

NN31545.0486

VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING

NOTA 486, d.d. 30 oktober 1968

Resultaten van valproeven met kleigronden en klei/zandmengsels  
bij verschillende vochtspanningen

L. Havinga

---

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-  
middelen, dus geen officiële publikaties.  
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een  
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende  
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen  
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek  
nog niet is afgesloten.  
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut  
in aanmerking.

---

543 928

Chicago, Illinois, U.S.A.      1968

Author	Title	Year	Volume	Page
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...

<u>Inhoud</u>	<u>Blz.</u>
1. Motivering	1
2. Methodiek	2
3. Resultaten van valproeven	4
3.1. Proeven met draaiende cylinder	4
3.1.1. Kunstmatige monsters	4
3.1.2. Valmonsters uit de praktijk	5
3.1.3. Waardering van de resultaten	5
3.2. Proeven met het valapparaat	6
3.2.1. Herkomst van de monsters	6
3.2.2. Verwerking van de gegevens	6
3.2.3. Resultaten valmonsters Noord-Groningen	8
4. Samenvatting en conclusies	10

101

101

1

2

orig. r

3

101

101

101

4

101

101

101

5

101

101

6

101

101

7

101

101

8

101

101

9

101

101

101

## 1. Motivering

In het algemeen kan gesteld worden, dat zware kleigronden in vroegere jaren hoger gewaardeerd werden dan lichte, vanwege hun grotere chemische vruchtbaarheid. De ontwikkeling in de meststoffenindustrie heeft ervoor gezorgd dat de chemische eigenschappen van de grond in vergelijking met de fysische van minder belang zijn geworden.

Vooraf door de nog steeds toenemende mechanisatie gaan een aantal van deze fysische eigenschappen van de grond een zeer belangrijke rol spelen.

Het is bekend dat op zware kleigronden de bewerking en de oogst (vooral van ondergrondse delen van knol- en wortelgewassen) meer moeilijkheden opleveren dan op de lichtere zavel: grotere tarrapercentages, knol- of bolbeschadigingen bij de oogst, verstopping van machines enerzijds, structuurbederf en daardoor minder goede aanslag van planten en zaden in het voorjaar anderzijds. Bij de zware kleigronden komt het vaak op een momentbewerking aan, dat wil zeggen er is slechts een kort vochttraject waarbinnen bewerking en oogst kunnen plaatsvinden.

Naar aanleiding van bovengenoemde bezwaren zijn reeds verschillende 'zware' percelen in 'lichte' percelen omgezet. Dit kan geschieden door middel van diepe grondbewerkingsmethoden. Hierbij wordt lichter materiaal uit de ondergrond naar boven gebracht. Indien dit geschiedt door het kwantitatief boven brengen van ondergrond (bijvoorbeeld door middel van diepploeg- of bezandingsmachine) kan het gedrag van de nieuwe bouwvoor ten aanzien van de bewerkbaarheid vrij goed worden voorspeld door vergelijking met bestaande bouwvoren met eenzelfde granulaire samenstelling.

Indien echter 'verschraling' van de zware bouwvoor plaatsvindt door menging (bijvoorbeeld met behulp van woeler of rotor) met licht materiaal is zo'n vergelijking niet mogelijk omdat dan een grondmengsel wordt gevormd met een sterk afwijkende granulaire samenstelling.

Voor het vaststellen van aard en hoeveelheid van het toe te voegen materiaal moet dus van te voren aan proefmengsels in het laboratorium de bewerkbaarheid worden bepaald.

BOEKEL (1964) heeft voor bestaande Noord-Groningse gronden een sterke correlatie gevonden tussen de verhouding van de vochtgehalten bij veldcapaciteit, respectievelijk uitrolgrens en de bewerkbaarheid. Voor het hier boven gestelde doel kleven aan deze methode enkele bezwaren.

The first part of the report deals with the general situation in the country. It is noted that the economy is in a state of depression, and that the government is facing a serious financial crisis. The report also mentions the need for a new constitution and the importance of maintaining law and order.

The second part of the report discusses the political situation. It is noted that the government is facing opposition from various groups, and that there is a need for a new political system. The report also mentions the importance of maintaining the rule of law and the need for a strong judiciary.

The third part of the report discusses the social situation. It is noted that there is a high level of unemployment, and that the government is facing a serious social crisis. The report also mentions the need for social reforms and the importance of maintaining social order.

The fourth part of the report discusses the economic situation. It is noted that the economy is in a state of depression, and that the government is facing a serious financial crisis. The report also mentions the need for economic reforms and the importance of maintaining the stability of the currency.

The fifth part of the report discusses the military situation. It is noted that the country is facing a serious military crisis, and that the government is facing a serious military crisis. The report also mentions the need for military reforms and the importance of maintaining the strength of the armed forces.

The sixth part of the report discusses the international situation. It is noted that the country is facing a serious international crisis, and that the government is facing a serious international crisis. The report also mentions the need for international reforms and the importance of maintaining the country's international relations.

The seventh part of the report discusses the cultural situation. It is noted that there is a high level of cultural activity, and that the government is facing a serious cultural crisis. The report also mentions the need for cultural reforms and the importance of maintaining the country's cultural heritage.

The eighth part of the report discusses the educational situation. It is noted that there is a high level of educational activity, and that the government is facing a serious educational crisis. The report also mentions the need for educational reforms and the importance of maintaining the quality of education.

The ninth part of the report discusses the health situation. It is noted that there is a high level of health activity, and that the government is facing a serious health crisis. The report also mentions the need for health reforms and the importance of maintaining the health of the population.

The tenth part of the report discusses the environmental situation. It is noted that there is a high level of environmental activity, and that the government is facing a serious environmental crisis. The report also mentions the need for environmental reforms and the importance of maintaining the environment.

- a. De waardering van de gevonden vochtgehalte-verhoudingen berust op een correlatie van deze verhouding met waarnemingen over de bewerkbaarheid te velde aan natuurlijke gronden.
- b. De bepaling van de uitrolgrens geschiedt aan geroerde grond. Vertaling van het bijbehorende vochtgehalte in een pF-waarde is niet zonder meer mogelijk omdat deze bij de lage vochtspanning beïnvloed wordt door de structuur.
- c. De mate van bewerkbaarheid is hierdoor moeilijk te kwantificeren. Gewenst zou zijn om te bepalen bij welk vochtgehalte en welke bewerkingsintensiteit (= energie toevoer) een gewenste verkruiemeling wordt verkregen.

Uit de pF-curve en de verdamping kan dan worden bepaald hoe lang na neerslag dient te worden gewacht tot de grond bewerkbaar is.

Hieruit volgt dat het onderzoek moet worden uitgevoerd aan ongeroerde monsters, waaraan het effect van een bewerking kan worden bepaald bij een willekeurig aan te leggen vochtspanning.

## 2. Methodiek

Uitgegaan wordt van ongeroerde monsters van  $100 \text{ cm}^3$ , gestoken met Kopecky ringen. Na verzadiging worden deze op het pF-apparaat op de gewenste vochtspanning gebracht.

Het monster wordt nu voorzichtig uit de ring verwijderd en kan 'bewerkt' worden.

'Bewerking' betekent dat aan de grond energie wordt toegevoerd. Bij landbouwkundige bewerkingen varieert deze energie van ca. 0,5 kgm/liter grond (paardenploeg) tot 8 à 9 kgm/liter (snellopende frees). Deze energie kan ook aan het monster worden toegevoerd door het te laten vallen. Bij een valhoogte van 3 à 3,5 m bedraagt de kinetische energie ca. 5 kgm/liter grond bij een nat volumegewicht van 1,50 kg/l.

In het begin werd gebruik gemaakt van een cylinder (p.v.c. buis  $\emptyset$  8,5 cm inwendig) ter lengte van 60 cm. Deze cylinder werd bevestigd aan een draaiende as door middel van klemmen. Eén van de uiteinden van de cylinder werd afgedicht door middel van een deksel, dat voorzien was van enkele oppervlakkige oneffenheden.





Na inbrengen van het ringmonster werd ook het andere uiteinde van de cylinder afgesloten met een gemakkelijk afneembaar deksel zodat het behandelde ringmonster na verwijdering hiervan opgevangen kan worden in een kleine gaasbak. Na de val worden de monsters bij 105° C gedroogd en daarna gezeefd. Bij het zeven is gebruik gemaakt van een serie oplopende zeefmaten.

De doorlaatdiameters zijn: < 1 mm, 1-2 mm, 2-4 mm, 8 mm, 4, 8-9, 6 mm, 9, 6-19 mm, 19-27 mm en > 27 mm. In de meeste gevallen is de zeefmaat 54 mm buiten beschouwing gelaten.

Trad bij het vallen teveel vervorming van het valmonster op dan werd de grootste zeefmaat wel gebruikt (Ø Kopecky ring is namelijk 50 mm). Na het zeven van de grond in de bovengenoemde grootte-klasse wordt de hoeveelheid grond per grootte-klasse uitgedrukt in gewichtsprocenten van het betreffende valmonster.

De werkelijke 'valhoogte' kan bij deze methode niet meer dan maximaal 50 cm bedragen daar de lengte van het ringmonster reeds 5 cm is (hoogte Kopecky ring is 5 cm).

De totale energie van 0,5 kgm wordt bereikt door de cylinder enkele malen te laten draaien.

