

CENTRUM VOOR AGROBIOLOGISCH ONDERZOEK

Verslagen  
nr. 3, 1976

Invloed van rioolzuiveringsslib op de gehalten  
aan Cd, Pb, Zn en Cu in grond en gewas

door

O.J. Hemkes en A. Kemp

325030

<u>Inhoud</u>	<u>Blz.</u>
Inleiding	5
Proefopzet	7
Resultaten en bespreking	8
Samenvatting	21
Literatuur	23

## Inleiding

In toenemende mate wordt in Nederland overgegaan tot het zuiveren van rioolwater. Het na deze zuivering achtergebleven zuiveringsslib wordt óf als een dik vloeibare substantie (ca. 5% ds) óf in een drogere vorm als zgn. steekvast slib (25-30% ds) afgevoerd. De in 1970 in ons land afgevoerde hoeveelheid steekvast slib wordt geschat op 325.000 m<sup>3</sup>. Voor vloeibaar slib bedroeg de geschatte afvoer in datzelfde jaar 475.000 m<sup>3</sup>.

Slechts ongeveer 3% van de afgevoerde hoeveelheid steekvast slib werd in 1970 direct in de landbouw afgezet als organische meststof. Voor vloeibaar slib was de belangstelling groter. Van de totale hoeveelheid vloeibaar slib werd nl. ongeveer 30% voor de bemesting in de landbouw aangewend. Hoewel geen exacte cijfers bekend zijn omtrent de totale hoeveelheden slib die in de bouwland- en graslandsector afzonderlijk worden afgenomen, bestaat de indruk dat de belangstelling voor het gebruik van vloeibaar slib op grasland toeneemt.

Globaal werd in 1970 ongeveer de helft van alle geproduceerde zuiveringsslib in compost verwerkt. Het wordt als zodanig o.a. toegepast in plantsoenen, op gazons, op sportvelden en voor een klein gedeelte in de tuinbouw (Verhagen, 1972). Wat de bemestingswaarde betreft kan zuiveringsslib t.a.v. de gehalten aan organische stof en stikstof worden vergeleken met stalmest. Het P-gehalte ligt echter hoger en het K-gehalte belangrijk lager dan in stalmest het geval is (Scheltinga, 1968).

Zuiveringsslib bevat in meerdere of mindere mate zware metalen. Bepalend hiervoor is de herkomst van het te zuiveren rioolwater. Is het slib afkomstig van installaties waar ook industrieel afvalwater wordt gezuiverd, dan kan het gehalte aan zware metalen zeer hoog zijn. Dit is uiteraard afhankelijk van de aard van de industrie en van de mate waarin de betreffende industrie zelf de terugwinning van deze metalen ter hand heeft genomen.

Dat de verschillen in gehalten aan zware metalen in zuiveringsslib groot kunnen zijn blijkt uit tabel 1, waarin van 15 slibmonsters - afkomstig van evenzoveel zuiveringsinstallaties - die in 1971 werden genomen, de laagste en de hoogste gevonden gehalten zijn vermeld in mg/kg droge stof (De Haan, 1972).

Tabel 1. Laagste en hoogste gevonden gehalten aan een aantal zware metalen in zuiveringsslib van 15 verschillende rioolwaterzuiveringsinstallaties in mg/kg droge stof (De Haan, 1972).

	Cd	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr
Laagste gehalte	0	300	700	100	0	0
Hoogste gehalte	300	1050	5400	4350	900	2600

Cadmium behoort tot de primair systeem-vreemde factoren (Zielhuis, 1971), d.w.z. dat het in het levende organisme niet alleen geen functie vervult, maar dat de aanwezigheid ervan in dit organisme zoveel mogelijk voorkomen moet worden. Hetzelfde kan van lood gezegd worden. Hoewel zink en koper wel tot de noodzakelijke spore-elementen behoren, leidt een te grote opname aan deze mineralen - evenals bij cadmium en lood - tot vergiftigingsverschijnselen bij het dier.

Uit dierproeven is bekend dat opgenomen cadmium en lood vooral in nieren, lever en milt worden opgeslagen (Miller e.a., 1969; Miller, 1971; Dinius, 1973). Bij hoge concentraties heeft dit weefselbeschadiging tot gevolg, die zo ernstig kan zijn, dat de dieren er aan dood gaan (Powell e.a., 1964). Voor zover bekend, is bij deze proeven uitsluitend gewerkt met aan de rantsoenen toegevoegde Cd- en Pb-zouten. Dit biedt de mogelijkheid elke gewenste concentratie van genoemde mineralen in de rantsoenen te realiseren. De vraag rijst echter niet alleen of de toegepaste concentraties ook werkelijk in de rantsoenen kunnen voorkomen, maar ook of "van nature" in het rantsoen aanwezig cadmium en lood in het dier dezelfde werking hebben als de aan het rantsoen toegevoegde Cd- en Pb-zouten.

Op grond van de gegevens uit tabel 1 is het duidelijk dat bij de toepassing van zuiveringsslib als organische meststof het gehalte aan zware metalen in de grond aanzienlijk kan worden verhoogd. In verband hiermee is het belangrijk hoe het is gesteld met de relatie grond-gewas, m.a.w. wordt het gehalte aan zware metalen in het gewas beïnvloed door het gehalte aan zware metalen in de grond. Voor een aantal gewassen is hierover reeds onderzoek verricht (Lagerwerff, 1971). In enkele ge-

vallen is het gehalte aan zware metalen in de grond hierbij kunstmatig verhoogd door toevoeging van zouten van deze metalen.

Met gras is in potproeven met voedingsoplossing en met grond zowel de loodopname door het gewas (Jones e.a., 1973) als de cadmiumopname (Dijkshoorn e.a., 1974, 1975) nagegaan. Voor beide metalen geldt dat de opname uit de grond geringer is dan uit de voedingsoplossing.

Op grasland echter is tot nu toe weinig of geen onderzoek verricht over de gevolgen van bemestingen met zware metalen bevattend zuiverings-slib voor de gehalten aan deze metalen in het gras. In verband met grondopname door het vee verdient de eerder genoemde mogelijke verhoging van het gehalte aan zware metalen in de grond ten gevolge van bemesting met zuiverings-slib eveneens de aandacht. In deze publikatie wordt op deze twee aspecten nader ingegaan.

### Proefopzet

Op de proefboerderij "Droevendaal" te Wageningen is in 1973 op blijvend grasland op zandgrond (ca. 5% organische stof en pH-KCl 5,9 in de laag 0-5 cm) in drievoud een proef aangelegd, waarbij gedurende een aantal jaren het effect van een jaarlijkse bemesting met steekvast zuiverings-slib op de gehalten aan cadmium, lood, zink en koper in grond en gewas zal worden nagegaan.

