

DE LUTUM-SLIBVERHOUDINGEN IN RIVIERKLEIGRONDEN

Percentile ratios of particles <2 mu and < 16 mu in river-clay soils

door/by

J. N. B. Poelman¹⁾

DE LUTUM-SLIBVERHOUDINGEN IN RIVIERKLEIGRONDEN

De kennis van de granulaire samenstelling van de Nederlandse gronden is van belang voor de bodemkunde. Ook de landbouw en de cultuurtechniek hebben te maken met die eigenschappen van de grond, die vooral zijn toe te schrijven aan bepaalde verhoudingen in de grootte van de minerale deeltjes.

Een belangrijke eigenschap van een grond is zijn zwaarte. In de Noord-oostpolder vond Zuur gronden, die bij hetzelfde percentage afslibbaar (deeltjes <16 mu) zich landbouwkundig verschillend gedroegen. Dit was toe te schrijven aan verschillen in het lutumgehalte (fractie <2 mu). De zeekleigronden hebben een vrij constante verhouding tussen lutum en slib, n.l. ongeveer 2/3; de z.g. sloefgronden hebben een lage lutum-slibverhouding (Zuur, 1954). Daarom is de Directie van de Wieringermeer ertoe overgegaan de zwaarte uit de drukken in lutum.

De Stichting voor Bodemkartering is daartoe omstreeks 1958 overgegaan. De schattingen en ervaringen van de karteerder in het veld kwamen beter overeen met het lutumpercentage dan met het slibpercentage van de grond bepaald in het laboratorium. Dit verschijnsel komt vooral voor in de overgangsgebieden van zoet naar zout. Voor het praktijkonderzoek wordt deze zwaarte in Nederland algemeen nog uitgedrukt in het percentage afslibbaar.

Aan de verhouding tussen lutum en slib en aan de subfracties van de slibfractie in mariene gronden is al veel aandacht besteed. (Zuur, 1936; Favejee, 1951; Wiggers, 1955; De Ridder en Wiggers, 1956; De Ridder, 1957; De Smet, 1962). Van de rivierkleigronden is echter hierover vrij weinig bekend. Zowel Favejee (1951) als De Ridder (1957) vindt heel andere waarden voor de lutum-slibverhouding in de rivierklei dan in de jong-mariene kleien. Er is volgens hen geen sprake van een constante verhouding tussen deze fracties. De samenstelling binnen de lutumfractie (d.w.z. de onderlinge verhouding tussen de subfracties) van de beschouwde monsters rivierklei is echter wel vrij constant (De Ridder, 1957; De Ridder en Wiggers, 1959; Hooghoudt, 1948).

Uit de onderzoeken van Sonneveld (1958) blijkt, dat de lutum-slibverhouding toeneemt van 1:1 bij 15 à 55% slib tot 2:1 bij hogere slibgehalten.

Zonneveld (1960) geeft als een verschil tussen rivier- en zeeklei op, dat de verhouding lutum-slib bij zeeklei tussen 65 en 70% ligt, bij rivierklei gewoonlijk tussen 60 en 65% en bij de komgrond ook wel hoger. De lutum-slibverhouding voor drie groepen van gronden in het zoetwatergetijdengebied ligt tussen 40 en 60, waarbij de buitendijkse gronden afkomstig uit het gebied met gelaagde klei- en zavelgronden in de Biesbosch en die uit het sinds 1641 bedijkte deel van het Land van Heusden en Altena een verhouding

¹⁾ Afd. Gelderland-Utrecht, Stichting voor Bodemkartering.

kleiner dan 50 hebben. De poldergronden, afkomstig uit het zandplaten- en waardengebied schommelen meestal tussen 55 en 60.