Deze methode is echter spoedig verlaten. Ten eerste omdat bij deze draaiende methode de loodrechte stand van de cylinder geleidelijk wordt bereikt met andere woorden het ringmonster maakt geen zogenaamde 'vrije val' maar glijdt min of meer langs de wand van de cylinder. De verdeling van de energie toevoer over verschillende 'vallen' is echter principieel fout, omdat breuk ontstaat na overschrijding van bepaalde bindingskrachten als gevolg van plotselinge belasting.

Daarom is overgegaan tot de echte vrije val door middel van het zogenaamde valapparaat. Dit valapparaat is eenvoudig van constructie en bestaat uit een stelsel van 1 meter lange p.v.c. pijpen met een binnen diameter van 8,5 cm.

Een van de uiteinden van deze pijpen is opgetrompt zodat de lengte naar believen kan worden gekozen, met andere woorden de valhoogte kan op simpele wijze gevarieerd worden.

De bovenste buis is voorzien van een zaagsnede. In deze zaagsnede kan een metalen schuif heen en weer bewogen worden. De ene helft van de schuif is voorzien van een ronde opening. Bij ingeschoven toestand kan het grondmonster op het dichte gedeelte gezet worden. Bij het naar buiten trekken van de schuif, komt het grondmonster op een gegeven moment boven de ronde opening en kan de 'vrije val' maken.



Bij verticaal houden van het buizenstelsel zal het ringmonster (100 cc) op deze manier loodrecht naar beneden vallen. Het te behandelen ringmonster wordt in een metalen bak opgevangen, waarna dezelfde procedure van drogen en zeven wordt gevolgd als boven reeds is beschreven.

### 3. Resultaten van valproeven

#### 3.1. Proeven met draaiende cylinder

##### 3.1.1. Kunstmatige monsters

Bij de eerste proef is zware klei (ruim 55 % afslibbaar) gebruikt uit het Duiense Broek. Na bepaling van het gewichtspercentage vocht van de klei zijn kunstmatige monsters vervaardigd met een volumegewicht 1,30. Deze kunstmatige ringmonsters zijn in 3 pF-series gesplitst. De respectievelijke pF's bedroegen 2,3; 2,6 en 3,1. In deze vochttoestand zijn de monsters met het draaiapparaat behandeld. Het aantal omwentelingen van de cylinder bedroeg 20 hetgeen betekent dat het te behandelen monster 40 keer is gevallen.

Behalve deze serie monsters van 'pure klei' werd nog een andere serie samengesteld met een klei-zandverhouding 1 : 1. De U-cijfers van het gebruikte zand waren respectievelijk  $U = 214$ ,  $U = 105$  en  $U = 60$ .

Ook voor deze serie is een volumegewicht aangehouden van 1,30. De ringmonsters uit deze laatste serie zijn behandeld bij pF 2,2, behalve die waar de klei vermengd werd met zand  $U = 60$ . De hierbij gebruikte pF bedroeg 2,0.

De resultaten van deze valproef worden in fig. 1 weergegeven. In deze figuur zijn voor iedere zeeffractie de verschillende gewichtsprocenten droge grond na het zeven uitgezet. Uit deze figuur blijkt duidelijk, dat de oorspronkelijke (nog niet vermengde) klei een zeer groot gewichtspercentage (95 %) bevat in de zeeffractie  $> 27$  mm bij pF 2,3. Bij pF 2,6 is dit percentage met 20 % teruggelopen en bedraagt dan nog 75 %, terwijl bij pF 3,1 in het geheel geen gronddeeltjes in deze zeeffractie meer terecht zijn gekomen.

Bij deze vochtspanning is de zogenaamde 'breekgrens' bereikt en zullen geen plastische vervormingen meer opgetreden zijn.

De mengserie (klei-zandverhouding 1 : 1) geeft een geheel ander beeld te zien. De invloed van het zand met verschillende U-cijfers komt hier duidelijk tot uiting.

... van de ...

... van de ...

...

...

... van de ...

... van de ...

...

... van de ...

Het laagste U-cijfer (U = 60) geeft de beste resultaten.

Ten opzichte van de oorspronkelijke klei ligt de breekgrens van deze mengsels aanzienlijk lager, ook voor het zeer fijne zand (U = 214).

### 3.1.2. Valmonsters uit de praktijk

Daar in de praktijk voldoende 'verschralings'-objecten bekend zijn, zijn tijdens het zaaiklaar maken van de grond ringmonsters gestoken. Op dat moment bedroeg de pF circa 2,0 (= veldcapaciteit). Resultaten van monsters (in 4-voud) afkomstig van een diepploegperceel in het Geestmerambacht worden in onderstaande tabel weergegeven:

Zeeffracties in gewichtsprocenten van de droge grond

	% > 105 $\mu$	% < 16 $\mu$	> 27	27-19	19-9,6	9,6-4,8	4,8-2,0	2,0-1,0	< 1,0
lichte zavel	10	15-18	1,6	3,9	11,1	15,3	21,6	13,7	32,8
zware zavel	2	25-35	18,8	12,2	15,4	17,1	16,1	5,9	13,5
zware klei	1	50-55	26,5	9,6	21,0	13,3	14,9	7,2	7,5

Uit de bovenstaande tabel blijkt duidelijk dat de lichte zavel een veel kleiner percentage in de zeeffractie 19 mm en groter bevat (ruim 5 %) dan de zware zavel en de zware klei respectievelijk 31 en 36 gewichtsprocenten.

Het ligt voor de hand te veronderstellen dat bij het machinaal rooien van knol- of bolgewassen de tarrapercentages op de lichte zavel aanzienlijk lager zullen zijn dan op de zware zavel en de klei. Proefoogsten van aardappelen en tulpen in de praktijk hebben deze verwachting bevestigd (PERDOK en HAVINGA 1968).

### 3.1.3. Waardering van de resultaten

Uit deze eerste proeven kunnen twee conclusies getrokken worden:

1. met zand gemengde klei verkruimelt bij een veel lager pF dan zuiver klei en bij eenzelfde pF is de verkruiming van eerstgenoemde monsters sterker;
2. de gunstige invloed van de zandbijmenging neemt toe naarmate dit zand grover is.

The following information is being furnished to you for your information and use. It is not intended to constitute an offer of insurance or any other financial product.

This information is provided for your information only and should not be used as a basis for any investment decision.

The information contained herein is based on the information provided to us by the issuer. We have not independently verified the accuracy or completeness of this information.

Item	Value	Unit	Year	Notes
1	100	Shares	2023	Common Stock
2	50	Shares	2024	Preferred Stock
3	25	Shares	2025	Convertible Preferred

The information contained herein is not intended to be used as a basis for any investment decision. It is provided for your information only.

The information contained herein is based on the information provided to us by the issuer. We have not independently verified the accuracy or completeness of this information.

This information is provided for your information only and should not be used as a basis for any investment decision.

The information contained herein is based on the information provided to us by the issuer. We have not independently verified the accuracy or completeness of this information.

Dat fijnere zanden met een U-cijfer  $> 200$  niet op het niveau komen van de grovere zanden moet waarschijnlijk gezocht worden in het hoge vochtgehalte van het fijne zand bij pF-waarden boven 2,0, waardoor eventuele plastische vervormingen kunnen optreden. Bij pF 2,0 bevat het zand met U-cijfer = 214 39 vol. % vocht, het mengsel 41 vol. % vocht.

Voor mengsels met zand U = 105 bedraagt het vochtgehalte bij pF 2,0 voor het zand 12 vol. % vocht en voor het mengsel 27 vol. %.

Het verschil in verkruimelbaarheid tussen de lichte zavel enerzijds en de zware zavel en klei anderzijds, kan daaruit op deze wijze worden verklaard.

### 3.2. Proeven met het valapparaat

#### 3.2.1. Herkomst van de monsters

In overleg met ir P. BOEKEL (I.B. Groningen) zijn de proeven uitgevoerd met monsters afkomstig van een aantal percelen in Noord-Groningen, die tot basis hebben gediend voor het reeds eerder genoemde, door hem uitgevoerde onderzoek naar de correlatie tussen uitrolgrens en bewerkbaarheid. Hierdoor waren een aantal gegevens (slib- en humusgehalte, kalktoestand) bekend en bestond tevens de mogelijkheid de uitkomsten van de valproeven te relateren aan de bewerkbaarheid zoals die in de praktijk was geconstateerd en vastgelegd (BOEKEL, 1964).

Van de 26 in het onderzoek betrokken percelen werden per perceel 20 ringmonsters gestoken zodat 5 pF-series (1,8; 2,0; 2,3; 2,5 en 2,7) in viervoud aan de valproef konden worden onderworpen. Het totaal aantal monsters bedroeg dus 520 stuks (zie bijlage 1).

Daarnaast werden op de meeste plaatsen ringmonsters gestoken ter bepaling van het volumegewicht.

Alle monsters hebben in het valapparaat een vrije val van 3,25 m gemaakt.

#### 3.2.2. Verwerking van de gegevens

Om de uitkomsten van de valproeven met elkaar te kunnen vergelijken was het gewenst de verkruimeling (d.w.z. verdeling in zeeffracties) in één getal weer te geven: het zogenaamde V(erkruimelings)cijfer.

... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..



Hiertoe zijn aan de verschillende fracties de volgende willekeurige waarderingscijfers toegekend:

fractie (mm) >	27	27-19	19-9,6	9,6-4,8	4,8-2,0	2,0-1,0	< 1,0
waardering	1	4	8	12	15	18	20

Het gewichtspercentage droge grond van elke fractie wordt vermenigvuldigd met het bijbehorende waarderingscijfer.

De produkten van alle fracties worden gesommeerd en door 100 gedeeld.

Het quotiënt is dan het zogenaamde V-cijfer. Dit kan dus variëren van 1 (alles > 27 mm) tot 20 (alles < 1 mm).