Het slib is afkomstig van zuiveringsinstallaties waar o.a. afvalwater van zware metalen verwerkende industrieën wordt gezuiverd. Voor het slib, dat jaarlijks in februari-maart wordt gegeven, zijn de objecten 0, 20, 40 en 60 ton per ha in de proefopzet opgenomen.

Ter bestudering van het effect van een stikstofbemesting op de opname van bovengenoemde metalen door het gras is elk slibobject gecombineerd met 0, 30, 60 en 90 kg kunstmeststikstof per ha per snede, welke als kalkammonsalpeter wordt gegeven.

Jaarlijks worden vóór de slibbemesting grondmonsters genomen van de lagen 0-5 cm en 5-15 cm om het verloop van het gehalte aan de genoemde zware metalen in de grond te kunnen vaststellen. Indien het wenselijk mocht blijken zullen ook diepere lagen worden bemonsterd.

In verband met de te verwachten soms langzaam optredende veranderingen in grond en gewas wordt volstaan met om het andere jaar van het gras de opbrengst te bepalen en monsters te nemen voor analyse. Om een eventuele relatie tussen het groeistadium en het gehalte aan de metalen in het gras vast te kunnen stellen zijn in de proefopzet bovendien de objecten "weidegras", "kuilgras" en "hooigras" opgenomen.

Van de twee laatste objecten worden alleen van de eerste snede de opbrengst bepaald en monsters genomen. Van het object "weidegras" worden verder gedurende het gehele groeiseizoen telkens in het weidestadium grasmonsters genomen en de opbrengsten bepaald. Na het groeiseizoen wordt gedurende de herfst en winter het gras nog een aantal keren bemonsterd. Hierdoor kan inzicht worden verkregen in een eventuele seizoeninvloed op het zware-metalengehalte van het gras.

Uit alle grasmonsters worden klavers en kruiden verwijderd zodat de chemische bepalingen alleen in het gras worden uitgevoerd.

## Resultaten en bespreking

### Accumulatie van zware metalen in de grond

De Cd-, Pb-, Zn- en Cu-gehalten in het zuiverings-slib waarmee de eerste keer werd bemest, bedroegen resp. 370, 450, 4941 en 1446 mg/kg droge stof. In het slib, dat in het tweede jaar voor de bemesting werd gebruikt, bedroegen deze gehalten resp. 215, 334, 3149 en 772 mg/kg droge stof. Wanneer we deze gehalten vergelijken met de waarden die in tabel 1 zijn vermeld, zien we dat ze - met uitzondering van het Pb-gehalte - aan de hoge kant zijn geweest.

De hoeveelheden cadmium, lood, zink en koper die per ton slib per ha werden aangevoerd, bedroegen in 1973 resp. 111, 135, 1482 en 434 g en in 1974 resp. 64, 100, 945 en 232 g.

In figuur 1a en 1b worden de Cd-, Pb-, Zn- en Cu-gehalten in de grond in de lagen 0-5 cm en 5-15 cm vlak voor de eerste slibgift in 1973 weergegeven en vervolgens 1 en 2 jaar later, iedere keer vlak voor de volgende slibbemesting wordt gegeven.

Opvallend is de sterke stijging van de Cd- en Zn-gehalten in de laag 0-5 cm. Na één bemesting met 20 ton slib per ha is

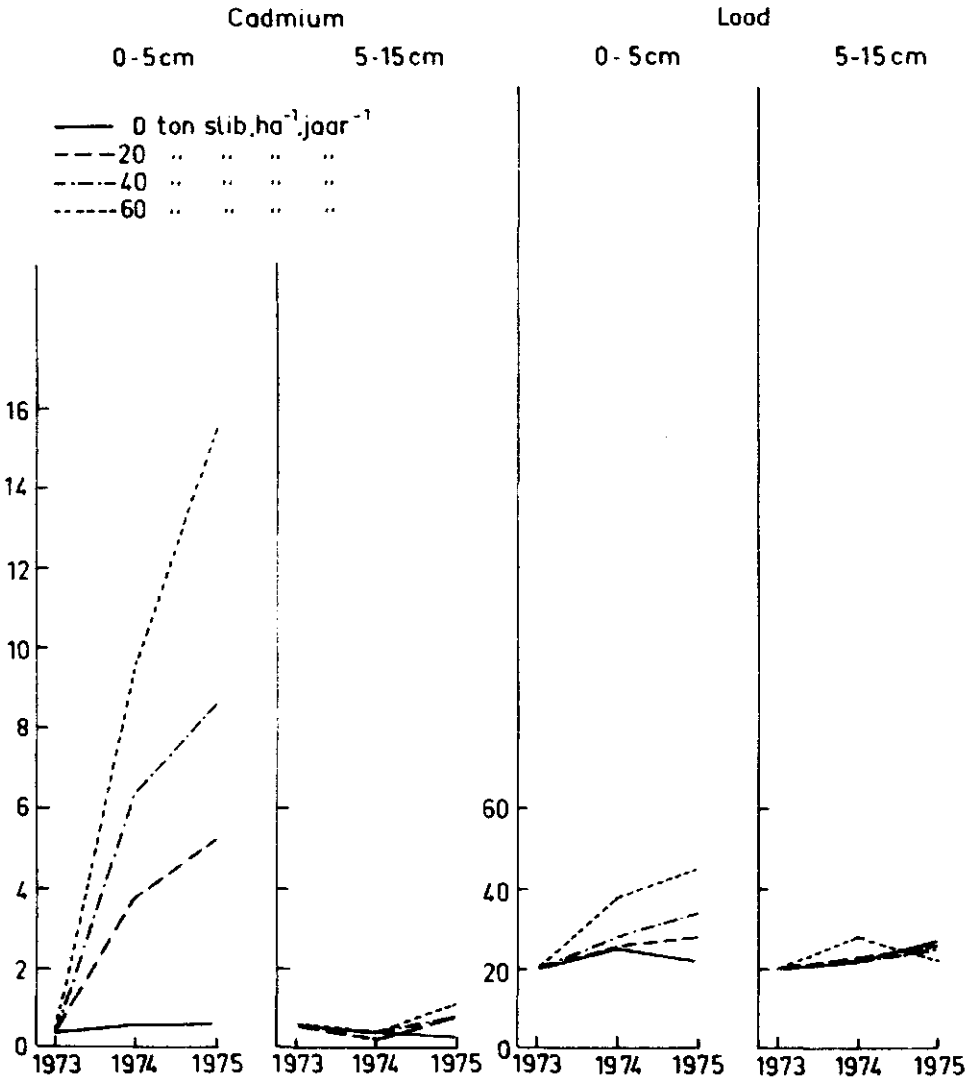
het Cd-gehalte in deze laag van 0,5 mg/kg gestegen naar bijna 4 mg/kg grond en na twee bemestingen zelfs naar ruim 5 mg/kg. Dat betekent dat het gehalte na één en na twee bemestingen resp. bijna acht- en ruim tienmaal zo hoog is geworden als de uitgangstoestand. Door een eenmalige bemesting met 60 ton slib per ha werd het Cd-gehalte verhoogd tot 9,5 mg/kg en na twee bemestingen tot bijna 15,5 mg/kg grond.

