

b

Bibliotheek  
Proefstation  
Naaldwijk

A  
2  
M  
58

STATION VOOR DE GROENTEN- EN FRUITTEELT ONDER GLAS TE NAALDWIJK

BIBLIOTHEEK  
PROEFSTATION voor de GROENTEN- en  
FRUITTEELT onder GLAS te NAALDWIJK

429

Een voorlopig verslag van de bromide-bepaling  
met de ion-selektieve elektrode in grondextracten

H.M.C. Meijer-de Koning  
P.A. van Dijk

Niet voor publikatie.

Naaldwijk, februari 1978

Intern verslag no. 25

A  
2  
M  
58

2575  
Hamboken 353

PROEFSTATION VOOR DE GROENTEN- EN FRUITTEELT ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Een voorlopig verslag van de bromide-bepaling  
met de ion-selektieve elektrode in grondextracten

H.M.C. Meijer-de Koning  
P.A. van Dijk

Naaldwijk, februari 1978

Intern verslag no. 25

2220162

Inhoud:

Pagina:

1. Inleiding
2. Apparatuur
3. Principe
4. Onderzoek
5. De toepasbaarheid van verschillende grondextracten
6. De Bromide-gehalten die gevonden zijn in zand,  
zavel en klei
7. De Bromide-gehalten die gevonden zijn in kas D1,  
en kas D2
8. Samenvatting
9. Literatuur
10. Voorlopig voorschrift Bromide-bepaling (bijlage I)
11. Figuren

## 1. INLEIDING

In de tuinbouw wordt als grondontsmettingsmiddel vaak methylbromide gebruikt. Het gebruik hiervan kan aanleiding geven tot hoge broomgehalten bijvoorbeeld in sla.

Het is de laatste jaren steeds belangrijker geworden dat een juiste methode wordt ontwikkeld om broom te kunnen bepalen.

Vooraf ook omdat men in Duitsland in 1972 al het maximaal toelaatbare gehalte heeft vastgesteld voor allerlei gewassen.

Duitsland is een van de voornaamste afnemers van de Westlandse tuinbouwprodukten. Als men voor het ontsmetten van de grond methylbromide gebruikt, kan men een te hoog gehalte tegengaan door de grond uit te spoelen.

Het is van belang hoelang en met hoeveel water de grond moet worden uitgespoeld, wat onder andere afhankelijk is van de grondsoort.

Dit verslag bevat een voorlopig overzicht van de bepaling van bromide met de ion-selektieve elektrode in grondmonsters.

## 2. GEBRUIKTE APPARATUUR

Bromide elektrode : solid state, Orion model 94.35a, meetelektrode

Kalomelelektrode : Corning cat. no. 476109, referentie elektrode

Digitalelektrometer: Corning model 101.

Schudapparaat : G.F.L. horizontaal roterend, slaglengte 30 mm  
voorzien van uurwerkschakelaar.

## 3. PRINCIPE

Het gevoelige gedeelte bij de bromide elektrode bestaat uit een  $\text{AgBr}/\text{Ag}_2\text{S}$  kristal. In de elektrode bevindt zich een  $\text{Ag}-\text{AgCl}$  draad in een oplossing met een constante bromide-aktiviteit en heeft daarmee een constant potentiaal verschil. Tijdens een meting ontstaat tussen de onbekende oplossing en de elektrode een potentiaal verschil, dat weergegeven wordt door de wet van Nernst die luidt:

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{A_{\text{Br buiten}}}{A_{\text{Br binnen}}}$$

waarin:

$E$  = gemeten potentiaal

$E^0$  = standaardpotentiaal

$R$  = gasconstante

- T = absolute temperatuur  
 n = lading van het te meten ion  
 F = constante getal van Faraday in Å  
 $A_{Br}$  binnen = is voor éézelfde elektrode gelijk.

Met behulp van een referentieelektrode wordt het potentiaal verschil gemeten. Het meetbereik van de bromide elektrode ligt tussen (pH 0 en 14) en het concentratiebereik tussen 1M en  $5 \cdot 10^{-6}$  M Bromide = 79.900 ppm-0,4 ppmBr. Een elektrodemeting is een aktiviteitsmeting en dus is de ionensterkte van belang. Door de ionensterkte van de standaarden zoveel mogelijk gelijk te maken aan die van de monsters kan getracht worden de invloed van de ionensterkte zoveel mogelijk op te heffen.

#### 4. ONDERZOEK

De bromiden zijn vrijwel alle goed oplosbaar in water, behalve zilverbromide. Voor de bromide bepaling kan mogelijk volstaan worden door voor grond- en gewasmonsters een extractie met water toe te passen.

Het onderzoek is uitgevoerd door een standaardlijn van 0,5-1,0-2,0-4,0-5,0-10,0 en 20,0 ppm Br te bereiden van KBr in gedemineraliseerd water.

Voor de bepaling in grondmonsters zijn verse waterige extracten bereid.

En er werd met de elektrode rechtstreeks in de extractieoplossing gemeten.

De extracten zijn gemeten in mV waarna de gehalten zijn afgelezen van de standaardlijn. Een vergelijking werd nog gemaakt tussen metingen direkt

in de waterige extracten en metingen in waterige extracten waaraan 0,2 ml 12,5%  $HNO_3$  is toegevoegd (tabel I, figuur I). Deze toevoeging is ook gedaan in verband met de mate van storing van het  $OH^-$  ion die werd vermeld in de handleiding.

De invloed op de pH van deze toevoeging aan de standaardreeks is nagegaan en er is bekeken wat de invloed van wel of niet roeren op de meting en de responsietijd was.

tabel I De invloed van roeren en toevoegen van  $\text{HNO}_3$  op de pH en de responsietijd van de metingen in de standaardreeks.

standaard- eks	niet roeren mV	roeren mV	wel $\text{HNO}_3$ niet roeren mV	wel $\text{HNO}_3$ roeren mV	geen $\text{HNO}_3$ pH	wel $\text{HNO}_3$ pH	geen $\text{HNO}_3$ niet roeren resp.t.min.	wel $\text{HNO}_3$ roeren resp.t.min.
,5 ppm Br	+ 135	+ 134	+ 126	+ 136	5,02	1,39	3,5	1
,0 ppm Br	+ 123	+ 117	+ 114	+ 119	5,86	1,41	3	1
,0 ppm Br	+ 108	+ 103	+ 98	+ 101	5,64	1,38	2,5	1
,0 ppm Br	+ 90	+ 83	+ 82	+ 84	5,82	1,38	3	1
,0 ppm Br	+ 85	+ 78	+ 76	+ 78	5,63	1,36	3	1
,0 ppm Br	+ 64	+ 60	+ 59	+ 60	5,87	1,37	3	1

Uit de waarnemingen bleek dat de lijn recht was als er  $\text{HNO}_3$  toegevoegd werd en er tijdens de meting geroerd werd.