Hoe het verkruiemelingspatroon er bij een bepaald V-cijfer uitziet wordt in onderstaande tabel weergegeven van perceel 49 bij pF 2,0 (= veldcapaciteit).

Gemiddelde zeeffracties in gewichtsprocenten van 4 herhalingen:

Waarderingscijfer	1	4	8	12	15	18	20	gem. V-cijfer
Zeeffractie in mm	54-27	27-19	19-9,6	9,6-4,8	4,8-2,0	2,0-1,0	< 1,0	
Gem. percentage	50,8	9,6	17,9	10,1	7,8	2,2	1,6	5,4

Het V-cijfer wordt als volgt berekend:

$$\begin{array}{r}
 50,8 \times 1 = 50,8 \\
 9,6 \times 4 = 38,4 \\
 17,9 \times 8 = 143,2 \\
 10,1 \times 12 = 121,2 \\
 7,8 \times 15 = 117,0 \\
 2,2 \times 18 = 39,6 \\
 1,6 \times 20 = 32,0 \\
 \hline
 \text{totaal} \quad \frac{542,2}{100} = 5,4 \text{ afgerond.}
 \end{array}$$

Het gemiddelde verkruiemelingspatroon bij het V-cijfer 5,4 wordt in fig. 2 weergegeven.

Handwritten text at the top of the page, possibly a header or title.

Handwritten text, possibly a date or reference number.

Handwritten text, possibly a list or set of coordinates.

Main body of handwritten text, appearing as several lines of notes or data.

Handwritten text, possibly a list or table of entries.

Handwritten text, possibly a list or table of entries.

Handwritten text at the bottom of the page, possibly a signature or footer.

### 3.2.3. Resultaten valmonsters Noord-Groningen

Gezien de spreiding in de slibgehalten van de valmonsters werd een zwaarteklasse-indeling gemaakt. Welk effect het slibgehalte, het humuspercentage en de kalktoestand op het V(erkrui melings)cijfer heeft gehad wordt in tabel 3 weergegeven.

Tabel 3. Verkrui melingscijfers in afhankelijkheid van slibgehalten en vochtspanning

Slibgehalte	Humus	Gemiddelde kalktoestand	pF				
			1,8	2,0	2,3	2,5	2,7
10 - 15	1,6	8	6,5	7,1	8,3	8,8	8,3
15 - 20	1,8	9	6,5	7,1	8,1	8,5	8,5
20 - 25	1,7	9	5,2	5,3	6,4	6,6	7,5
	1,8	7	3,5	3,6	5,1	5,1	5,6
25 - 30	1,7	13	1,3	2,0	2,2	3,1	2,7
30 - 35	2,3	12	1,0	1,4	2,3	2,4	2,0
35 - 50	2,3	12	1,9	1,4	1,7	2,0	2,3
50 - 60	3,1	11	1,0	1,1	1,3	1,3	1,3

De zwaarte-klasse 20 - 25 % afslibbaar verzameld uit gegevens, vermeld in bijlage 1 kon in twee groepen met een verschillende kalktoestand worden gesplitst. De gemiddeld hogere kalktoestand (9) geeft een duidelijk betere verkrui meling bij de diverse pF-waarden ten opzichte van kalktoestand 7 (fig. 3).

Door onvoldoende materiaal kan een splitsing naar kalktoestand voor andere zwaarte-klassen niet worden gegeven.

#### Interpretatie V-cijfer

In fig. 4 worden de bij pF 2,0 gevonden V-cijfers vergeleken met de door BOEKEL (1964) gevonden verhouding vochtgehalte bij uitrolgrens (Ug) en bij veldcapaciteit (Vc).

Handwritten text at the top of the page, possibly a header or title, including the word "Handwritten".

Table with multiple columns and rows, containing handwritten entries. The table appears to be a ledger or record book.

Handwritten text block in the middle of the page, possibly a paragraph or a list of items.

Handwritten text at the bottom of the page, possibly a signature or footer.

Er is een duidelijke positieve correlatie tussen  $\frac{U_g}{V_c}$  en V-cijfer, maar tevens moet geconstateerd worden, dat de spreiding vrij groot is. Vermoedelijk wordt deze spreiding veroorzaakt door verschillen in actuele structuur. Merkwaardig is dat in de  $U_g/V_c$  verhouding de kalktoestand zeer sterk tot uiting komt (perc. 100 versus perc. 12), terwijl de verkruimeling ongeveer gelijk is; het omgekeerde is het geval bij de percelen 14 en 66.

De gegevens van de bovengenoemde percelen zijn ter informatie nogmaals (als uittreksel van bijlage 1) weergegeven in tabel 4. De in deze tabel en fig. 4 vermelde cijfers hebben betrekking op de zo genummerde percelen, vermeld in bijlage 1. De niet genummerde punten in fig. 4 hebben betrekking op de rest van de in het onderzoek betrokken percelen.

Tabel 4. De vergelijking tussen  $U_g/V_c$  en V-cijfer voor enkele percelen, behorende bij fig. 4.

Perceel no.	Slibgehalte	Kalktoestand	Org.stof	$M_g/V_c$	V-cijfer	pF
7	16,7	5	1,8	0,83	7,0	2,0
100	22,5	5	1,8	0,81	5,0	2,0
137	11,3	8	1,6	1,06	7,2	2,0
12	12,6	9	1,9	0,95	5,6	2,0
14	34,7	15	2,8	0,82	3,8	2,0
66	38,9	11	2,2	0,80	1,0	2,0

Verder blijkt dat bij eenzelfde kalktoestand en organische stofgehalte het V-cijfer wel afneemt met toenemende slibgehalte, de  $U_g/V_c$  waarde nauwelijks (vergelijk perceel 7 en 100).

Welke methode betrouwbaar is valt dus moeilijk uit deze gegevens te concluderen.

Overigens valt op dat alle gronden met een V-cijfer  $< 4$  (bij pF 2,0) meer dan 24 % slib bevatten en alle met een V-cijfer  $> 5$  minder dan 23 % slib bevatten. Hieruit zou volgen dat goed bewerkbare gronden bij pF 2,0 een V-cijfer van minstens 5 moeten opleveren.

Daar het V-cijfer op arbitraire wijze tot stand komt; wordt dit cijfer op de volgende manier vergeleken met een eenvoudiger grootheid.

In fig. 5 is het V-cijfer bij pF 2,3 uitgezet tegen de gewichtsprocenten van alle gronddeeltjes  $< 27$  mm,  $< 19$  mm enz.



Er zijn duidelijk lijnen te herkennen.

Bij vergelijking van de slibgehalten blijkt, dat alle percelen met minder dan 23 % slib rechts van de verticaal gestippelde lijn liggen en de percelen met een slibgehalte  $> 24$  % aan de linkerkant van deze lijn door het 'niemands' land (in fig. 5 zijn enkele perceelnummers vermeld).

Uitzonderingen hierop vormen de percelen 125 en 56. Perceel 125 ligt rechts en perceel 56 links van de onderbroken lijn. Dit zou ten aanzien van het slibgehalte (zie bijlage 1) juist andersom moeten zijn. Opvallend in fig. 5 is de rechte  $< 19$  mm lijn ten opzichte van de gebogen andere lijnen. Aangezien voor de praktijk de zeeffractie  $< 19$  mm van veel belang is (spijl-afstand zeefketting aardappelrooimachine) zijn ook voor de andere pF-waarden deze  $< 19$  mm lijnen geconstrueerd en weergegeven in fig. 6.

Het blijkt nu, dat het totaal percentage  $< 19$  mm bij de verschillende pF-waarden zeer weinig veranderd; met andere woorden de hellingstangens is nagenoeg constant en bedraagt voor de onderzochte gronden ongeveer 5/6. De berekende V-cijfers steunen dus op een verkruimelingspatroon waarbij het gehalte aan één zeeffractie gecorreleerd is aan dat van een andere.

Een overzicht van de gemiddelde totaal percentages grond bij de verschillende pF-waarden wordt weergegeven in bijlage 1.

#### 4. Samenvatting en conclusies

Om de bewerkbaarheid van gronden van onnatuurlijke samenstelling (bijvoorbeeld ontstaan onder invloed van grondverbeteringsmaatregelen) te kunnen voorspellen, is een laboratoriummethode ontwikkeld waarbij monsters bij iedere gewenste vochtspanning op hun verkruimelbaarheid getoetst kunnen worden.

De energie toevoer bij grondbewerking wordt hier nagebootst door het ringmonster van een bepaalde hoogte te laten vallen. Bij toetsing van deze methode op een groot aantal proefvelden waarvan de bewerkbaarheid door BOEKEL (1963) op andere wijze ( $U_g/V_c$ ) verhouding vochtgehalte uitrolgrens/veldcapaciteit is vastgelegd blijkt er een positieve correlatie tussen beide methoden te bestaan.

De spreiding die in de betrekking tussen  $U_g/V_c$  en het V-cijfer wordt gevonden kan op grond van het beschikbare materiaal niet aan fouten in een van beide methoden worden toegeschreven.





Uit proeven met klei- zandmengsels die met kunstmatige monsters zijn uitgevoerd blijkt een goede overeenstemming met de in de praktijk geconstateerde verbetering door middel van bezanding op zware kleigronden.

Een verdere ontwikkeling van de hier beschreven methode lijkt dan ook nuttig.

#### Literatuur

BOEKEL, P. (1963) Invloed van de zwaarte op enkele fysische eigenschappen van de grond. Landbouwkundig Tijdschrift 75, 11 : 507-518

\_\_\_\_\_ (1966/1968) Cursus Bodemkunde.