Het Pb-gehalte van de grond is in de laag 0-5 cm slechts weinig verhoogd ten gevolge van de bemestingen met rioolslib. Na een bemesting met 60 ton slib per ha in twee opeenvolgende jaren is het gehalte - dat oorspronkelijk 20 mg/kg bedroeg - slechts verhoogd tot 45 mg/kg. Dit is te verklaren uit de geringe loodaanvoer via het slib ten opzichte van het oorspronkelijk Pb-gehalte in de grond.

Een eenmalige bemesting met 20 ton slib per ha veroorzaakte een verhoging van het Zn-gehalte van 17 mg/kg naar 70 mg/kg. Een eenmalige gift van 60 ton slib per ha deed het Zn-gehalte stijgen naar 170 mg/kg, een gehalte dat dus tienmaal zo hoog is als de uitgangstoestand. Een bemesting met 60 ton slib in het volgende jaar had een Zn-gehalte van iets meer dan 240 mg/kg grond tot gevolg.

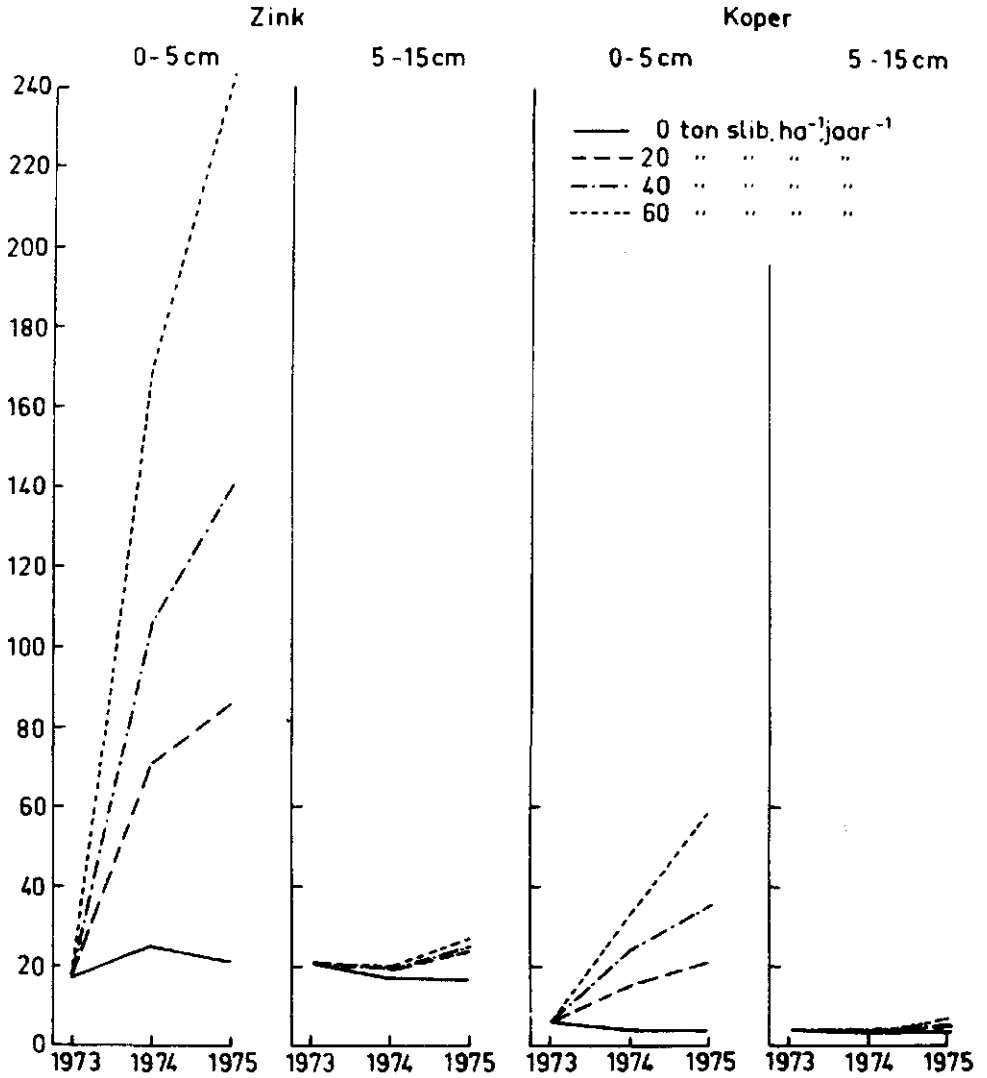
Het Cu-totaal-gehalte in de laag van 0-5 cm is ten gevolge van een bemesting met 20 ton slib per ha in 1973 van 5,7 naar 14,9 mg/kg grond opgelopen. Eenzelfde bemesting in het jaar daarop geeft een Cu-totaal-gehalte van 20,6 mg/kg. Dit is ruim 3,5 maal zoveel als het oorspronkelijke gehalte. Zestig ton slib per ha resulteert in 1974 in een Cu-totaal-gehalte in de laag 0-5 cm van 33,3 mg/kg grond. Eenzelfde gift in het volgende jaar heeft een gehalte van 59 mg/kg tot gevolg gehad, hetgeen een verhoging van ruim tienmaal het oorspronkelijke gehalte betekent.

In deze proef komt een Cu-totaal-gehalte van 23,5 mg/kg grond overeen met een Cu-HNO<sub>3</sub>-gehalte van 17,1 mg/kg. In verband met eventuele grondopname door weidende schapen is het niet wenselijk dat - om kopervergiftiging bij deze dieren te voorkomen - het Cu-HNO<sub>3</sub>-gehalte in de bovenste 5 cm van de grond hoger is dan ongeveer 15 mg/kg (Hartmans, 1974). Dit betekent dat deze grens reeds na een eenmalige bemesting met 40 ton slib per ha werd bereikt (fig. 1b). Hierbij komt nog dat



**Figuur 1a.** Het verloop van de Cd- en Pb-gehalten in mg/kg droge grond in de lagen 0-5 cm en 5-15 cm bij bemesting met 0, 20, 40 en 60 ton rioolzuiverings-slib, ha<sup>-1</sup> . jaar<sup>-1</sup>.





