas te Naaldwijk. De uitkomsten zijn vermeld in tabel 3. Zoals te verwachten, ging verhoging van het percentage gemaaide hei in het mengsel gepaard met een hoger organische-stofgehalte, een lager (nat) volumegewicht en een hoger poriënvolume.

De vocht- en luchtgehalten en het A-cijfer bij verschillende pF-waarden zijn afgebeeld in figuur 16.

Uit tabel 3 en figuur 16 valt op te maken dat de composten bruikbaar zijn als (bestanddeel van) substraten, waarbij een vochtspanning van omstreeks $pF = 1$ is aan te houden.

Gezien het verloop van de temperatuur, het zuurstofgehalte en de gehalten aan minerale stikstof (figuren 13, 14 en 15), is het toevoegen



Figuur 16. Fysisch potgrondonderzoek in composten van mengsels van hei en plaggen na 13 maanden composteren, zonder toevoegingen.
Figure 16. Physical analysis of composted mixtures of heather cuttings and sod after 13 months of composting, without additions.

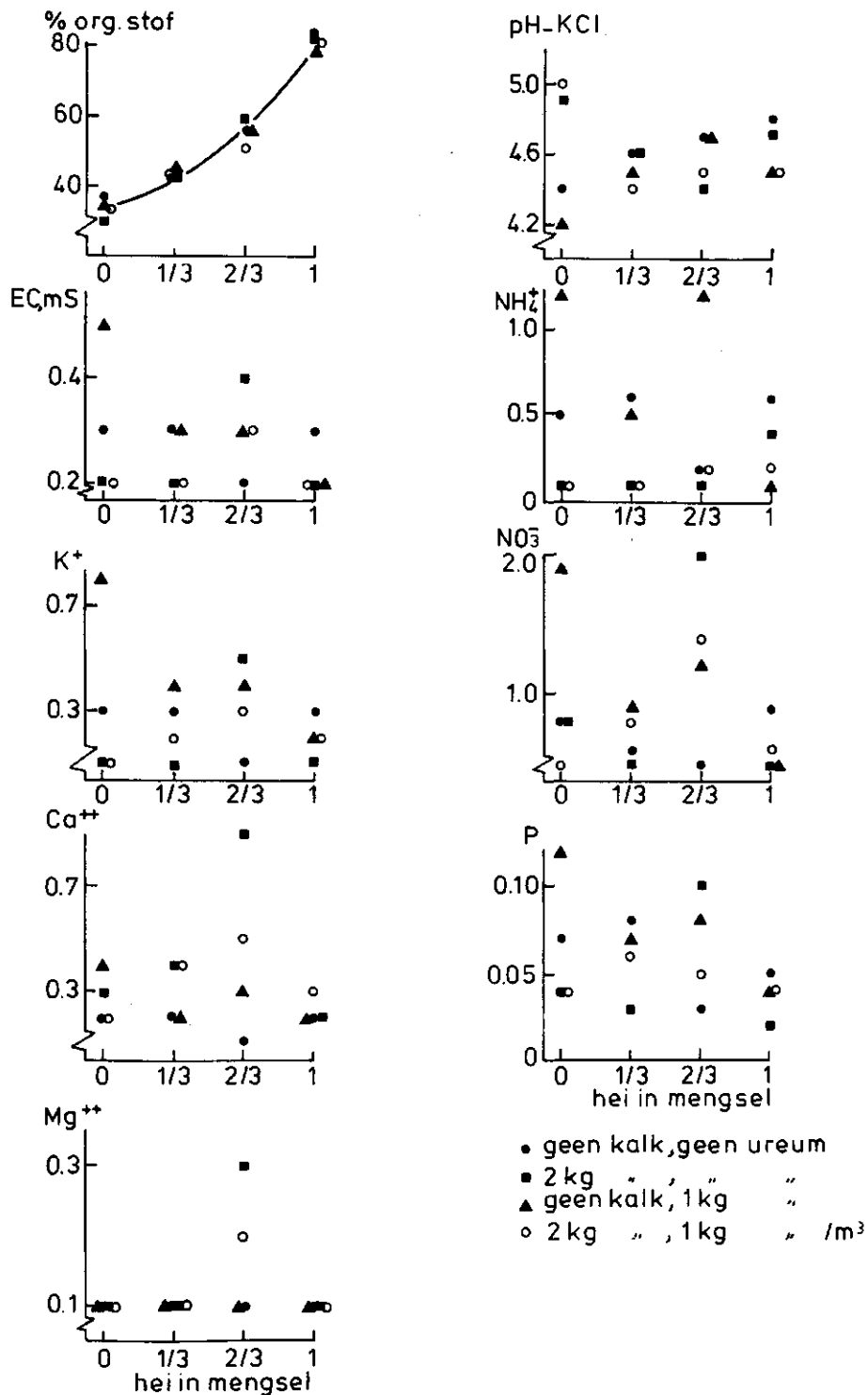
van kalk of stikstof voor het composteren niet nodig. Toevoegingen kunnen bovendien leiden tot verschillen in chemische samenstelling van de compost, die afhankelijk zijn van de duur van het composteren.