\_\_\_\_\_ (1965) Karakterisering van de slempgevoeligheid van zavelgronden door bepaling van de consistentie. Landbouwkundig Tijdschrift 77, 7 : 306-311

PERFOK, U.D. en L. HAVINGA, I.C.W. Nota 442 d.d. 16 febr. 1968.

... van de ...  
 ... van de ...  
 ... van de ...  
 ... van de ...  
 ... van de ...

... van de ...  
 ... van de ...  
 ... van de ...  
 ... van de ...  
 ... van de ...

... van de ...  
 ... van de ...

Gemiddelde totaalpercentages grond van diverse zeeffracties bij verschillende pf-waarden

Bijlage 1

zeeffractie

V cijfers

% kalktoestand

Ug/Vo

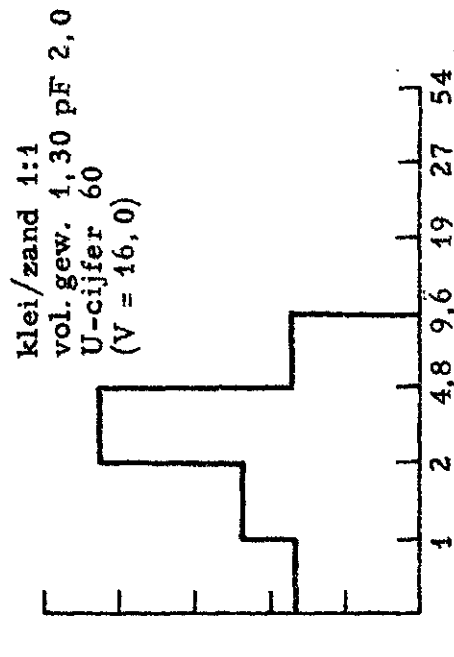
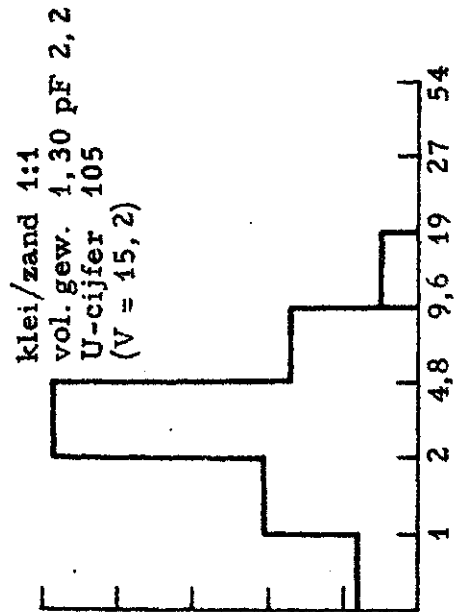
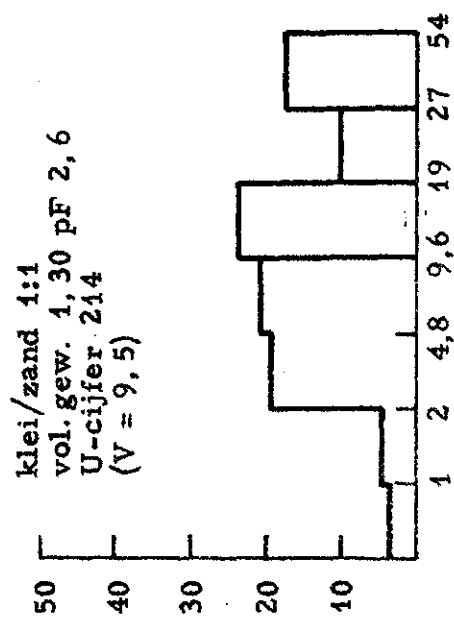
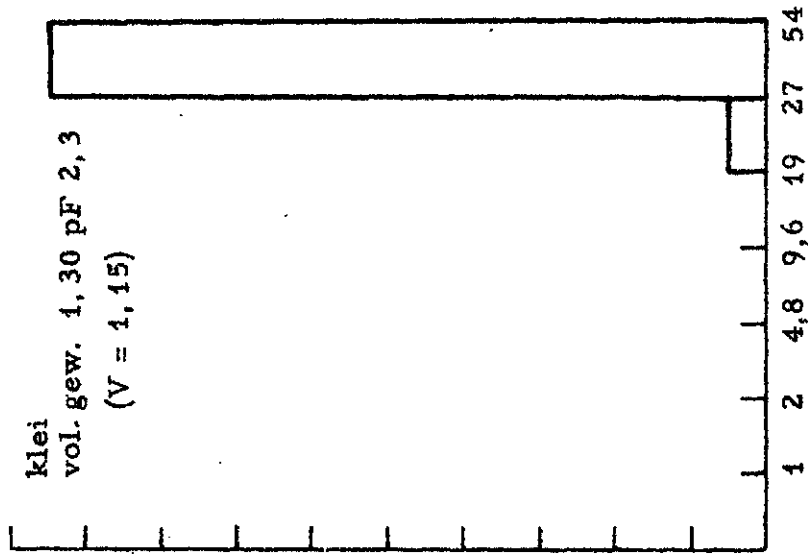
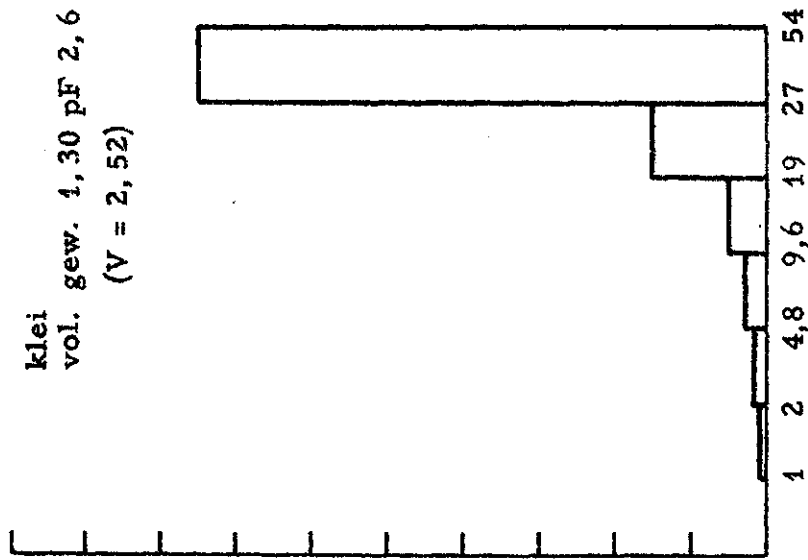
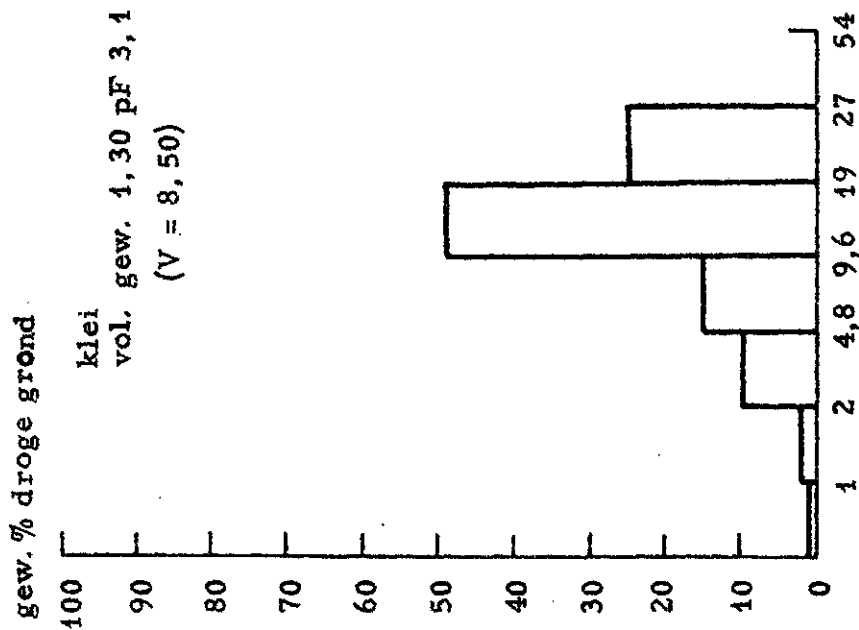
pf perceel no.	< 2,0 mm.				< 4,8 mm.				< 9,6 mm.				< 19,0 mm.				< 27 mm.				% kalktoestand	% org.	Ug/Vo												
	1,8	2,0	2,3	2,5	2,7	1,8	2,0	2,3	2,5	2,7	1,8	2,0	2,3	2,5	2,7	1,8	2,0	2,3	2,5	2,7				1,8	2,0	2,3	2,5	2,7							
7	1,7	6,6	9,7	10,7	10,1	4,8	14,9	20,3	22,6	20,1	8,9	26,1	34,1	36,8	36,8	17,2	44,1	58,3	59,1	60,4	29,1	55,1	70,1	72,9	80,4	3,1	6,2	7,8	8,2	8,3	16,7	5	1,8	0,83	
12	3,1	4,4	7,1	7,2	9,2	8,8	12,0	13,9	15,9	18,0	17,5	22,0	25,1	28,1	30,6	31,9	41,8	40,2	50,2	50,9	48,0	49,1	54,1	69,0	61,9	5,3	5,6	5,9	7,0	7,1	12,6	9	1,9	0,95	
56	2,9	3,3	2,2	3,6	4,3	9,4	9,9	6,4	9,4	10,5	19,2	19,9	13,2	17,4	18,8	32,2	35,5	27,2	30,9	37,5	40,5	56,0	40,8	48,4	61,5	4,7	5,3	4,1	4,8	5,6	20,6	5	1,8	0,88	
201	0,0	-	0,4	0,2	0,3	0,0	-	1,4	0,6	1,0	0,0	-	2,2	1,4	2,0	0,0	-	3,1	2,6	3,6	0,0	0,0	-	4,8	2,6	4,2	1,0	1,0	1,4	1,3	1,4	55,5	6	2,9	0,76
73	0,0	-	0,7	0,1	0,2	0,0	-	2,1	0,5	0,6	0,0	-	5,3	1,0	1,7	0,0	-	11,4	2,0	4,3	0,0	0,0	-	17,4	5,8	8,0	1,0	1,0	2,3	1,3	1,5	31,6	9	1,8	0,85
66	0,0	-	-	-	0,02	0,0	-	-	-	-	0,0	-	-	-	0,42	0,0	-	-	-	-	1,6	0,0	-	-	-	2,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	38,9	11	2,2	0,80
23	3,3	3,1	7,5	11,4	10,1	10,6	8,7	17,8	25,3	20,7	24,2	19,4	28,4	45,8	39,0	37,8	36,7	47,9	65,9	60,9	56,8	54,1	59,0	78,1	70,4	5,6	5,2	7,4	9,0	8,5	19,5	11	1,9	0,94	
43	0,0	-	0,9	0,8	0,8	0,0	-	2,3	2,2	1,9	0,0	-	5,8	7,8	5,1	0,0	-	12,5	14,1	13,4	0,0	0,0	-	21,1	21,3	22,6	1,0	1,0	2,5	2,7	2,5	34,1	3	1,9	0,82
108	7,5	6,2	11,8	12,5	19,6	22,6	17,5	28,4	25,7	33,4	44,1	34,2	48,9	42,0	48,1	68,8	52,3	66,8	64,3	64,6	78,6	61,0	74,7	82,8	86,5	8,8	7,1	9,2	9,1	9,9	17,5	14	1,8	0,94	
106	0,0	0,5	2,0	2,8	1,2	0,0	1,5	6,3	7,3	3,5	0,0	3,7	11,6	12,9	6,6	0,0	6,3	19,9	21,2	11,7	0,0	0,0	8,4	26,0	29,2	18,9	1,0	1,7	3,3	3,6	2,4	33,7	13	2,2	0,77