In de loop der jaren zijn door medewerkers van de Stichting voor Bodemkartering in het rivierkleigebied veel monsters genomen voor een granulaire analyse. Deze monsters werden onderzocht in het Bedrijfslaboratorium in Oosterbeek. Dit analysemateriaal werd gebruikt om ook voor de rivierklei een beter inzicht te krijgen in de wijzen, waarop de fijnste bestanddelen zich ten opzichte van elkaar verhouden. Hier worden de lutum-slibverhouding en de verdeling van het slib over de subfracties ter sprake gebracht. Het analysemateriaal is per gebied behandeld om eventueel aanwezige kenmerkende verschillen van de Maasafzettingen ten opzichte van de Rijnafzettingen te kunnen vinden. Van de Brabantse Maaskant, het Land van Maas en Waal, de Bommelerwaard en het Land van Heusden en Altena waren resultaten van uitvoerige granulaire analyses (ugo's) aanwezig. Voorts waren er van de Tielerwaard, het Utrechts Rivierkleigebied en de Betuwe een aantal resultaten van beperkt uitvoerige granulaire analyses (bugo's) voorhanden.

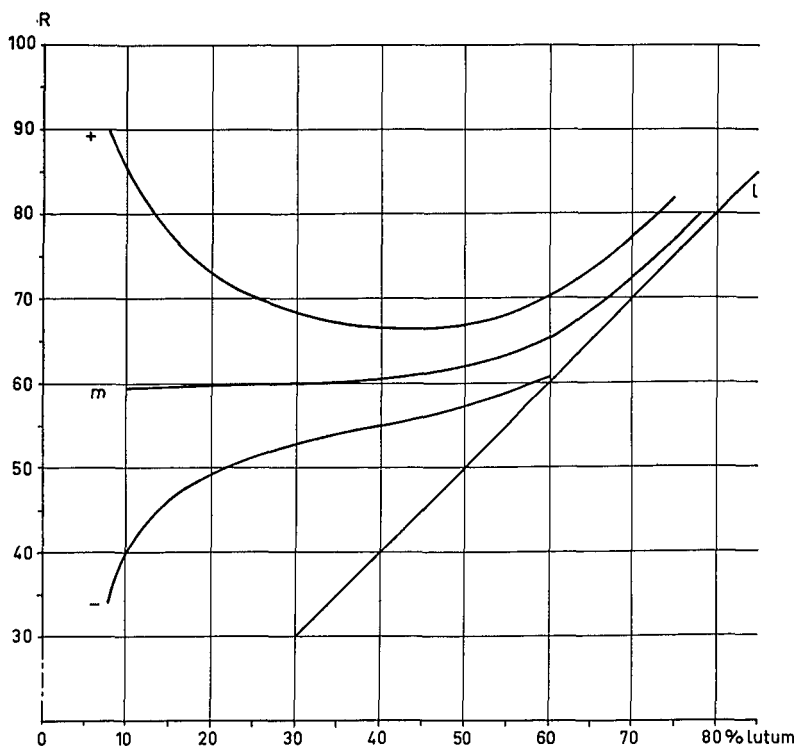


Fig. 1. De 'gemiddelde' procentuele lutum/slibverhouding (R) bij verschillende lutumgehalten van de monsters uit de Bommelerwaard (curve m) en de maximale spreiding bij een afwijking van tweemaal de hoogst toelaatbare fout (curven + en -). De lijn l geeft het verloop van R aan voor het grensgeval waarbij de monsters geheel uit slib bestaan

Fig. 1. The 'mean' percentile ratio (R) of the soil separates <2 mu to <16 mu at different contents of the separate <2 mu lutum of the samples from the Bommelerwaard region (curve m) and the maximum spreading at a deviation of twice the highest admissible error (curves + and -). Line l indicates the values of R for the borderland case of samples entirely consisting of particles <16 mu (slib)

Om de verandering van de lutum-slibverhouding met het lutumpercentage te kunnen bestuderen, werden de gegevens uitgezet in grafieken, waarin deze grootheden de variabelen zijn. Voor het gemak wordt de lutum-slibverhouding in het vervolg aangeduid met R.