Zonder roeren en toevoegen van  $\text{HNO}_3$  was de responsietijd vrij lang.

De ionensterkte van de monsters en de standaarden zijn op vergelijkbare sterkte gebracht door in plaats van gedemineraliseerd water als extractiemiddel 0,05 M  $\text{K}_2\text{SO}_4$  te gebruiken.

De gemeten activiteit is gelijk aan de activiteitsfactor x de concentratie  $\text{Br} = (\text{Br}) \cdot f_{\text{Br}}$ . Dit is weergegeven in tabel II

tabel II De invloed van het toevoegen van een  $\text{K}_2\text{SO}_4$  oplossing op de metingen

Monster BM nr.	1:2 gewicht extract ppm Br in grond	1:2 gewicht extract + $\text{K}_2\text{SO}_4$ ppm Br in grond
37.219	5,6	5,6
37.220	5,4	5,2
37.221	4,4	4,4
37.222	37,4	36,2
37.223	35,7	35,8
37.224	30,4	29,4
37.235	3,6	3,6

De  $\text{K}_2\text{SO}_4$  extracten zijn in tegenstelling tot de normaal gebruikte 20 minuten 2 uur geschud. Uit dit proefje met  $\text{K}_2\text{SO}_4$  blijkt dat het verschil aan ppm Br in grond tussen het 1:2  $\text{K}_2\text{SO}_4$  en het 1:2 gewicht extract minimaal is.

Naar aanleiding van dit gegeven is de behandeling met  $K_2SO_4$  niet meer uitgevoerd, daar het een omslachtige methode is die uiteindelijk dezelfde resultaten opleverde.

#### 5. DE TOEPASBAARHEID VAN HET 1:2 VOLUME EXTRACT, HET 1:5 GEWICHT EXTRACT EN HET 1:2 GEWICHT EXTRACT VOOR DE METING VAN BROMIDE

De extracten zijn bereid met gedemineraliseerd water en alvorens met de metingen te beginnen is  $HNO_3$  toegevoegd. Om na te gaan welke extractie methode we het beste kunnen toepassen zijn metingen gedaan in het 1:2 volume extract, het 1:2 gewicht extract en het 1:5 gewicht extract.

De metingen zijn voor elk extract in duplo uitgevoerd.

Er is in mV gemeten en de gehalten zijn afgelezen van een grafiek.

De gemiddelde gehalten bromide die gevonden zijn, zijn weergegeven in tabel II.

tabel III Vergelijking van Bromide gehalten gemeten in drie verschillende grondextracten.

1		2		3	
BM no	1:2 volume extract ppm Br in extract	BM no	1:5 gewicht extract ppm Br in grond	1:2 gewicht extract ppm Br in grond	
37.219	3,5	37.225	5,6	5,6	
37.220	3,2	37.226	5,0	5,4	
37.221	3,0	37.227	4,3	4,4	
37.222	25,5	37.228	33,0	37,4	
37.223	22,6	37.229	34,5	35,7	
37.224	18,2	37.230	28,2	30,4	
37.235	3,2	37.236	3,8	3,6	
37.248	6,4	37.256	7,8	6,8	
37.249	6,5	37.257	8,0	7,0	
37.250	5,4	37.258	7,2	6,4	
37.251	3,4	37.259	4,2	3,4	
37.252	9,8	37.260	11,2	9,6	
37.253	14,9	37.261	18,6	14,8	
37.254	14,2	37.262	16,8	16,1	
37.255	9,7	37.263	11,3	11,4	
37.267	2,2	37.275	3,2	2,4	
37.284	16,0	37.286	20,5	19,1	
37.285	8,6	37.287	8,2	8,0	

vervolg tabel III

BM no	1:2 volume extract ppm Br in extract	BM no	1:5 gewicht extract ppm Br in grond	1:2 gewicht extract ppm Br in grond
37.288	3,6	37.300	5,9	5,5
37.289	12,5	37.301	17,2	17,6
37.290	13,8	37.302	19,0	19,1
37.291	3,5	37.303	5,8	5,4
37.292	12,4	37.304	17,6	17,3
37.293	18,1	37.305	27,8	25,8
37.312	9,5	37.313	32,2	34,4
37.318	5,1	37.319	8,2	9,4
37.352	27,2	37.354	29,0	27,2
37.353	26,6	37.355	35,8	30,2
37.356	4,8	37.357	5,6	4,9
37.391	9,0	37.393	13,9	12,6
37.392	9,0	37.394	12,8	12,0
37.395	35,1	37.397	63,0	61,0
37.396	24,8	37.398	41,0	47,0
37.399	39,9	37.400	76,5	76,4
780.301	20,4	780.303	36,0	43,2
780.302	21,5	780.304	43,5	46,8
780.305	19,2	780.307	28,0	30,6
780.306	19,6	780.308	18,4	13,6
780.309	18,6	780.311	22,5	22,8
780.310	13,5	780.312	30,2	28,8
780.313	11,6	780.314	24,5	23,6
780.315	5,0	780.317	8,6	7,3
780.316	9,0	780.318	13,8	11,6
780.319	1,6	780.321	3,2	2,7
780.320	4,3	780.322	6,2	5,2

Voor de waarnemingen uit tabel III zijn de correlatiecoëfficiënten bepaald en de regressievergelijkingen. Hierbij is x in y en y in x uitgedrukt zie tabel III a.



tabel III De regressievergelijkingen en de correlatiecoëfficiënten, behorende bij tabel III

x	y	formule 1	formule 2	r
1	2	$y = 1,624x - 1,262$	$x = 0,538y + 2,295$	0,935
1	3	$y = 1,656x - 1,857$	$x = 0,504y + 3,058$	0,913
2	3	$y = 1,034x - 0,847$	$x = 0,949y + 1,166$	0,991

- 1 = ppm Br in 1:2 volume extract  
 2 = ppm Br in droge grond via 1:5 gewicht extract  
 3 = ppm Br in droge grond via 1:2 gewicht extract

De correlatiecoëfficiënt tussen methode 2 en 3, beiden uitgedrukt in ppm Br in de droge grond, is 0,991 en dit is een dermate hoge correlatie dat de methoden 2 en 3 voor elkaars duplo zouden kunnen doorgaan.