105	0,0	0,5	0,4	2,2	1,0	0,0	1,8	1,7	5,5	2,9	0,0	4,2	4,3	10,8	5,5	0,0	10,0	7,0	25,9	9,9	0,0	14,8	9,7	36,3	12,3	1,0	2,1	1,8	3,8	2,3	29,2	12	1,7	0,77	
103	0,0	-	0,3	-	-	0,0	-	0,8	-	-	0,0	-	1,4	-	-	0,0	-	2,2	-	-	0,0	0,0	-	2,9	-	-	1,0	1,0	1,3	1,0	1,0	45,4	13	2,3	0,72
112	4,4	6,9	8,4	9,3	10,1	14,1	20,0	20,3	19,5	20,2	29,7	36,5	35,5	32,4	32,6	51,1	48,4	54,1	52,9	55,8	64,4	54,1	75,4	67,7	69,3	6,8	7,3	7,8	7,5	7,6	15,1	12	1,8	0,94	
100	2,2	3,3	10,7	12,1	9,9	8,0	8,6	25,7	24,1	21,4	19,4	17,9	42,5	37,1	36,3	40,3	36,8	63,0	57,1	58,0	52,3	49,1	71,0	59,1	71,7	5,2	5,0	8,6	7,1	7,9	22,5	5	1,8	0,81	
49	2,9	3,8	6,6	8,2	9,3	10,7	11,6	16,4	19,8	22,3	23,4	21,7	31,3	35,0	39,0	42,6	39,6	50,6	54,1	61,6	56,8	52,4	59,1	65,3	78,2	5,8	5,4	6,7	7,3	8,4	22,8	8	1,6	0,87	
14	4,7	2,3	7,5	4,5	3,2	14,9	6,1	21,0	9,8	6,8	27,7	12,0	35,3	16,8	12,0	53,9	24,1	54,2	27,5	18,4	70,7	34,7	61,4	39,5	26,2	7,3	3,8	7,6	4,5	3,3	34,7	15	2,8	0,82	
16	2,1	1,1	-	1,2	3,5	6,6	3,5	-	3,8	8,5	13,4	6,3	-	7,5	14,0	20,6	10,8	-	12,3	17,4	26,0	20,2	-	21,5	17,5	3,4	2,4	1,0	2,6	3,2	39,5	11	2,4	0,78	
47	7,0	9,1	11,7	13,1	10,2	20,0	23,0	24,9	28,2	22,8	38,0	41,9	40,4	44,3	39,7	61,9	64,9	57,3	62,4	62,4	74,4	73,2	74,1	74,0	69,1	7,8	8,6	8,6	8,9	8,3	17,2	5	1,6	0,90	
119	1,6	0,2	2,9	0,1	1,8	3,6	0,6	7,3	0,5	5,7	6,5	1,0	11,4	1,8	12,0	13,4	1,4	20,3	4,1	24,8	16,9	1,4	28,4	11,8	34,9	2,5	1,1	3,5	1,6	3,8	36,3	10	2,4	0,77	
137	4,1	7,4	15,9	11,9	15,3	9,2	18,2	29,8	23,8	29,4	16,5	32,4	46,2	40,8	47,2	30,4	52,8	63,7	64,3	67,4	44,7	63,5	76,5	77,5	75,2	4,7	7,2	9,3	8,8	9,4	11,3	8	1,6	1,06	
141	0,2	0,4	2,4	2,0	2,1	0,4	1,5	6,3	5,5	6,0	0,45	3,2	12,6	10,3	11,8	1,05	6,0	21,6	19,5	24,2	1,8	12,9	37,9	23,0	35,6	1,1	1,8	3,8	4,1	3,8	28,9	14	1,8	0,79	
143	0,0	0,7	2,5	1,5	1,7	0,0	2,3	6,4	4,2	4,7	0,0	5,0	11,7	8,0	9,7	0,0	9,9	23,3	16,5	14,8	0,0	16,5	32,7	22,0	18,4	1,0	2,2	3,7	2,8	2,8	24,5	14	1,7	0,85	
125	3,5	6,4	9,2	2,7	8,9	11,4	16,5	22,1	8,4	21,9	23,7	30,0	37,2	17,0	40,2	41,3	49,4	53,6	34,3	62,1	53,2	63,2	66,9	46,5	74,8	5,7	6,8	7,7	4,8	8,4	38,7	15	2,1	0,79	
151	5,5	10,7	15,5	13,6	9,5	13,8	24,2	29,2	28,3	19,9	26,5	43,3	47,2	49,5	33,5	40,9	65,2	69,6	77,5	56,2	54,9	69,6	82,7	85,1	68,2	5,9	8,6	9,7	10,0	7,7	13,0	5	1,3	0,99	
21	0,04	0,2	0,1	0,8	0,1	0,09	0,5	0,6	2,5	0,3	0,29	1,1	1,3	5,6	0,5	0,9	1,8	2,2	10,7	1,0	1,9	4,8	6,2	14,2	3,6	1,1	1,3	1,4	2,2	1,1	53,6	15	3,3	0,88	
124	0,3	0,6	-	1,2	0,3	1,0	1,9	-	3,7	1,2	2,2	4,1	-	7,6	2,3	4,8	8,4	-	14,1	4,4	8,6	14,8	-	20,2	6,6	1,8	2,0	1,0	2,6	1,5	27,4	15	1,7	0,76	

THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
DIVISION OF PHYSICS  
PHYSICS DEPARTMENT  
5712 S. DICKINSON DRIVE  
CHICAGO, ILL. 60637  
TEL: 773-936-3700

MEMORANDUM  
TO: [illegible]  
FROM: [illegible]  
SUBJECT: [illegible]

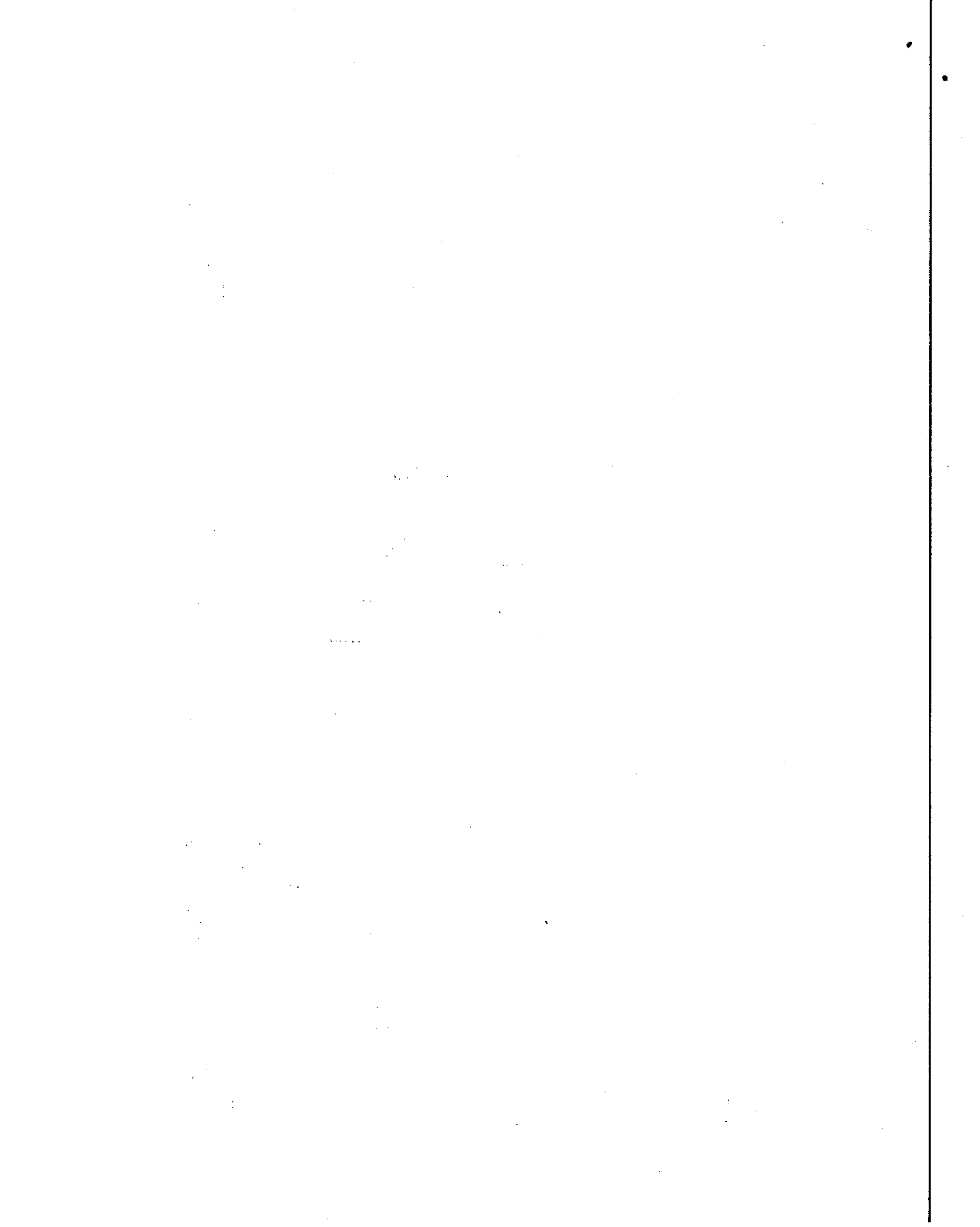
[The remainder of the page contains extremely faint and illegible text, likely a technical report or letter.]

RECEIVED  
[illegible]  
[illegible]



Zeefdiameter in mm (kluutgrootte)

Zeefdiameter in mm (kluutgrootte)



Verkruimelingspatroon bij V-cijfer 5,4

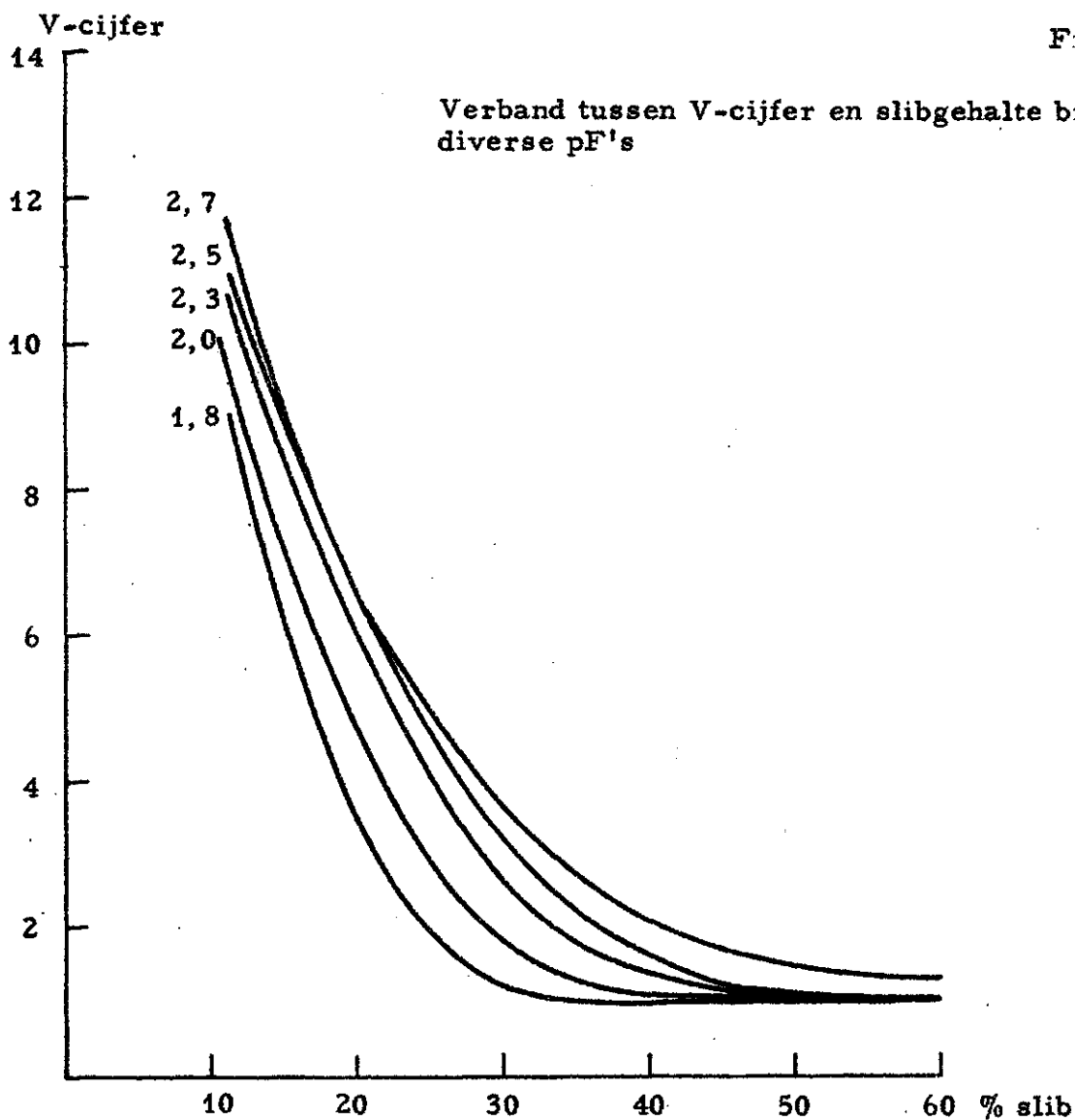
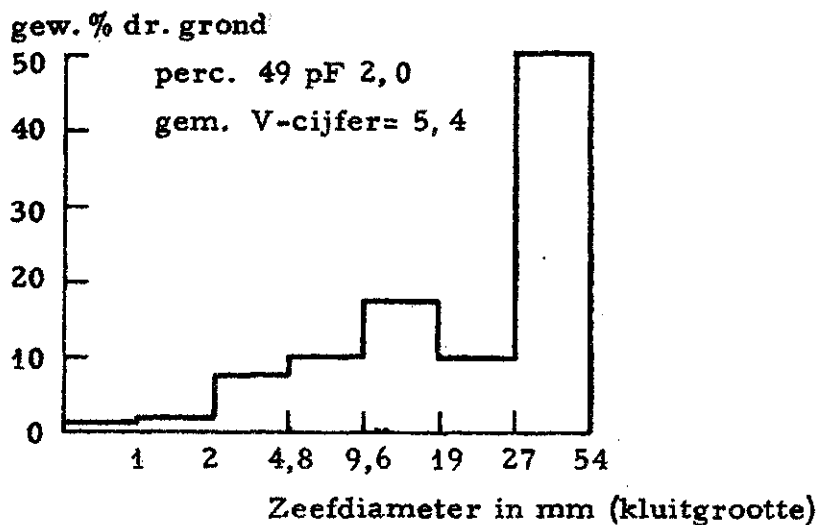
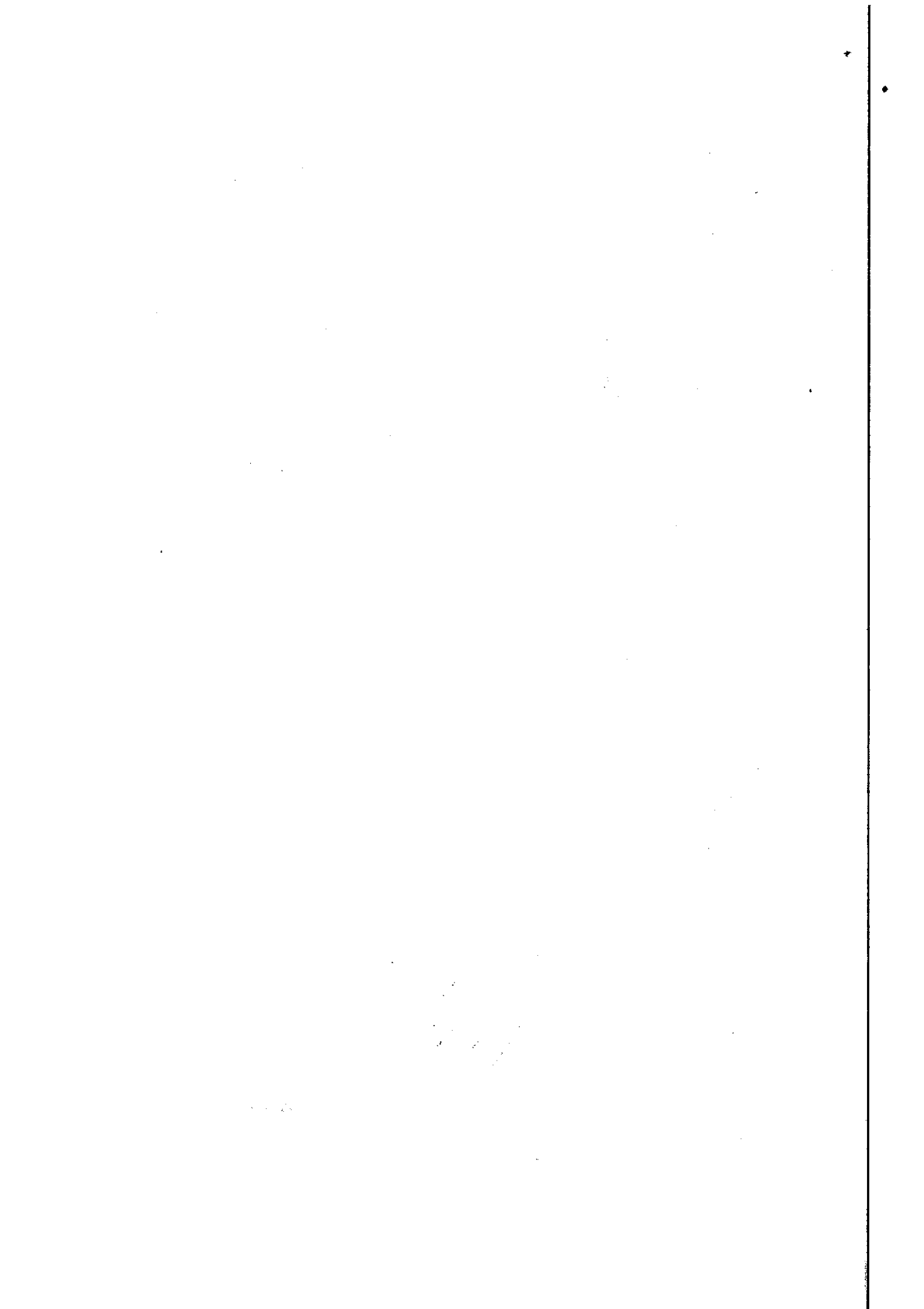