De grootte van de fout in de granulaire bepaling wordt door Oosterbeek opgegeven als 1,2% absoluut. Gaan we ervan uit dat de fout in 95% van de gevallen kleiner is dan tweemaal de standaardafwijking, dan kunnen we de spreiding berekenen, die bij een bepaalde willekeurig aangenomen lijn in de figuur maximaal kan voorkomen. In figuur 1 is dit gedaan voor de 'gemiddelde' lijn van de Bommerlewaard (zie ook fig. 2); bij lage lutumpercentages kan de spreiding van R relatief groot zijn, de trechtersvorm van de grenslijnen is hiermee in overeenstemming. Gegevens waarvan het lutumgehalte minder is dan 10%, zijn weggelaten, omdat de betrouwbaarheid dan klein is. Verder moet R, de procentuele verhouding lutum:slib steeds groter zijn dan de procentuele verhouding lutum:totaal aan minerale delen, met andere woorden: R is steeds groter dan het lutumgehalte. Er kunnen dus geen punten voorkomen onder de schuine streep. Dat wil ook zeggen, dat een sediment met een constante verhouding tussen de percentages lutum en slib nooit zwaarder kan worden (uitgedrukt in % lutum) dan die verhouding groot is.

In figuur 2 zijn alle analyses van de Bommelerwaard verwerkt. Er is een

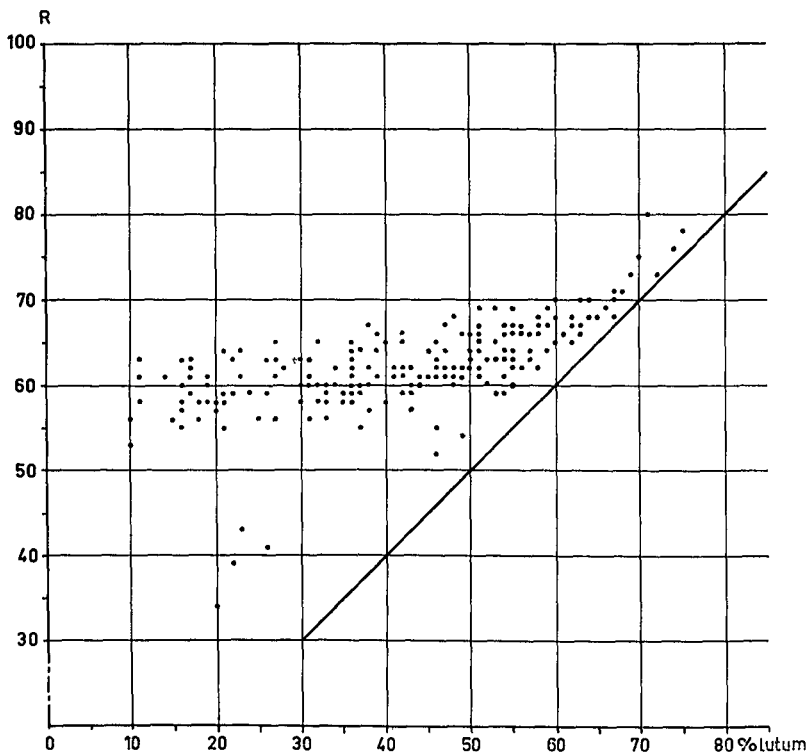


Fig. 2. Lutum-slibverhoudingen van rivierkleigronden uit de Bommelerwaard (zie fig. 1)
 Fig. 2. Values of R in river clay soils from the Bommelerwaard region (see fig. 1)