De correlatiecoëfficiënt van methode 1, uitgedrukt in ppm in het 1:2 volume extract is bepaald ten opzichte van methode 2 en van methode 3. Aangezien 2 en 3 elkaars duplo zouden kunnen zijn is de gemiddelde correlatiecoëfficiënt van ppm Br in het 1:2 volume extract vergeleken met ppm Br in droge grond. Dit leverde als correlatiecoëfficiënt 0,9240 berekend als gemiddelde van 4 waarden.

Bij de grondextracten waren kleigronden, zandgronden en zavel aanwezig. Voor de verschillende grondsoorten zijn nu uitgaande van de 3 grondextracten de regressievergelijkingen en de correlatiecoëfficiënten berekend en met elkaar vergeleken tabel IV en IVa. Voor zand is het 1:5 extract weggelaten, omdat de gehalten hierin te laag waren.

tabel IV Br gehalte in zand, zavel en klei gemeten in drie verschillende grondextracten in duplo.

ZAND	1	2	
BM no	1:2 volume extract ppm Br in extract	BM no	1:2 gewicht extract ppm Br in grond
37.231	0,56	37.233	0,5
	0,56		0,5
37.232	0,52	37.234	0,5
	0,52		0,5
37.284	17,2	37.286	18,8
	14,8		19,4
37.285	8,2	37.287	8,0

vervolg tabel IV

BM no	1:2 volume extract ppm Br in extract	BM no	1:2 gewicht extract ppm Br in grond
	9,0		8,0
37.314	0,7	37.316	1,7
	0,9		1,5
37.315	1,1	37.317	1,6
	1,1		1,8
37.320	0,5	37.322	1,3
	0,6		1,4
37.321	0,5	37.323	1,0
	0,5		1,0

ZAVEL BM no	1 1:2 volume extract ppm Br in extract	BM no	2 1:5 gewicht extract ppm Br in grond	3 1:2 gewicht extract ppm Br in grond
37.391	3,6	37.393	6,6	5,3
	3,4		5,0	5,5
37.392	13,0	37.394	20,0	16,0
	11,8		15,2	18,6
780.305	19,6	780.307	27,5	30,6
	18,8		28,5	30,6
780.306	20,0	780.308	18,0	13,8
	19,2		18,8	13,4
780.315	4,8	790.317	8,5	7,0
	5,1		8,8	7,6
780.316	9,2	780.318	13,8	11,4
	9,2		13,8	11,8
780.319	1,4	780.321	3,2	2,5
	1,7		3,0	2,9
780.320	4,0	780.322	6,4	4,9
	4,6		6,1	5,4
37.235	3,2	37.236	3,3	3,6
	3,2		4,3	3,6
37.312	9,0	37.313	35,0	33,2
	10,0		29,5	35,6
37.318	5,1	37.319	8,5	9,4
	5,1		7,8	9,4
37.356	4,7	37.357	5,4	4,9
	4,9		5,8	4,9

BM no	1 1:2 volume extract ppm Br in extract	BM no	2 1:5 gewicht extract ppm Br in grond	3 1:2 gewicht extract ppm Br in grond
37.352	28,3	37.354	29,5	26,1
	26,1		28,5	28,3
37.353	26,1	37.355	36,5	29,5
	27,1		35,0	30,8
37.395	34,8	37.397	63,0	64,0
	34,8		63,0	56,8
37.395	36,0	37.397	63,0	64,0
	34,8		63,0	59,2
37.396	24,4	37.398	40,0	47,0
	24,4		43,5	44,8
	25,2		38,5	50,4
	25,2		42,0	44,8
780.301	20,4	780.303	34,5	43,2
	20,4		37,5	43,2
780.302	21,3	780.304	42,0	48,6
	21,3		45,0	45,0
780.309	18,6	780.311	21,5	22,8
	18,6		23,5	22,8
780.310	12,0	780.312	29,5	29,1
	15,0		31,0	28,8

tabel IVa De vergelijkingen van de lijnen uitgedrukt in x en y en de correlatiecoëfficiënt voor de verschillende grondsoorten

grondsoort	x	y	formule 1	formule 2	r
ZAND	1	2	$y = 1,112x + 0,238$	$x = 0,874y - 0,110$	0,986
ZAVEL	1	2	$y = 1,212x + 2,793$	$x = 0,480y + 2,056$	0,762
	1	3	$y = 1,177x + 2,621$	$x = 0,400y + 3,246$	0,686
	2	3	$y = 1,047x - 1,049$	$x = 0,898y + 1,689$	0,970
KLEI	1	2	$y = 1,570x + 1,661$	$x = 0,405y + 8,326$	0,798
	1	3	$y = 1,369x + 7,633$	$x = 0,336y + 10,810$	0,678
	2	3	$y = 0,952x + 2,930$	$x = 0,904y + 2,967$	0,928

Uit tabel III en IVa blijkt dat er een goede correlatie bestaat tussen de drie verschillende grondextracten, maar dat er voor de verschillende grondsoorten wel verschillen bestaan.

Alle Br gehalten  $< 0,5$  ppm Br zijn niet meer van de standaardlijn af te lezen en deze waarnemingen zijn daardoor niet bruikbaar. Hieronder vielen ook bijna alle waarnemingen van het 1:5 gewicht extract zodat dit van zand niet vermeld is.

Dat zand een uitstekende correlatie heeft tussen methode 1 en 2 is in iedergeval verklaarbaar door de lage Br gehalten in zand.

## 6. DE BROMIDE GEHALTEN DIE GEVONDEN ZIJN IN ZAND, ZAVEL EN KLEI

In zand, zavel en klei is het bromide-gehalte bepaald voor het ontsmetten, direct na het ontsmetten, na spoelen met 240 l/m<sup>2</sup> en na spoelen met 480 l/m<sup>2</sup>. De monsters zijn op twee verschillende dieptes gestoken 0-30 cm en 30-60 cm. Het bromide-gehalte is bepaald in het 1:2 volume extract en het 1:2 en 1:5 gewicht extract.

De resultaten zijn verwerkt in figuur 2-3 en 4.

Deze figuren laten zien dat de gehalten in grond op de diverse wijzen bepaald reageren overeenkomstig de behandeling die werd toegepast.

Dit feit duidt op een betrouwbaarheid van de gevonden bromide-gehalten.

## 7. DE BROMIDE-GEHALTEN DIE GEVONDEN WERDEN IN 2 KASSEN (D<sub>1</sub> EN D<sub>2</sub>) OP HET PROEFSTATION TE NAALDWIJK

De grondsoort in beide kassen is zavel.

In kas D<sub>1</sub> is in het najaar van 1977 de grond ontsmet waarna sla werd gepoot.

Van de grondmonsters die tijdens de slateelt werden genomen is het bromide-gehalte bepaald.