Figuur 1b. Het verloop van de Zn- en Cu-gehalten in mg/kg droge grond in de lagen 0-5 cm en 5-15 cm bij bemesting met 0, 20, 40 en 60 ton rioolzuiverings-slib.ha<sup>-1</sup>.jaar<sup>-1</sup>.

de Cu-concentratie in de bovenste 2,5 cm - wat voor de grondopname door de dieren juist het belangrijkste is - nog aanzienlijk hoger zal zijn dan in de laag 0-5 cm (Commissie voor Diergezondheid, 1975).

Om uitspoeling van de in dit onderzoek betrokken zware metalen uit de laag 0-5 cm naar de ondergrond na te gaan, werden eveneens van de laag 5-15 cm monsters genomen. Voor cadmium en koper is een verplaatsing naar de ondergrond na twee proefjaren nog niet of nauwelijks aantoonbaar. Voor lood en zink lijkt de tendens aanwezig dat enige verplaatsing naar de laag van 5-15 cm is opgetreden.

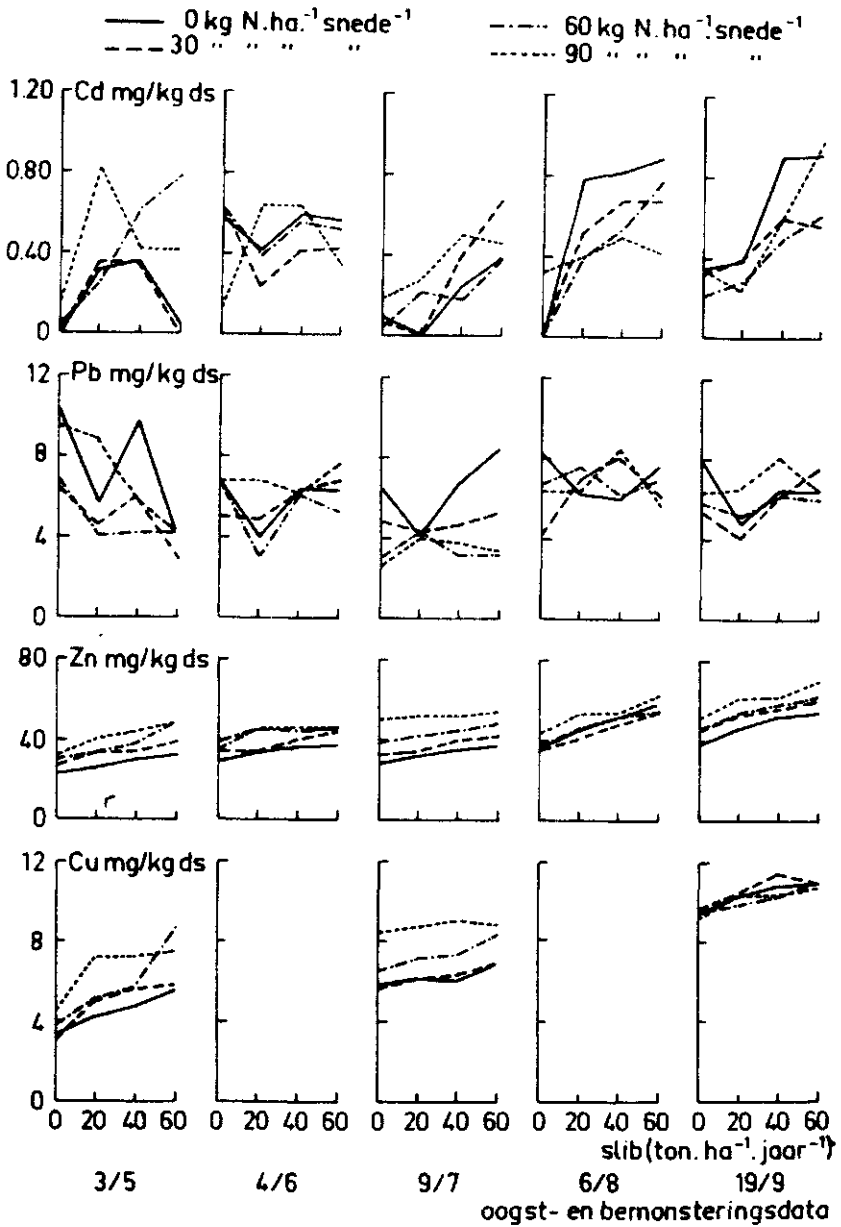
#### Opname van zware metalen door het gras

Van het object "weidegras" werden in 1973 gedurende het gehele groeiseizoen vijf sneden geoogst en bemonsterd. In figuur 2 zijn voor elke snede afzonderlijk de Cd-, Pb- en Zn-gehalten in de droge stof van het gras per kunstmeststikstofgift uitgezet tegen de slibgiften. Voor koper werd dit alleen gedaan in de eerste, derde en vijfde snede.

Zowel in de eerste als in de tweede snede is het effect van de toegediende hoeveelheid slib op het Cd-gehalte in het gras onduidelijk. Waarschijnlijk is zo kort na de eerste slibbemesting het cadmium uit het slib nog niet in voldoende mate in de wortelzone doorgedrongen.

In de derde, vierde en vijfde snede is het Cd-gehalte in de droge stof van het gras echter duidelijk hoger naarmate de slibgift - en dus het cadmiumaanbod aan de grond - hoger is. De gehalten blijven echter in alle gevallen ruim beneden 1 mg/kg droge stof.

In de vierde en vijfde snede lijkt het Cd-gehalte in het gras negatief te worden beïnvloed door de kunstmeststikstofbemesting. Wanneer geen kunstmeststikstof werd gegeven, lagen de Cd-gehalten in het gras hoger dan indien wel met kunstmeststikstof werd bemest. Het is mogelijk dat dit wordt veroorzaakt door de aanzienlijk hogere grasproduktie op de objecten met stikstofbemesting waardoor een zekere verdunning in het Cd-gehalte is opgetreden. De gehalten liggen echter overwegend op een zodanig laag niveau, dat het slechts verantwoord is er een globale beschouwing over te geven. Over enkele jaren, wanneer



**Figuur 2.** Cd-, Pb-, Zn- en Cu-gehalten in weidegras bij verschillende hoeveelheden rioolzuiveringsslib en kunstmeststikstof.

meer cadmium ter beschikking van het gewas is gekomen, zal het beeld wellicht duidelijker worden.

Het blijkt dat de bemesting met zuiverings-slib nog niet van invloed is geweest op de Pb-gehalten in het gras. De Pb-gehalten liggen gedurende het gehele groeiseizoen tussen 3 en 8 à 9 mg/kg droge stof. Waarschijnlijk moet dit verklaard worden uit het geringe effect van de slibbemesting op de Pb-gehalten in de grond (fig. 1a), waardoor het loodaanbod voor het gewas slechts in geringe mate werd verhoogd.