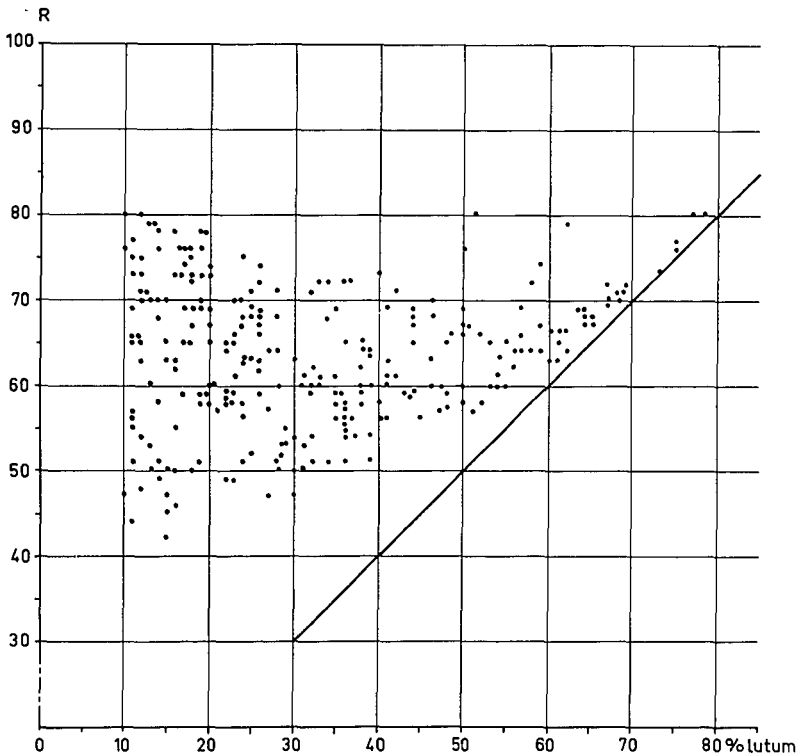


Fig. 3. Lutum-slibverhoudingen van alle monsters van de Maaskant (zie fig. 1)
 Fig. 3. Values of R in all samples from the Maaskant region (see fig. 1)

duidelijk verband tussen de beide grootheden. R neemt van 10 tot 60% lutum zeer geleidelijk toe, daarboven sterker. De zware komgronden hebben een veel hogere verhouding. De spreiding bij een bepaald lutumgehalte is niet groot, de bepalingen hebben een grote nauwkeurigheid.

Bekijken we figuur 3, waarin de monsters van de Maaskant zijn verwerkt, dan blijkt dat de spreiding van R daar veel groter is. Wanneer de rivier bij hoge standen klei afzette tegen het Laagterras van Brabant en de klei en het zand door natuurlijke homogenisatie of door menselijke activiteiten daarna werden vermengd, ontstonden gebroken gronden. De lutum-slibverhouding in deze gebroken gronden is vaak hoog. Uit figuur 2 weten we dat de hoge lutum-slibverhoudingen voorkomen bij de zware komgronden (> 50% lutum). Dit pleit voor een menging van zware komgrond met laagterraszand waarbij R niet verandert, maar het lutumgehalte uitgedrukt in percenten van minerale delen kleiner wordt. Er zullen ook wel mengingen kunnen voorkomen van lichtere riviersedimenten met het laagterraszand, bijvoorbeeld door het uitschuren van de ondergrond van de rivier. Wanneer we nu alle gegevens met een duidelijke laagterrascomponent (korrelgrootte tussen 105 en 300 mu, met een top bij de fractie 210-300 mu) uit grafiek 3 weglaten, blijft er een zwerm punten over met een veel geringere spreiding (fig. 4). De spreiding is echter wel groter dan in de gegevens van de Bommelerwaard; er komen meer gronden voor met een lagere lutum-slibverhouding. Gaan we de herkomst van deze monsters met lagere verhoudingen na, dan blijken ze