De monsters zijn genomen op drie verschillende dieptes 0-10 cm, 10-20 cm en 20-30 cm. Het bromide-gehalte is bepaald in het 1:2 volume extract en het 1:2 gewicht extract, zie figuur 5 en 6.

Kas D<sub>2</sub> is in 1977 in gebruik genomen voor het bromide-onderzoek.

In deze kas zijn de volgende behandelingen toegepast.

1. Ontsmetten 100 gr CH<sub>3</sub>Br/m<sup>2</sup>; plastic afdekking 7 dagen; spoelen 200 l/m<sup>2</sup>
2. Ontsmetten 100 gr CH<sub>3</sub>Br/m<sup>2</sup>; plastic afdekking 2 dagen; spoelen 200 l/m<sup>2</sup>
3. Ontsmetten 100 gr CH<sub>3</sub>Br/m<sup>2</sup>; plastic afdekking 7 dagen; niet spoelen
4. Ontsmetten 100 gr CH<sub>3</sub>Br/m<sup>2</sup>; plastic afdekking 2 dagen; niet spoelen
5. Onbehandeld.

Na deze behandeling is er sla, spinazie, radijs en peen uitgezet. De monsters zijn weer genomen op drie dieptes 0-10 cm, 10-20 cm en 20-30 cm. De bromide-gehalten zijn bepaald in het 1:2 volume extract en het 1:2 gewicht extract direct nadat de grond behandeld was, zie figuur 7 en 8. De figuren laten zien dat de gehalten in grond op de diverse wijzen bepaald reageren overeenkomstig de behandeling die werd toegepast. Dit feit duidt op een betrouwbaarheid van de gevonden bromide-gehalten.

## 8. SAMENVATTING

Het bleek mogelijk met behulp van de Bromide-selektieve elektrode goed reproduceerbare bromide-gehalten te bepalen, die voor de verschillende waterige extractiemethoden goed gecorreleerd waren. Dit verslag bestaat uit een weergave van de resultaten van metingen met de bromide-selektieve elektrode in waterige extracten. De waarnemingen zijn weergegeven via grafieken, die een vrij goed beeld geven van de toegepaste behandelingen. Verder onderzoek in grond zowel als gewas lijkt wenselijk om meer te weten te komen over de in grond aanwezige bromide-gehalten. Het is ook wenselijk een onderzoek in te stellen naar een referentiemethode voor in water oplosbare bromide.

## 9. LITERATUUR

### 1. Orion Research Incorporated;

Instruction Manual, halide elektrodes, model 94-17, model 94-35, model 94-53, model 96-17.

Cambridge, Massachusetts, 1976, 28.p.p.

## VOORLOPIG VOORSCHRIFT BROMIDE-BEPALING

Apparatuur:

potten, 175 ml, voorzien van ijkstreep op 120 ml.

trechters, polyaethyleen  $\varnothing$  15 cm.

filtreerpapier, G. Schut en Zonen, VF215,  $\varnothing$  24 cm.

bromide-elektrode, Orion model 94-35a

referentie-elektrode, Corning catalog no 476109.

millivoltmeter, Corning model 101, digitale elektrometer.

schudmachine, G.F.L. horizontaal roterend, slaglengte 30 mm,  
voorzien van uurwerkschakelaar.

Reagentia:

HNO<sub>3</sub> 12,5%, 100 ml 65% HNO + 420 ml H<sub>2</sub>O gedemineraliseerd.

Hoofdstandaardoplossing, 1000 ppm Br

1,489 g KBr oplossen en aanvullen tot 1,0 liter met gedemineraliseerd water. De oplossing bewaren in een polyaethyleen fles.

Standaardoplossing A, 100 ppm Br

10,0 ml van de hoofdstandaard afpipetteren en aanvullen tot 100,0 ml met gedemineraliseerd water.

Standaardoplossing B, 10 ppm Br

10,0 ml van standaardoplossing A afpipetteren en aanvullen tot 100,0 ml met gedemineraliseerd water.

Standaardoplossingen,

0,5 ppm Br: 5,0 ml van de tussenstandaardoplossing B afpipetteren en  
aanvullen tot 100,0 ml met gedemineraliseerd water.

1,0 ppm Br: 10,0 ml idem

2,0 ppm Br: 20,0 ml idem

4,0 ppm Br: 4,0 ml van de tussenstandaardoplossing A afpipetteren en  
aanvullen tot 100,0 ml met gedemineraliseerd water.

5,0 ppm Br: 5,0 ml idem

10,0 ppm Br: 10,0 ml idem

20,0 ppm Br: 20,0 ml idem

Uitvoering van de analyse:

Voeg aan twee volumedelen gedemineraliseerd water één volumedeel verkruimelde veldvochtige grond toe. Het mengsel gedurende 20 minuten krachtig mechanisch schudden op stand 60 t/minuut.

Hierna filtreren over Schut VT 215 (ook alle grond op het filter brengen). Het filtraat opvangen in potten van 100 ml (van de chloorbepaling).

Aan het filtraat zowel als de standaarden, waarvan  $\pm 80$  ml in potjes gegoten is, 0,2 ml 12,5%  $\text{HNO}_3$  toevoegen.

De elektrometer moet ingesteld zijn: anion, monovalent, gemiddelde temperatuur, mV en operate.