Het Zn-gehalte in het gras reageert veel duidelijker op een bemesting met zuiverings-slib dan de Cd- en Pb-gehalten. Reeds bij de eerste bemonstering in mei valt een duidelijk positief verband waar te nemen tussen de verschillende hoeveelheden toegediend slib en het Zn-gehalte in het gras. Het sterkst komt dit echter tot uiting bij de bemonsteringen in augustus en september waarbij de Zn-gehalten in het gras ten gevolge van een bemesting met 60 ton slib oplopen van resp. 37,8 en 44,9 mg/kg droge stof zonder slibbemesting naar resp. gemiddeld 56,8 en 61,1 mg/kg droge stof.

Hoewel de verschillen over het algemeen niet groot zijn, lijkt het er wel op dat de Zn-gehalten in het gras hoger zijn naarmate meer kunststikstof werd gegeven. Het in dit opzicht afwijkende gedrag van de Zn-gehalten in het gras bij de bemonstering in augustus bij 0 kg kunstmeststikstof is niet te verklaren.

Het is niet duidelijk of de hogere Zn-gehalten in het gras in augustus en september het gevolg zijn van het meer beschikbaar komen van het zink in de grond voor de plant, doordat het meer in de wortelzone is doorgedrongen, of dat hier gesproken moet worden van een seizoeninvloed. Hierop wordt nader teruggekomen.

De Cu-gehalten in het gras nemen toe bij oplopende slibgiften. Het sterkst kwam dit tot uiting in mei, waar een Cu-gehalte van 3,7 mg/kg verhoogd werd tot 6,8 mg/kg droge stof door 60 ton slib per ha. Opgemerkt moet wel worden dat deze gehalten bijzonder laag zijn. Enigszins normale Cu-gehalten komen pas voor in september. Het effect van een slibbemesting is dan echter niet groot meer. Ook kunstmeststikstof heeft dan weinig invloed op de Cu-gehalten in het gras, terwijl dit bij de lagere gehalten in mei en juli nog wel het geval lijkt te zijn.

### Effect van het groeistadium op de Cd-, Pb- en Zn-gehalten in het gras

Om de invloed van het groeistadium op de opname van cadmium, lood en zink door het gras na te kunnen gaan, werd de eerste snede weidegras vergeleken met de stadia "kuilgras" en "hooigras". De bemonsteringsdata waren resp. 3 mei, 14 mei en 4 juni.

Uit de gegevens (fig. 3) blijkt, dat - althans in dit eerste proefjaar - geen verband aangetoond kan worden tussen de ouderdom van het gras en het Cd-gehalte. Wel is het zo, dat in alle groeistadia een slibgift hogere Cd-gehalten tot gevolg heeft, maar een onderscheid tussen 20, 40 en 60 ton slib per ha is niet aanwezig.

De Cd-gehalten liggen overwegend tussen 0,10 en 0,60 mg/kg droge stof indien met slib is bemest. Zonder een slibbemesting komen ze niet hoger dan globaal 0,20 mg/kg droge stof. Evenals voor de eerste snede weidegras werd verondersteld, zal ook op de objecten "kuilgras" en "hooigras" het cadmium uit het slib ten tijde van de bemonstering nog niet voldoende in de wortelzone zijn doorgedrongen.

Ook het effect van een kunstmeststikstofbemesting op de Cd-gehalten in zowel kuilgras als hooigras is niet duidelijk.

Evenmin kan voor lood in dit stadium van de proef een verband worden aangetoond tussen het groeistadium van het gras en het gehalte.

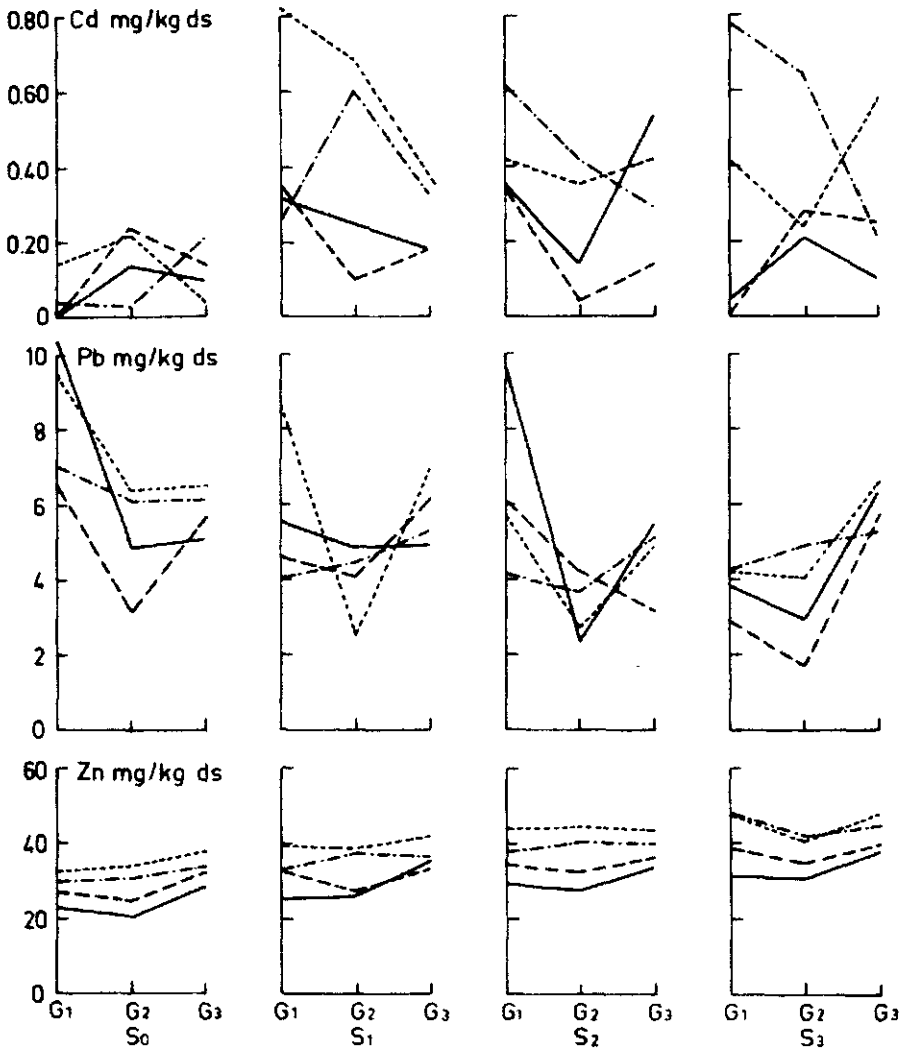
Bij alle slibtrappen liggen de Pb-gehalten in hooigras gemiddeld hoger dan in kuilgras, terwijl in kuilgras de gehalten lager liggen dan in weidegras. Een slibgift van 60 ton per ha heeft in hooigras een gemiddeld gehalte van 6 mg/kg droge stof tot gevolg en in kuilgras en weidegras gemiddeld resp. 3,4 en 3,8 mg/kg droge stof. Deze gehalten in kuilgras en weidegras zijn zelfs lager dan zonder slibbemesting. Overigens geldt ook voor lood wat reeds eerder voor cadmium is gezegd, nl. dat de gehalten zo laag liggen dat slechts een globale beschouwing toegestaan is. Door de lage gehalten blijven waarschijnlijk ook de effecten van de verschillende hoeveelheden kunstmeststikstof op de Pb-gehalten in kuil- en hooigras achterwege.