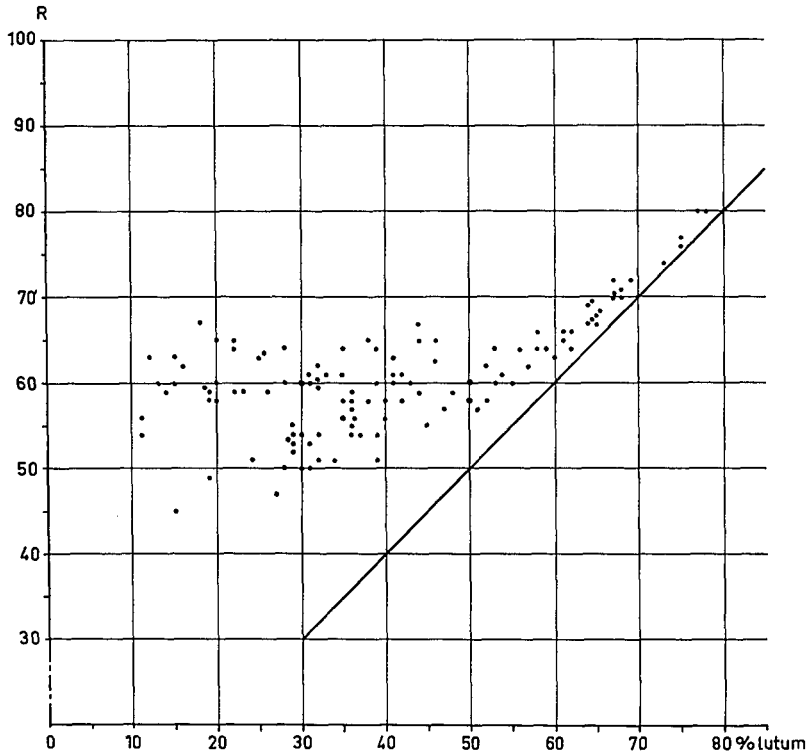


Fig. 4. Lutum-slibverhoudingen van de gronden zonder duidelijke Laagterrascomponent van de Maaskant (zie fig. 1)

Fig. 4. Values of R in soils from the Maaskant region lacking a prominent Lower Terrace component (see fig. 1)

afkomstig te zijn uit profielen gelegen in de nabijheid van Lithoyen langs en evenwijdig aan een afgesneden Maasarm. Ze moeten dus betrekkelijk jong zijn.

In het Land van Maas en Waal liggen de problemen anders dan aan de Maaskant. In figuur 5 is een groot aantal monsters weergegeven. De gronden waarvan ze afkomstig zijn, zijn globaal te scheiden in oude rivierkleigronden (oorspronkelijk rivierleemgronden, later door Pons in navolging van Van den Broek rivierterrasgronden genoemd), jonge rivierkleigronden van de Rijn (Waal) en van de Maas. De monsters in de laatstgenoemde categorieën zijn afzonderlijk weergegeven: het Maasmateriaal in figuur 6 en het Rijnmateriaal in figuur 7. Bij de stroomgronden (<35% lutum) zijn enkele uitschieters met een R >60, die kunnen worden toegeschreven aan mengingen van oorspronkelijk zwaar materiaal met licht materiaal van de rivierduinen. Bij de gronden van de Rijn is er een homogene verspreiding; bij die van de Maas ligt het zwaartepunt bij lagere verhoudingen. Wanneer we figuur 4 en 7, resp. de Maaskant en het Rijnmateriaal, met elkaar vergelijken, zien we dat de puntenzwermen elkaar voor het grootste deel dekken.