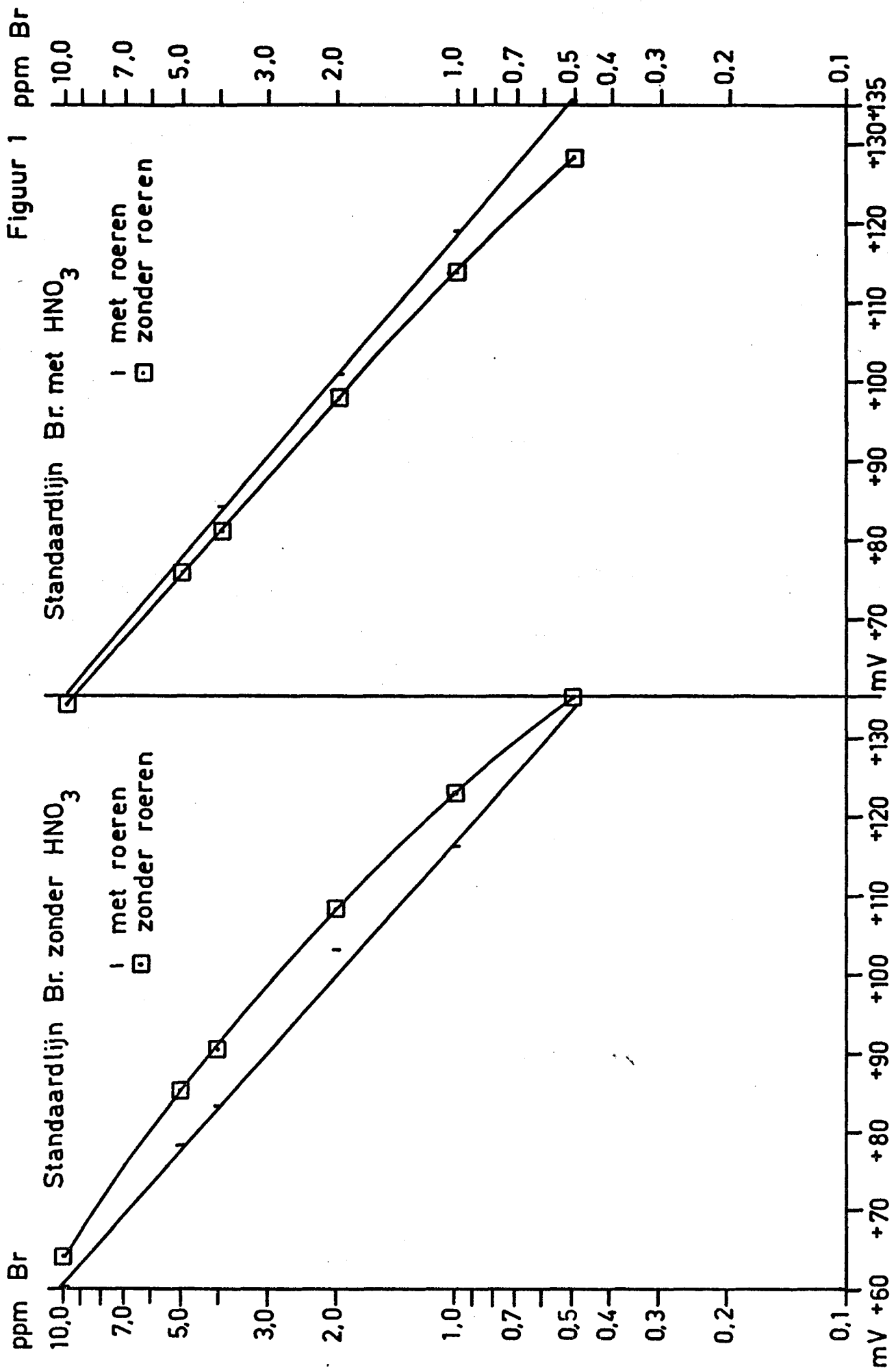
Meet nu eerst de standaardlijn, dan alle monsters en na afloop nogmaals de standaardlijn. Elke meting duurt  $\pm 1$  minuut, maar de laagste standaard duurt wat langer.

De ijkcurve wordt uitgezet op enkel-logaritmisch papier, waar op de mm-verdeling de mV-as wordt uitgezet en op de logaritmische verdeling de concentratie-as.

Berekening van de uitkomsten:

De via de ijkcurve verkregen resultaten staan direkt in ppm Br in het 1:2 volume extract.