Wat zink betreft liggen bij alle slibhoeveelheden de gehalten in hooigras gemiddeld over de kunstmeststikstofgiften

G<sub>1</sub> = weidegras  
G<sub>2</sub> = kuilgras  
G<sub>3</sub> = hooigras

S<sub>0</sub> = 0 kg slib.ha<sup>-1</sup>.jaar<sup>-1</sup>  
S<sub>1</sub> = 20 " " " "  
S<sub>2</sub> = 40 " " " "  
S<sub>3</sub> = 60 " " " "

— = 0 kg N.ha<sup>-1</sup>.snede<sup>-1</sup>  
- - - = 30 " " " "  
- · - · = 60 " " " "  
· · · · = 90 " " " "



**Figuur 3.** Cd-, Pb- en Zn-gehalten in de eerste snede van gras in verschillende groeistadia bij uiteenlopende giften rioolzuiverings-slib en kunstmest-stikstof.

hoger dan in kuilgras. Een verschil tussen de Zn-gehalten in kuilgras en weidegras is niet aanwezig. Het is echter wel zo dat - in tegenstelling tot de Cd- en Pb-gehalten - de Zn-gehalten bij alle drie groeistadia van het gras weer gemiddeld over de kunstmeststikstofgiften hoger liggen naarmate de slibgift hoger is.

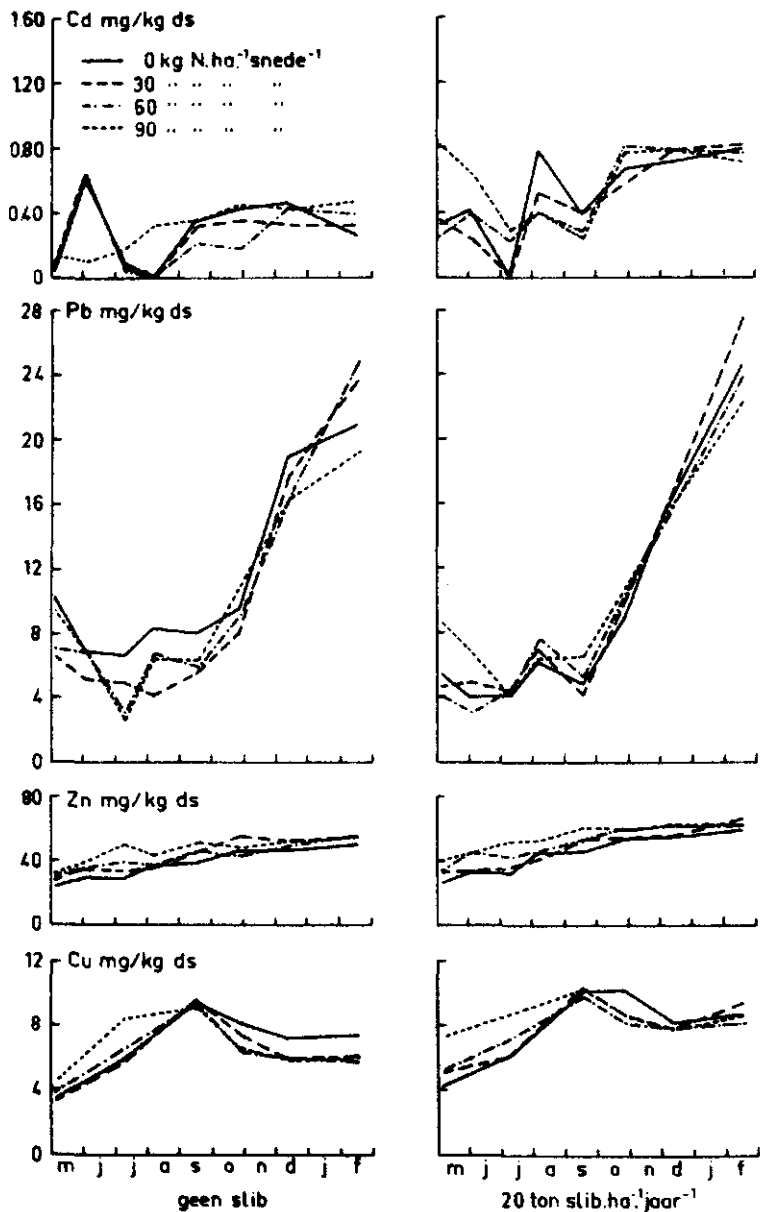
Bij alle groeistadia lijkt de invloed van een kunstmeststikstofgift op de Zn-gehalten sterker tot uiting te komen dan op de Cd- en Pb-gehalten.

#### Het verloop van de Cd-, Pb-, Zn- en Cu-gehalten in het seizoen

Het object "weidegras" werd na het groeiseizoen nog een aantal keren bemonsterd om de gehalten aan cadmium, lood, zink en koper in het gras in de herfst en winter na te gaan, wanneer de droge-stofproductie van het gras nagenoeg stilstaat. De resultaten hiervan worden weergegeven in figuur 4a en 4b.