Voegen we figuur 4 en 6 resp. de Maaskant en het Maasmateriaal, samen tot figuur 8, waarin dus alle gronden van de Maas zijn samengebracht, en trekken we een lijn door de zwaartepunten, dan komt deze maar weinig lager te liggen dan een zelfde lijn in het Rijnmateriaal. Er is dus de tendens,

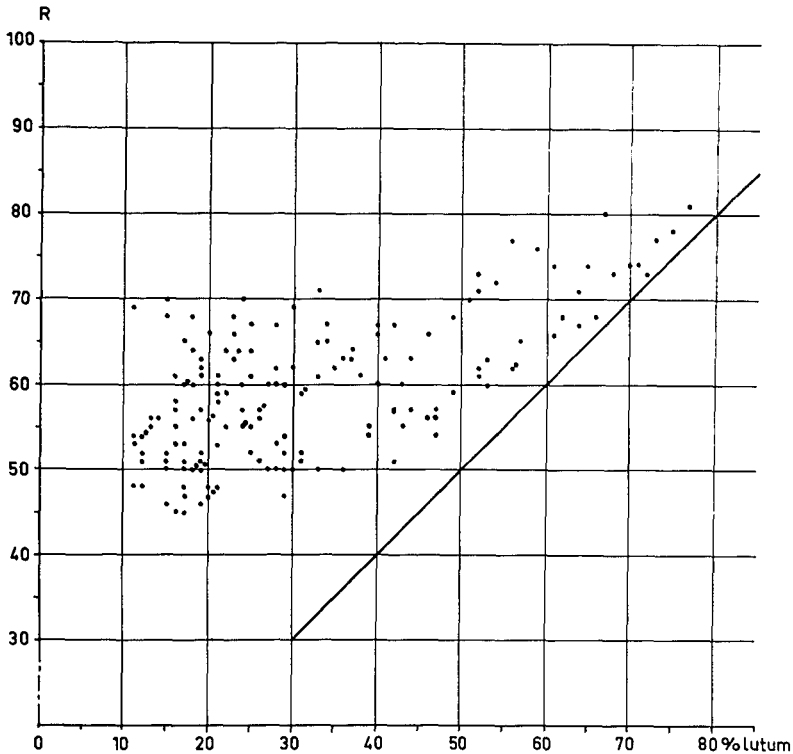


Fig. 5. Lutum-slibverhoudingen van alle monsters uit het Land van Maas en Waal (zie fig. 1.)

Fig. 5. Values of R in all samples from the Maas en Waal region (see fig. 1)

dat het afzettingsmateriaal van de Maas een lagere R heeft dan het Rijnmateriaal, maar een onderscheiding te maken tussen Rijn- en Maasmateriaal op grond van de lutum-slibverhouding is erg gewaagd.

Het Land van Heusden en Altena ligt in het overgangsgebied van rivierklei- en estuariumgronden. Deze onderscheiding is in het analysemateriaal, dat óf uitgebreid óf beperkt granulair onderzocht is, zo goed mogelijk doorgevoerd. Daaruit resulteren figuur 9, waarin de rivierkleigronden, en figuur 10, waarin de estuariumgronden zijn weergegeven. Figuur 10 berust grotendeels op bugo-monsters van de bouwvoor.

Figuur 9 komt het meest overeen met figuur 2: de Bommelerwaard, en met figuur 7: het Rijnmateriaal uit Maas en Waal.

Figuur 10 komt nog het dichtst bij figuur 8, toont dus overeenkomst met de gronden van de Maas, maar het zwaartepunt van de figuur ligt hier dieper: ongeveer bij een R van 52. Er zijn, zowel bij de Maasgronden als bij de estuariumgronden, vrijwel geen monsters met een $R < 45$.

Op grond van deze gegevens is het niet mogelijk aan te nemen, dat de lage lutum-slibverhoudingen van de estuariumgronden afkomstig zijn van recente Maassedimenten.