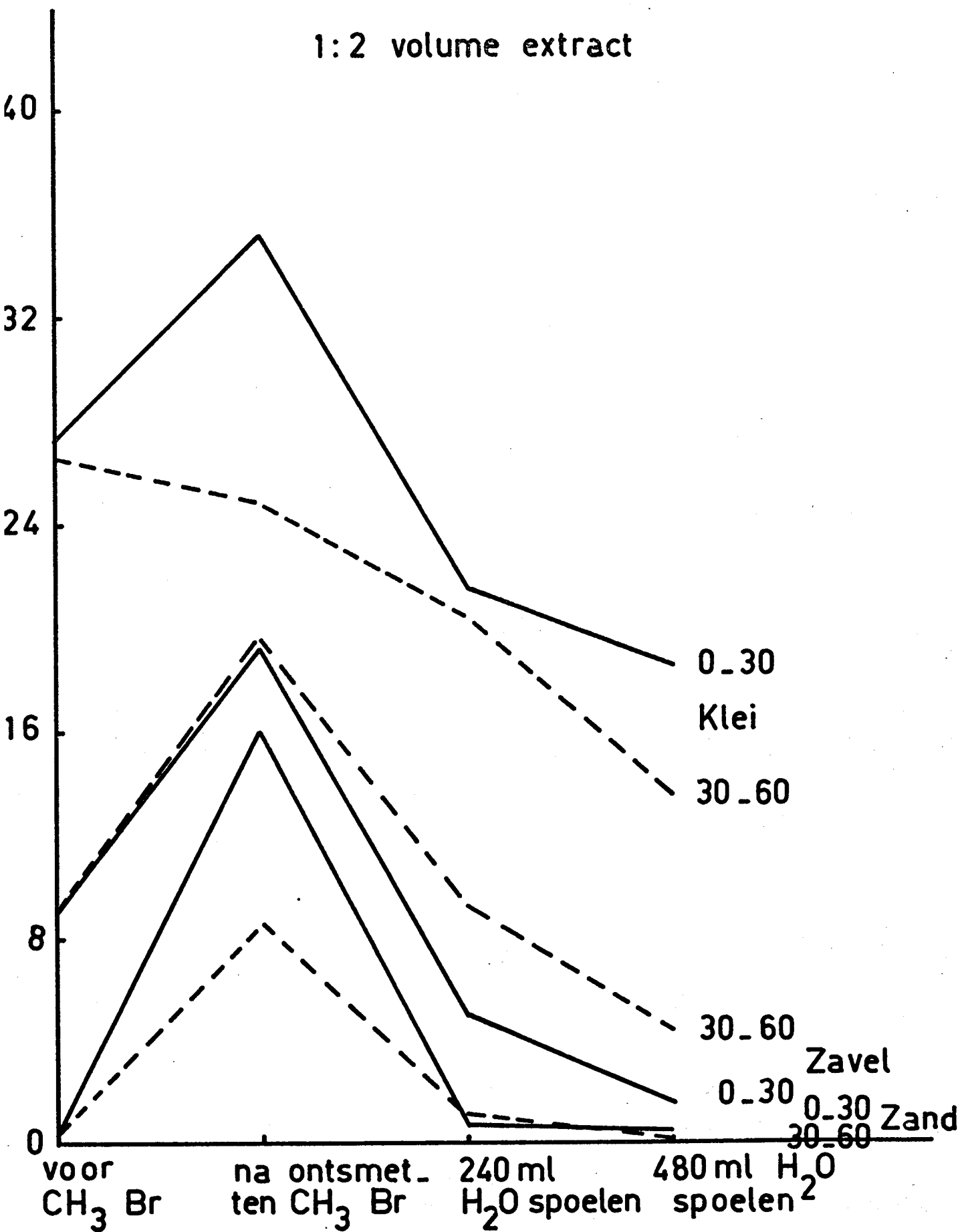
Figuur 1





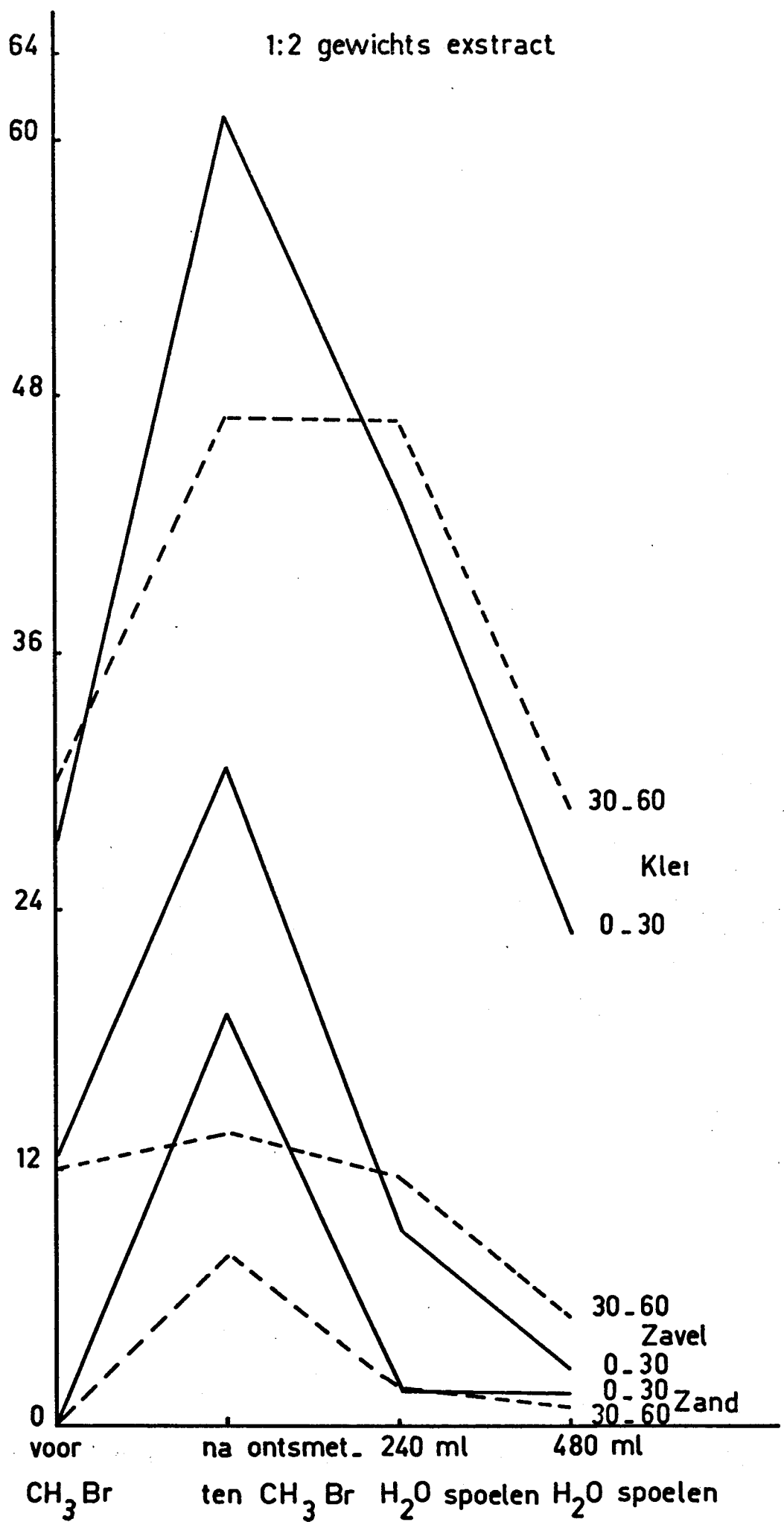
ppm Br in extract

Figuur 2



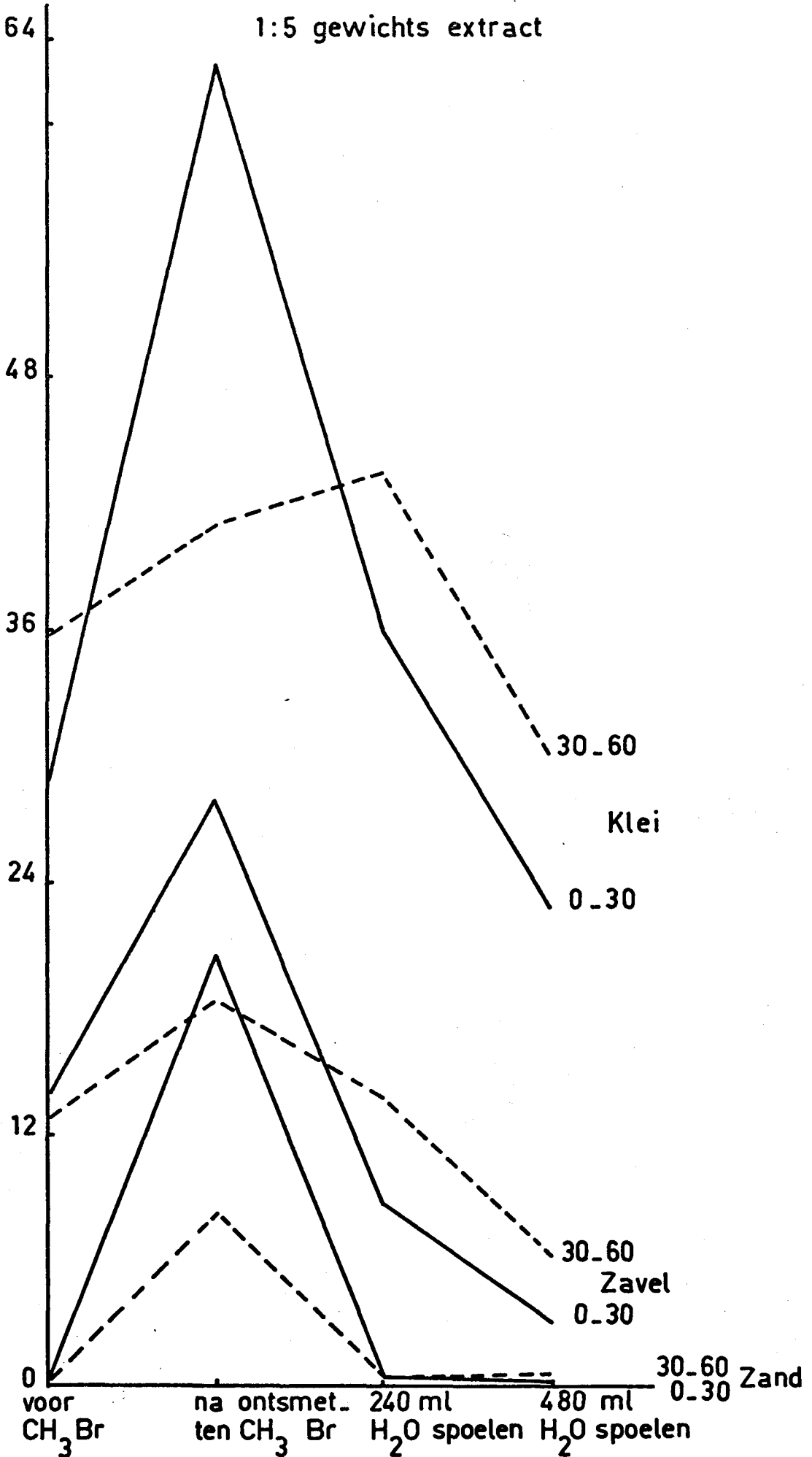
ppm Br In grond