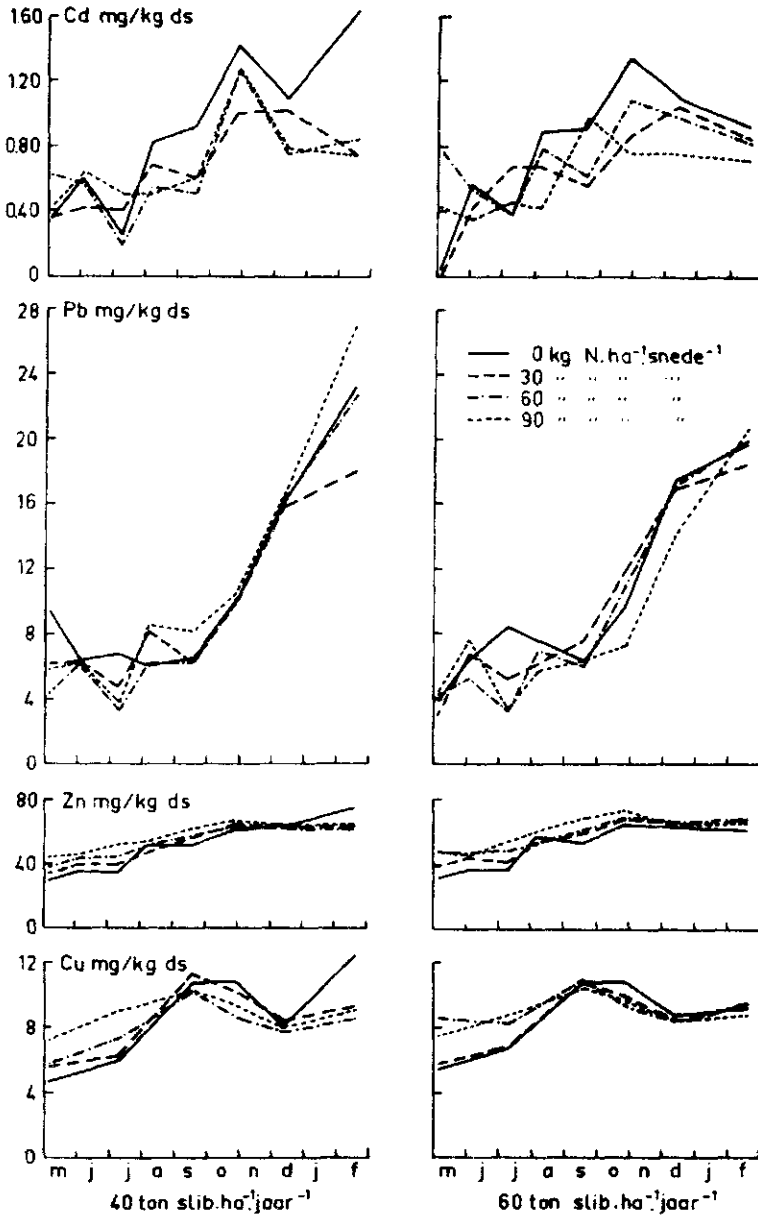
Het blijkt dat de Cd-gehalten in het gras van de met slib bemeste objecten gemiddeld over de kunstmeststikstofgiften gedurende de eerste vijf sneden een onregelmatige stijging vertonen. Deze gaat door tot in oktober. Het duidelijkst komt dit tot uiting bij de objecten 40 en 60 ton slib per ha, waarbij in oktober Cd-gehalten bereikt worden, die iets boven 1 mg/kg droge stof liggen. In de maanden december en februari is er een lichte tendens tot dalen van de Cd-gehalten bij de twee hoogste slibgiften, maar ze blijven op een hoger niveau dan gedurende het groeiseizoen. Een stijging van de Pb-gehalten valt gedurende het groeiseizoen in het geheel niet waar te nemen. De gehalten liggen bij alle slibobjecten globaal tussen 4 en 8 mg/kg droge stof. Zeer opvallend is echter de sterke stijging in de gehalten, die in oktober inzet en doorgaat tot in de winter. De afzonderlijke waarden, die bereikt worden, liggen tussen 18 en 27 mg Pb/kg droge stof. Enig verband met de hoeveelheden toegediend slib is niet aanwezig. Gezien de eerder vermelde geringe invloed van de bemesting met zuiverings-slib op het Pb-gehalte in de grond is dit niet zo verwonderlijk.

Voor zink zien we een vrij regelmatige stijging van het gehalte gedurende het groeiseizoen en daarna tot in oktober. Deze is procentueel bij elke hoeveelheid toegediend slib even sterk en bedraagt ongeveer 70%. Zoals reeds eerder is opge-



Figuur 4a. Het verloop van de Cd-, Pb-, Zn- en Cu-gehalten in weidegras bij 0 en 20 ton rioolzuiverings-slib en 0, 30, 60 en 90 kg kunstmeststikstof . ha<sup>-1</sup>.





**Figuur 4b.** Het verloop van de Cd-, Pb-, Zn- en Cu-gehalten in weidegras bij 40 en 60 ton rioolzuiverings-slib en 0, 30, 60 en 90 kg kunstmeststikstof . ha<sup>-1</sup>.

merkt, liggen de Zn-gehalten hoger naarmate meer slib is toegediend. Op de objecten 0, 20, 40 en 60 ton slib per ha zijn de Zn-gehalten gemiddeld van resp. 28,1; 32,8; 36,5 en 41,7 mg/kg droge stof in mei opgelopen tot resp. 48,0; 56,9; 64,4 en 69,4 mg/kg droge stof in oktober. In de maanden december en februari is er geen of vrijwel geen stijging meer, hetgeen vooral tot uiting komt bij de twee hoogste slibtrappen. Dit laatste was ook het geval met cadmium. De Cu-gehalten laten evenals de Zn- en de Cd-gehalten in het groeiseizoen een duidelijke stijging zien. Naarmate de slibgiften - en daarmee het koperaanbod in de grond - hoger zijn, is de verhoging van de Cu-gehalten in het gras relatief geringer. Bij de slibgiften van 0, 20, 40 en 60 ton per ha lopen de Cu-gehalten in het gras op van resp. gemiddeld 3,7; 5,4; 5,8 en 6,8 mg/kg droge stof in de eerste snede naar resp. gemiddeld 9,4; 10,2; 10,7 en 10,9 mg/kg droge stof in de vijfde snede. De gehalten zijn in oktober weer enigszins gedaald en blijven dan in de wintermaanden verder ongeveer constant.

Omdat gedurende het groeiseizoen cadmium, lood, zink en koper steeds meer uit het verstrekte slib tot de wortelzone kunnen doordringen, hetgeen tot hogere gehalten in het gras kan leiden, is een invloed van het seizoen op de gehalten in het gras uitsluitend goed na te gaan op het object, dat niet met slib werd bemest. Het blijkt dat ook zonder slibbemesting het Zn-gehalte in het gras in de loop van het seizoen duidelijk hoger wordt. In nog sterkere mate geldt dit voor koper.

De sterke stijging van de Pb-gehalten in de winter zou het gevolg kunnen zijn van verontreiniging van de grasmonsters met grond. Het veelal zeer korte gras in deze tijd van het jaar maakt nl. een goede bemonstering moeilijk. Extra grondverontreiniging in de wintermaanden zou echter - gezien de gehalten in de grond (fig. 1a en 1b) - ook een sterke stijging van de Cd-, Zn- en Cu-gehalten tot gevolg gehad moeten hebben. Omdat dit niet het geval is, kan grondverontreiniging geen belangrijke factor zijn voor de sterk toegenomen loodconcentratie in het gras in de winter. Veeleer zal gedacht moeten worden aan een voortgezette loodopname door het gras bij een nagenoeg stilstaande droge-stofproductie. De ligging van het proefveld is zodanig, dat het niet waarschijnlijk lijkt, dat op het gras

looddeeltjes - afkomstig van verkeerswegen - worden afgezet. Niettemin kan luchtverontreiniging niet geheel worden uitgesloten als oorzaak van het sterk toegenomen Pb-gehalte in het gras in de winter.