Analyseresultaten van monsters genomen op 2 april 1984, onderzocht door het Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, zijn afgebeeld in figuur 17. Toevoegen van kalk of stikstof had geen duidelijke invloed op de chemische samenstelling van de compost. Verhoging van het aandeel aan gemaaide heide gaf een hoger organische-stofgehalte, aangezien geplagde grashei 30% en gemaaide hei 80% organische stof bevatte.

TABEL 3. Mengsels van hei en plaggen. Fysisch potgrondonderzoek₂ in vochtige compost, samengedrukt met een druk van 1N.cm^{-2} (10 kPa).

TABLE 3. Mixtures of heather cuttings and grass-invaded heather sod. Some physical characteristics of moist compost after compression at 10 kPa.

Mengverhouding, vol %		Vocht, gew. %	Org.stof, % van ds	Vol.gew., g/l	Por.vol., vol. %	Krimp
hei	grashei					
33	67	42	47	342	83	15
67	33	52	61	262	86	14
100	0	60	85	185	89	17



Figuur 17. Chemisch potgrondonderzoek bij mengsels van hei en plaggen na 16 maanden composteren bij wel en niet toevoegen van kalk en ureum (methode Naaldwijk, 1:1½ waterextract, mmol/l).

Figuur 17. Chemical analysis of composed mixtures of heather cuttings and sod after 16 months of composting, with and without addition of lime and urea (Naaldwijk method, water extraction, 1:1½ soil-to-water ratio, mmol/l).

5. BESPREKING

Materialen die vrijkomen bij het beheer van (gras)heidevelden tonen enige verscheidenheid als gevolg van verschillen in vegetatie en bodemtype en van winningstechnieken. De eisen die aan het werk worden gesteld en de ontwikkeling van de machines voor het maaien en afplaggen lijken tot rust te komen, zodat voor de toekomst meer uniformiteit in de kwaliteit van de materialen te verwachten is. Dit betekent echter wel dat de resultaten van het beschreven onderzoek niet volledig gelden voor de actuele en toekomstige situatie. Wel zijn waardevolle gegevens verzameld over het verloop van de compostering en de invloed die enkele factoren daarop uitoefenen.

Het inzicht in de fysische en biologische achtergronden van het composteringsproces is nog te beperkt om voor een gegeven materiaal nauwkeurig te kunnen aangeven onder welke omstandigheden de compostering optimaal zal verlopen. Door met verstand te werk te gaan en zo nodig corrigerend op te treden zijn echter goede resultaten te bereiken.

Uit het onderzoek is gebleken dat het toevoegen van kalk of stikstof tot ongewenste effecten aanleiding kan geven, met name stikstofverliezen.

Op grond van lage zuurstofgehalten na het omzetten, bij temperaturen tussen 30 en 40 °C, werd geconcludeerd dat ook bij relatief lage temperaturen een sterke microbiële activiteit kan optreden. Dit verschijnsel verdient nader onderzoek.

Het omzetten is vooral van belang voor het mengen van het materiaal en niet als aëratie, aangezien de zuurstofconcentratie na het omzetten sterk daalt, wanneer nog goed afbreekbaar materiaal aanwezig is. Wanneer de goed aantastbare bestanddelen reeds zijn afgebroken, zal het zuurstofverbruik over het algemeen laag blijven.

Uit het voorgaande valt op te maken dat het verloop van de zuurstofconcentratie belangrijke aanwijzingen geeft over de voortgang van de compostering. Directe meting van de zuurstofconcentratie met een selectieve elektrode is mogelijk, wanneer de in het apparaat gevoerde lucht eerst op de vereiste temperatuur en druk wordt gebracht. De zuurstofconcentratie zou gebruikt kunnen worden voor de regeling van geforceerde beluchting. Het lijkt daarbij aan te bevelen vooralsnog uit te gaan van

ten minste 10% zuurstof in de lucht tijdens het composteren.

Gecomposteerde heidematerialen zijn vrij zuur (pH-KCl 4 tot 5) en arm aan voedingsstoffen. Zij bieden daardoor mogelijkheden voor de teelt van diverse gewassen. De gewenste mineralen kunnen naar behoefte worden toegevoegd.

De fysische kwaliteit laat, voor gebruik in potgronden, in een aantal gevallen te wensen over, vooral wanneer weinig echte heide in het materiaal aanwezig is. De fysische eigenschappen kunnen door mengen met bv. veenprodukten worden verbeterd.