Figuur 3



ppm Br in grond

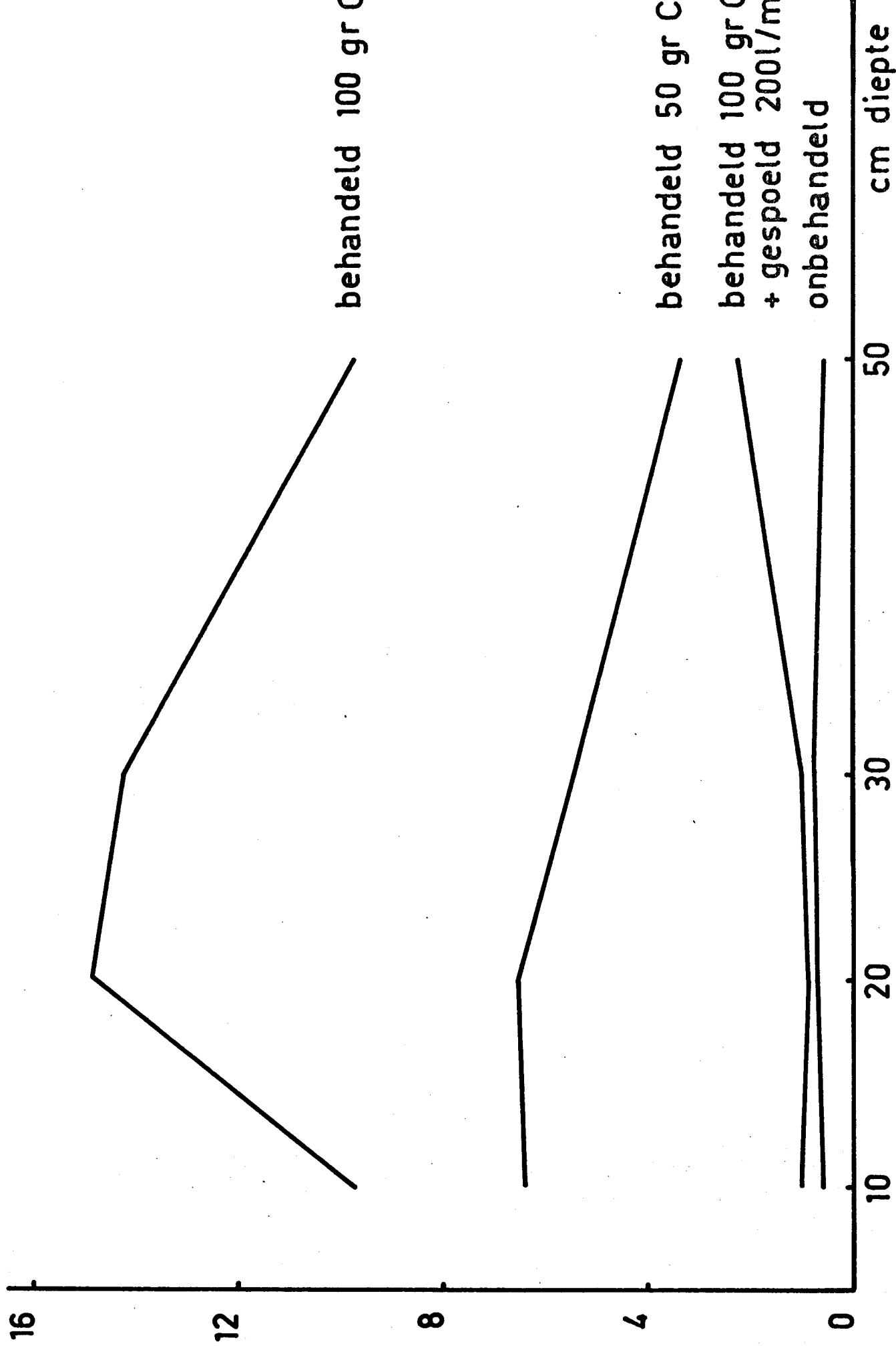
Figuur 4



Figuur 5

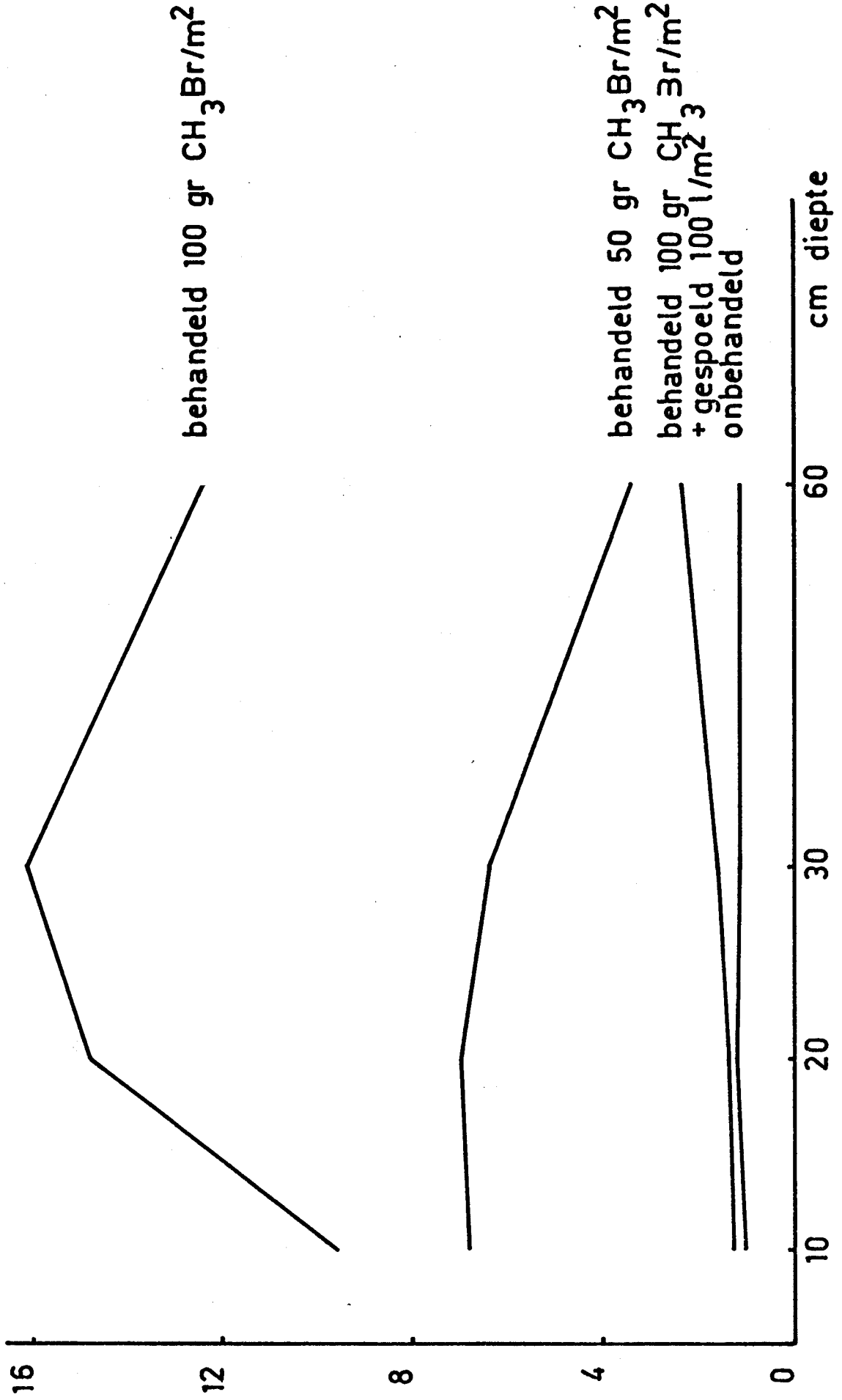
1:2 volume extract D 1

ppm Br in extract



Figuur 6