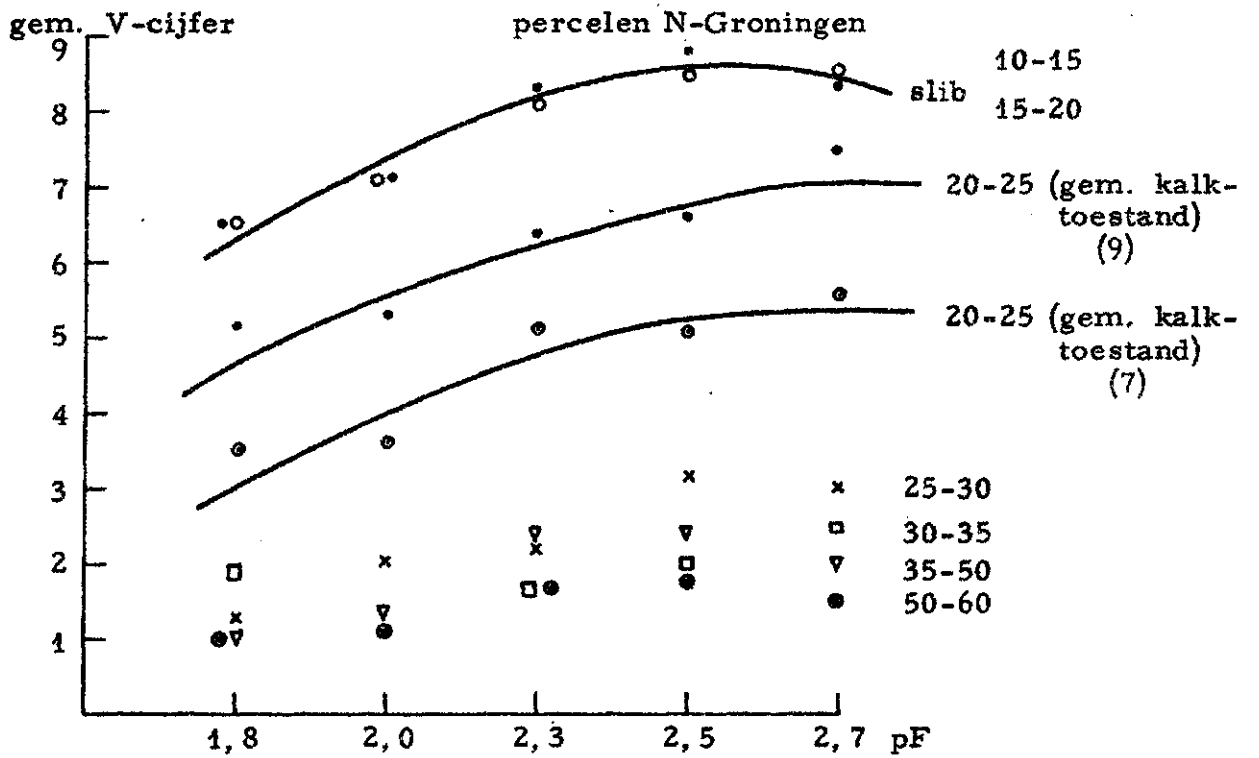
Fig. 2a





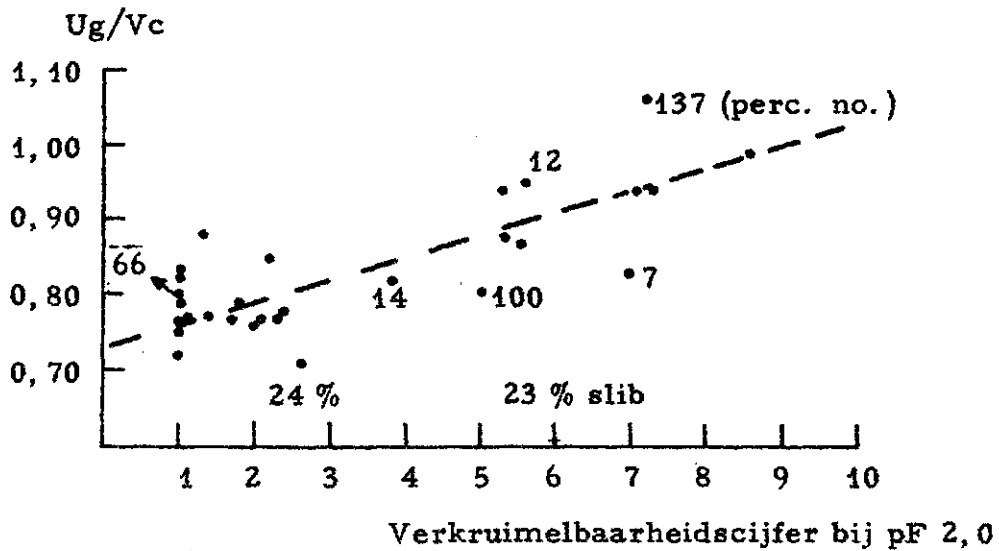
Verband tussen V-cijfer en pF in afhankelijkheid van slibgehalte en kalktoestand