Gegevens uit het overgangsgebied van estuarium naar zoute afzettingen, gelegen ten westen van het Land van Heusden en Altena, sluiten hierbij aan. Deze gegevens zijn afkomstig van ir. C. van Wallenburg; het zijn monsters,

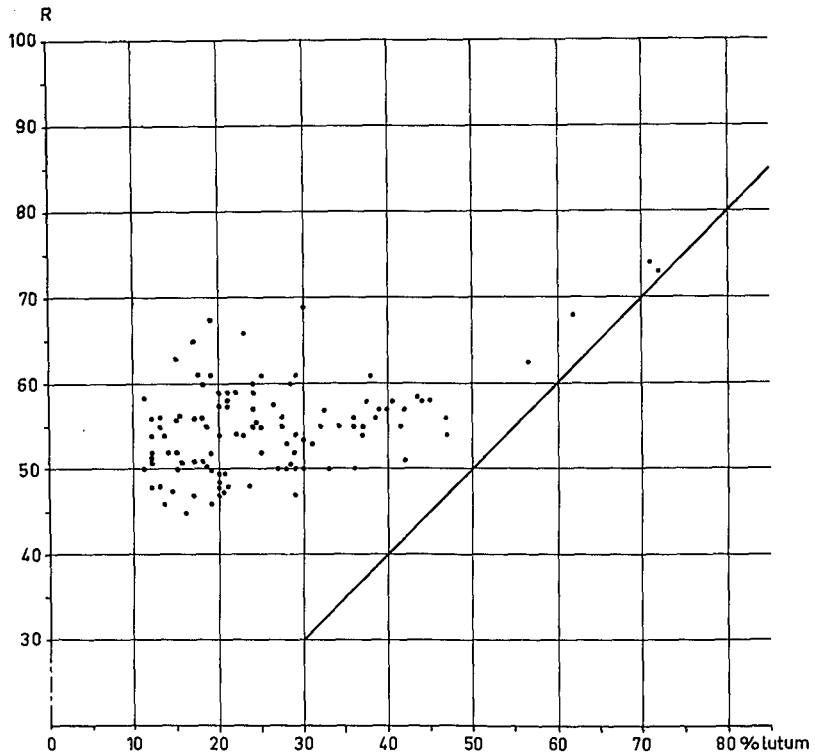


Fig. 6. Lutum-slibverhoudingen van jonge rivierkleigronden van de Maas in het Land van Maas en Waal (zie fig. 1)

Fig. 6. Values of R in young river clay soils of the Meuse from the Maas en Waal region (see fig. 1)

die beperkt granulair zijn onderzocht. Figuur 11 geeft de estuariumgronden weer en figuur 12 de zeekleigronden. De groepen punten liggen vrij goed van elkaar gescheiden. De estuariumgronden hebben dezelfde spreiding in de lutum-slibverhouding als die uit het Land van Heusden en Altena, maar over een wijder lutumtraject. De zeekleigronden geven een flinke spreiding van R te zien, de lijn door het gemiddelde van de punten zal ongeveer bij $R = 64$ komen te liggen.

De estuariumgronden onderscheiden zich niet alleen door een lage lutum-slibverhouding, maar ze hebben ook een relatief grotere fractie 16-50 mu. We kunnen dat duidelijk maken met twee figuren n.l. figuur 13 en 14. Hierin is uitgezet de fractie 16-50 mu tegen de lutumfractie. Figuur 13 bevat de monsters uit het estuariumgebied van Heusden en Altena; figuur 14 rivierkleimonsters uit Heusden en Altena en Tielerwaard. Deze laatste monsters, afkomstig uit een gebied, dat dicht bij de overgangszone ligt, waren nodig om het tekort aan monsters van rivierklei uit Heusden en Altena aan te vullen en het beeld vollediger te maken. De rivierkleigronden vertonen een top bij 30% lutum; het maximum van de fractie 16-50 mu is dan 33%. Bij de estuariumgronden ligt 2/3 van het aantal monsters boven dit maximum. De overige rivierkleigronden vertonen hetzelfde beeld als in figuur 14 is gegeven; alleen de afzettingen van de Maas in Maas en Waal hebben een iets hoger maximum.