6. SAMENVATTING

Voor materialen die vrijkomen bij het maaien en afplaggen van (vergraste) heidevelden worden afzetmogelijkheden gezocht in de tuinbouw. In het algemeen is daarvoor voorafgaande compostering noodzakelijk.

Er werd een overzicht gegeven van waarnemingen en experimenten op het gebied van compostering van heidematerialen en van enkele kenmerken van de composten.

Het toevoegen van kalk of stikstof voor het composteren moet worden ontraden op grond van de volgende overwegingen:

- het is niet noodzakelijk voor de compostering,
- het voert tot verscheidenheid in (chemische) kwaliteit van de composten, en
- het vergroot stikstofverliezen door ammoniumvervluchtiging en nitraatuitspoeling.

Doordat in heidematerialen relatief weinig gemakkelijk aantastbare organische stof aanwezig is, verloopt het composteringsproces traag en bestaat weinig risico voor anaërobie, mits overtollig water op verantwoorde wijze wordt afgevoerd.

Bij een van de proeven kwamen ook bij temperaturen tussen 30 en 40 °C lage zuurstofgehalten in de lucht in het composterende materiaal voor. Dit trad kort na het omzetten op en werd aan sterke activiteit van mesofiele micro-organismen toegeschreven. Nader onderzoek naar dit verschijnsel is gewenst. Het duidt aan dat bij sturing van het composteringsproces, bv. met geforceerde beluchting, niet alleen de temperatuur, maar ook de zuurstofbalans in aanmerking is te nemen.

Bij analyse van composten volgens de methode Walkley and Black worden in het extract de gehalten aan C, N-totaal, en met NaOH uitgedreven NH_3 bepaald. Uit N-totaal minus NH_3 -N wordt N-org. en daarmee C/N-org. berekend, C/N-org. is een maat voor actief C/N, een grootheid met een duidelijk andere betekenis dan C-tot./N-tot.in compost. Bij gecomposteerde gemaaide hei daalde C/N-org. naar een minimumwaarde tussen 20 en 30.

Composten van heideprodukten zijn arm aan voedingsstoffen, hebben een laag geleidingsvermogen en een vrij lage pH (pH-KCl 4 tot 5). Zij zijn te gebruiken als aanvulgrond in de boomkwekerij of als bestanddeel van potgronden, waarbij naar behoefte meststoffen kunnen worden toegediend.

7. SUMMARY

Mowing and sod cutting of heathlands, whether or not invaded by grasses, yields products that can be used for horticultural purposes. Generally the materials have to be composted.

A review is given of observations and experiments on the composting of these materials and of some characteristics of the composts.

Adding lime or nitrogen before starting the composting process is advised against because:

- it is not essential to the composting process,
- it leads to diversity in (chemical) compost quality, and
- it increases losses of nitrogen due to volatilization of ammonia and leaching of nitrate.

As heather materials contain relatively little easily decomposable organic matter, the composting process proceeds slowly. Little risk of anaerobic conditions exists, provided that surplus of water is drained off adequately.

One of the experiments showed relatively low oxygen contents of the air in the compost at temperatures between 30 en 40 °C. This occurred after turning the compost and was thought to be caused by strong activity of mesophilic microorganisms. Further examination of this phenomenon is desirable. It indicates that in the control of the composting process for instance by forced aeration, not only temperature, but also the oxygen balance sheet has to be considered.

When the composts are analysed according to the (modified) method of Walkley and Black, C, N-total, and NH_3 expelled by NaOH are determined in the extract. N-organic and C/N-org. can be calculated from the difference between N-total and NH_3 -N. C/N-org. is a measure of active C/N, which distinctly differs from C-total/N-total in composts. C/N-org. of composted mown heather decreased to a minimum value of between 20 and 30.

Composted grass/heather materials have low contents of nutrients, a low electrical conductivity and a rather low pH (pH-KCl 4 to 5). They can be used in arboriculture or in potting mixtures; nutrients can be added as needed.

8. LITERATUUR

- Bidlingmaier, W., 1983. Das Wesen der Kompostierung von Siedlungsabfällen. In: Kumpf, E.W., Maas, K. und Straub, H. (eds.), Müll und Abfallbeseitigung, Lieferung 6/83., 5305: 1-23.
- Diemont, W.H., Blanckenborg, F.G. en Kampf, H., 1982. Blij op de hei? Werkgroep Verwerking en Afzet van Heideplaggen, Arnhem, 135 pp.
- Finstein, M.S., Miller, F.C., Strom, P.F., MacGregor, S.T. and Psarianos, K.M., 1983. Composting ecosystem management for waste treatment. Bio/Technology, 1.4: 347-353.