### Samenvatting

Op grasland is een meerjarige bemestingsproef met verschillende hoeveelheden zware metalen bevattend zuiveringsslib - in combinatie met verschillende kunstmeststikstofgiften - aangelegd. Het is de bedoeling om de accumulatie van cadmium, lood, koper en zink in de grond en de consequenties hiervan op de gehalten aan deze zware metalen in het gras gedurende meerdere jaren te bestuderen.

In dit rapport wordt voorlopig het effect van twee jaren slibbemesting op de gehalten in de grond weergegeven, terwijl voor het gras de resultaten na de eerste slibbemesting worden vermeld.

De hoeveelheden cadmium, lood, zink en koper die per ton slib per ha werden aangevoerd bedroegen bij de eerste slibbemesting resp. 111, 135, 1482 en 434 g en bij de tweede bemesting resp. 64, 100, 945 en 232 g. Als gevolg hiervan stegen de Cd-gehalten in de grond in de laag 0-5 cm van 0,5 naar ruim 9 mg/kg grond na een eenmalige bemesting met 60 ton slib per ha en na de tweede even zware bemesting tot ruim 15 mg/kg grond.

De Pb-gehalten stegen na een bemesting in twee opeenvolgende jaren met iedere keer 60 ton slib per ha van 20 naar 45 mg/kg droge grond. Eenzelfde bemesting deed de Zn-gehalten in de bovenste 5 cm stijgen van 17 naar 170 mg/kg na een jaar en naar ruim 240 mg/kg grond na twee jaar. Voor koper had deze bemesting een stijging van 5 naar bijna 35 mg/kg grond na een jaar en na twee jaar naar bijna 60 mg Cu-totaal/kg grond tot gevolg (fig. 1a en 1b).

In het gras blijkt pas vanaf de derde snede enig verband aanwezig tussen de hoeveelheid toegediend slib en het Cd-gehalte in het gras. In de vierde en vijfde snede is deze samenhang duidelijker. De gehalten blijven echter in alle gevallen beneden 1 mg/kg droge stof. In de herfst worden bij 40 en 60 ton slib per ha gehalten bereikt die iets boven 1,2 mg/kg droge stof uitkomen.

De Pb-gehalten in het weidegras blijven gedurende het gehele groeiseizoen globaal tussen 4 en 8 mg/kg droge stof schommelen. In de herfst en winter lopen deze gehalten echter zeer sterk op en bereiken waarden van maximaal 27 mg/kg droge stof. Een verband tussen de slibgift en het Pb-gehalte is hierbij niet aanwezig.

De Zn-gehalten in weidegras zijn in alle sneden hoger naarmate meer slib werd gegeven. Bij een slibgift van 60 ton per ha werd in de vijfde snede een gemiddeld Zn-gehalte van ongeveer 60 mg/kg droge stof bereikt. Vanaf het begin van het groeiseizoen tot in oktober is een duidelijke stijging van de Zn-gehalten waar te nemen, ook wanneer geen slibbemesting werd gegeven.

Tot en met de herfst is er een duidelijk verband tussen de hoogte van de slibgift en de Cu-gehalten in het gras. In het begin van het groeiseizoen liggen deze echter op een laag niveau: ca. 4 mg/kg droge stof wanneer geen slib werd gegeven en gemiddeld bijna 7 mg/kg droge stof bij een slibgift van 60 ton per ha. Aan het einde van het groeiseizoen zijn ze in dezelfde volgorde opgelopen van ongeveer 9 mg/kg droge stof tot bijna 11 mg/kg droge stof (fig. 4a en 4b).

Alleen bij zink en koper was een vrij duidelijk positief effect van kunstmeststikstof op de gehalten in het gras aanwezig. De Cd-gehalten daarentegen vertoonden de neiging te gaan dalen bij de toenemende kunstmeststikstofgiften. Het duidelijkst kwam dit in de vierde en vijfde snede tot uiting.

De Pb-gehalten reageerden helemaal niet op een kunstmeststikstofgift.

Een invloed van het groeistadium op de gehalten aan cadmium, lood, zink en koper in het gras kan in dit stadium van de proef nog niet worden aangetoond.

Literatuur

- Commissie voor Diergezondheid in Overijssel, 1975. Kopergehalten in grond en in gewas op bedrijven met vleesvarkens.
- Dinius, D.A., T.H. Brinsfield and E.E. Williams, 1973. Effect of subclinical lead intake on calves. *J. Anim. Sci.* 37: 169-173.
- Dijkshoorn, W. and J.E.M. Lampe, 1975. Availability for ryegrass of cadmium and zinc from dressings of sewage sludge. *Neth. J. agric. Sci.* 23: 274-280.
- Dijkshoorn, W., J.E.M. Lampe and A.R. Kowsoleea, 1974. Tolerance of ryegrass to cadmium accumulation. *Neth. J. agric. Sci.* 22: 66-71.
- Haan, S. de, 1972. Ergebnisse aus Versuchen mit Abwasserklärschlamm. Sonderheft zur Zeitschrift "Landwirtschaftliche Forschung" 27/1: 102-108.
- Hartmans, J., 1974. Hoe chronische kopervergiftiging bij schapen te voorkomen. *Bedr.ontw.* 5: 975-976.
- Jones, L.H.P., S.C. Jarvis and D.W. Cowling, 1973. Lead uptake from soils by perennial ryegrass and its relation to the supply of an essential element (sulphur). *Plant and Soil* 38: 605-619.
- Lagerwerff, J.V., 1971. Uptake of cadmium, lead and zinc by radish from soil and air. *Soil Sci.* 111: 129-133.
- Miller, W.J., 1971. Cadmium nutrition and metabolism in ruminants: relationship to concentrations in tissues and products. *Feedstuffs*, July 17: 24-26.
- Miller, W.J., D.M. Blackmon, R.P. Gentry and F.M. Pate, 1969. Effect of dietary cadmium on tissue distribution of <sup>109</sup>cadmium following a single oral dose in young goats. *J. Dairy Sci.* 52: 2029-2035.
- Powell, G.W., W.J. Miller, J.D. Morton and C.M. Clifton, 1964. Influence of dietary cadmium level and supplemental zinc on cadmium toxicity in the bovine. *J. Nutr.* 84: 205.
- Scheltinga, H.M.J., 1968. Zuiveringslib als meststof. *H<sub>2</sub>O* 1: 10.
- Verhagen, J., 1972. De produktie en afzet van afvalwaterzuiveringslib in Nederland. *H<sub>2</sub>O* 5: 25-30.
- Zielhuis, R.L., 1971. Cadmium en volksgezondheid. Coronel. lab., Universiteit Amsterdam. Lit. studie, 62 blz.