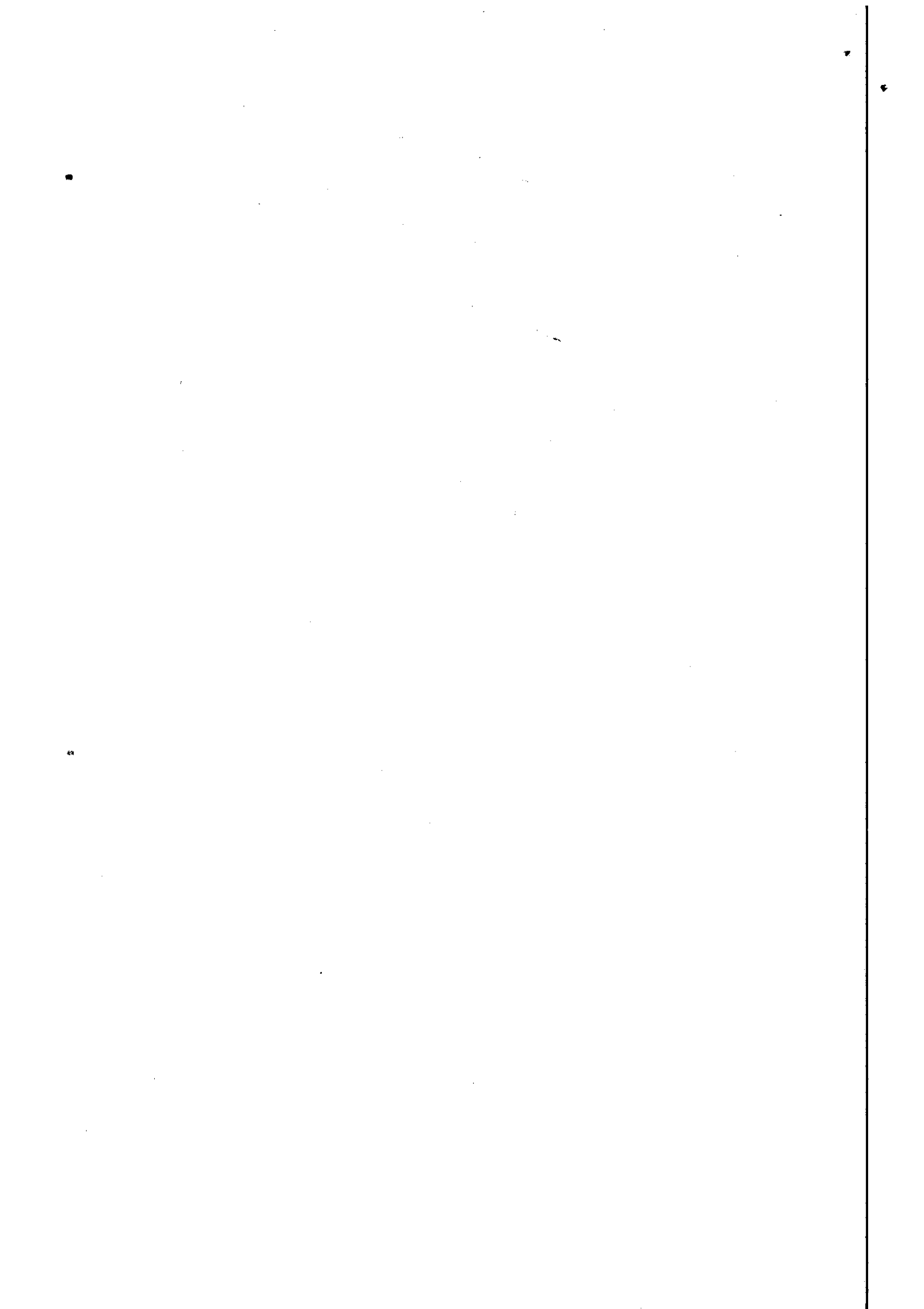
Fig. 3



Verband tussen Ug/Vc en Verkruijmelbaarheidscijfer bij pF 2,0

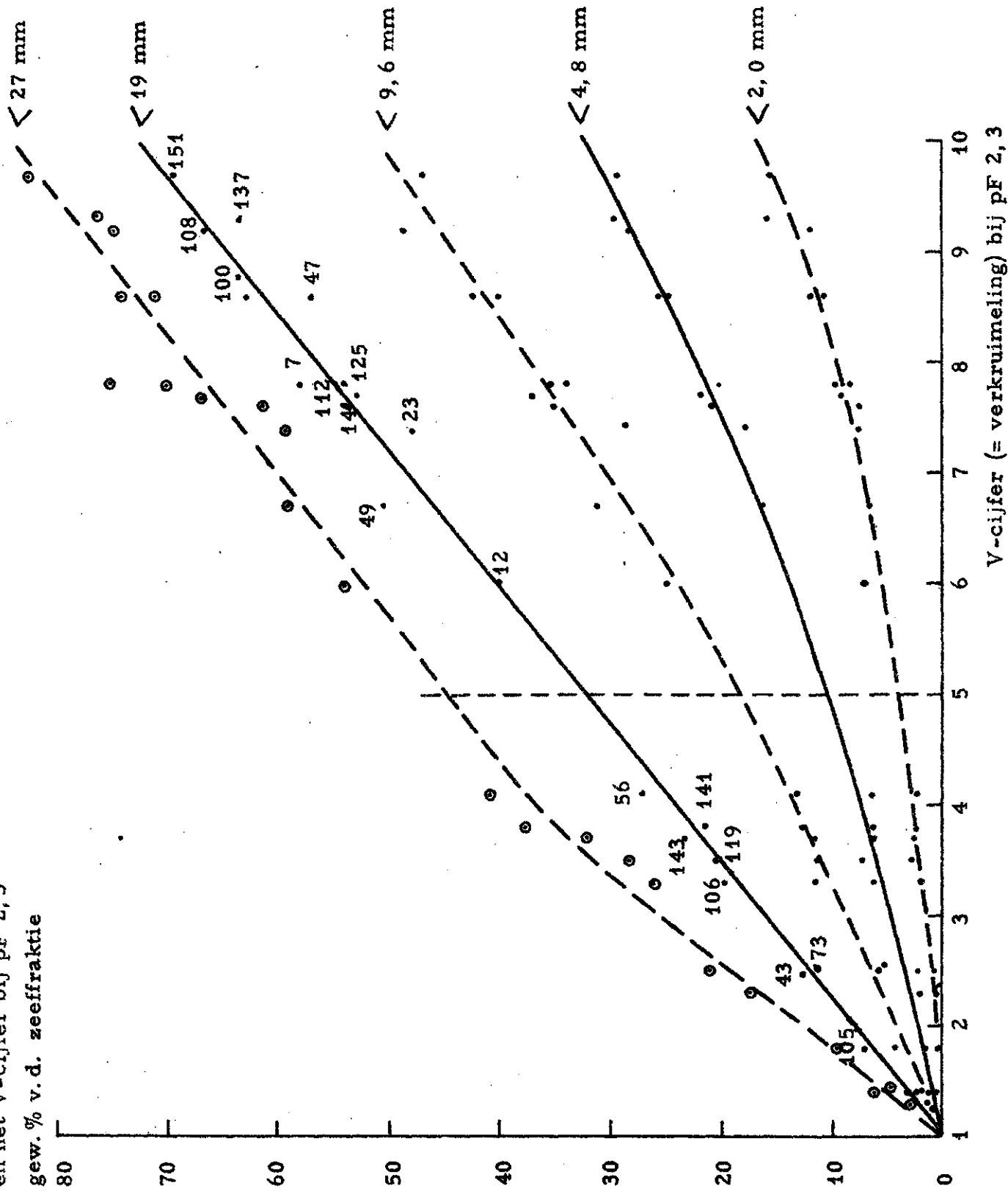
Fig. 4

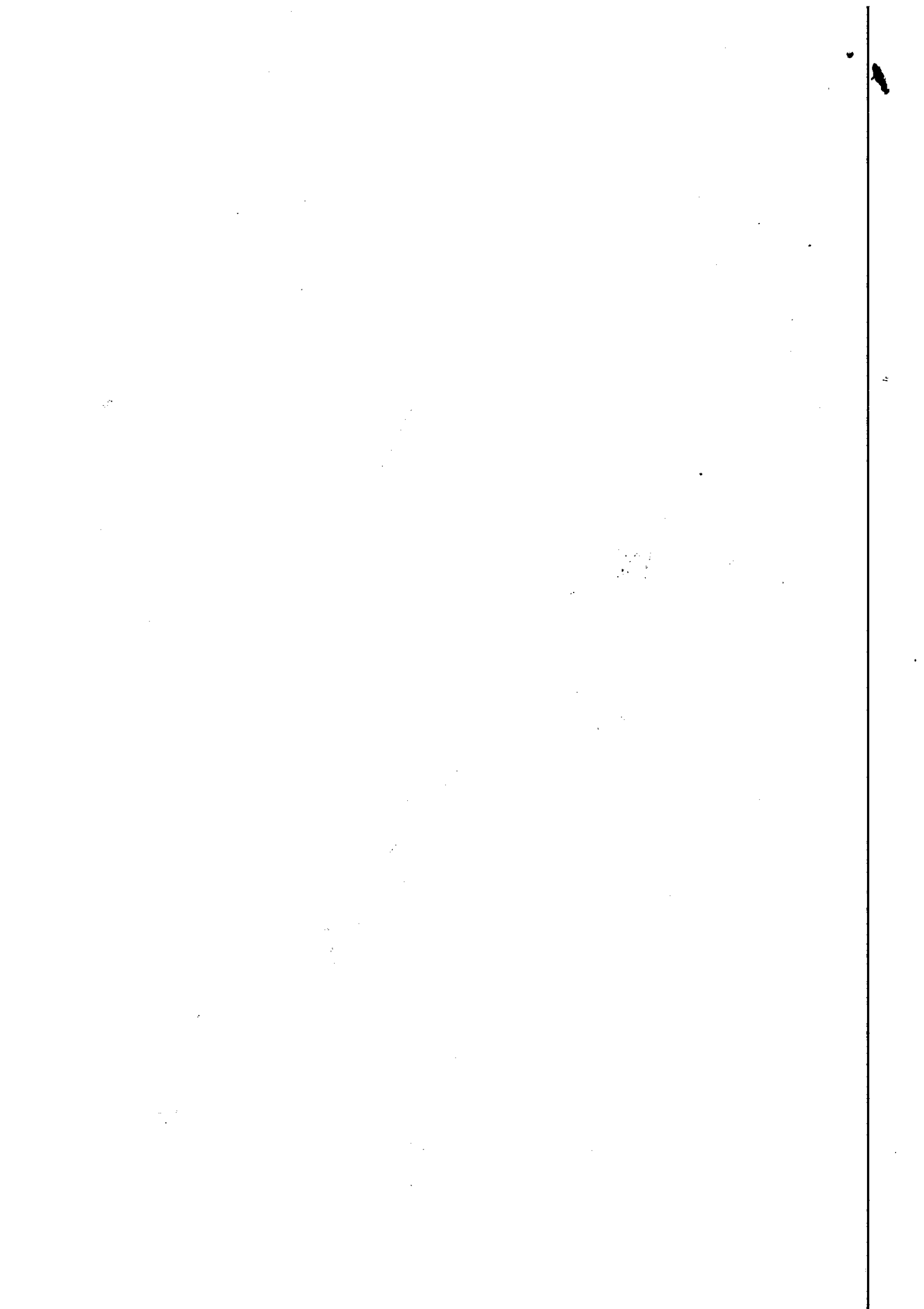




Verband tussen gewichtsprocenten van alle gronddeeltjes < 27 mm, 19 mm enz. en het V-cijfer bij pF 2,3 gew. % v. d. zeeffraktie

Fig. 5





totaal % < 19 mm bij verschillende pF -waarden

Fig. 6