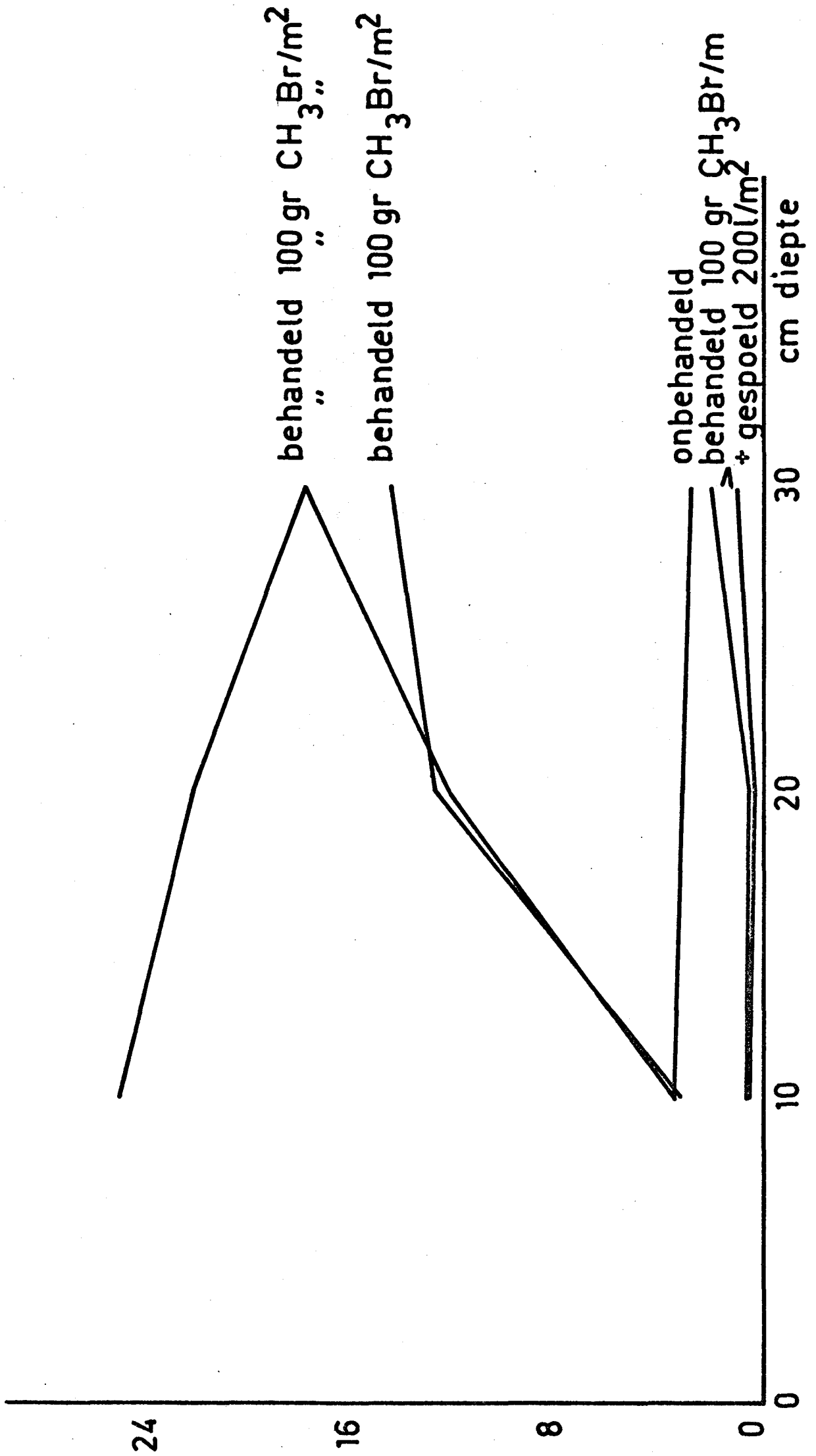
ppm Br in grond 1:2 gewichts extract D1



ppm Br in extract

1:2 volume extract D 2

Figuur 7



ppm Br in grond

1:2 gewichts extract D 2

Figuur 8