Het laatste gebied met een afwijkend beeld in de lutum-slibverhoudingen

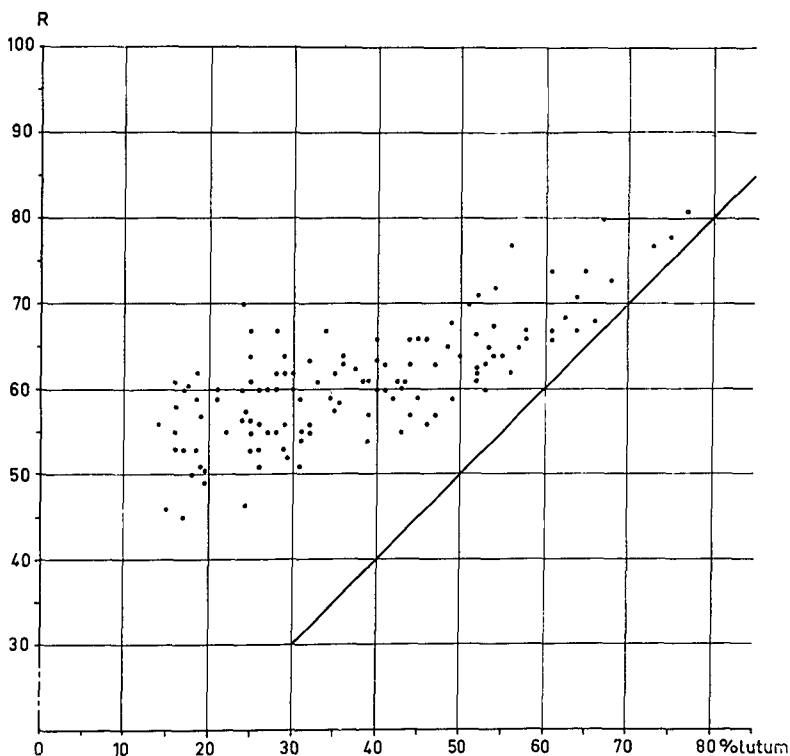


Fig. 7. Lutum-slibverhoudingen van jonge rivierkleigronden van de Rijn (Waal) in het Land van Maas en Waal (zie fig. 1)

Fig. 7. Values of R in young river clay soils of the Rhine (Waal) from the Maas en Waal region (see fig. 1)

is de rivierklei in de provincie Utrecht; figuur 15 laat dit zien. Er waren geen monsters met een uitvoerige granulaire analyse; ze zijn alle beperkt granulair onderzocht. Bij de lichtere profielen zijn er enkele, waarin duidelijke bodemvorming werd geconstateerd. De hoge lutum-slibverhoudingen zijn hier dan ook toe te schrijven aan inspoeling van lutum. De met een kruisje aangegeven monsters zijn genomen uit textuur-B-horizonten. De verklaring van de afwijkingen aan de zware kant is met minder zekerheid te geven. Afgezien van enkele bouwvoormonsters, die 'besmet' kunnen zijn met sloopmodder of ander, oorspronkelijk niet tot het sediment behorend materiaal, hebben de monsters met een relatief hoge lutum-slibverhouding, ook een relatief grote fractie 16-50 mu. Dit laatste zou een zelfde oorzaak kunnen hebben als bij de reeds besproken estuariumgronden, maar daar gaat het te veel aan fractie 16-50 mu gepaard met relatief lage lutum-slibverhoudingen. Ook in andere gebieden zoals de Alblasserwaard, het Land van Culemborg enz., komen deze uitzonderingen voor. Er is echter te weinig materiaal om er met zekerheid meer over te zeggen.

Een tweede punt van beschouwing is de onderlinge verhouding van de subfracties van de slibfractie. Deze fractie (<16 mu) wordt bij het uitgebreid granulair onderzoek onderverdeeld in <2, 2-4, 4-8 en 8-16 mu. Voor een goede vergelijking is de slibfractie op 100 gesteld en het aandeel van de subfracties daarin berekend. Verder zijn de gegevens in groepen van 5%

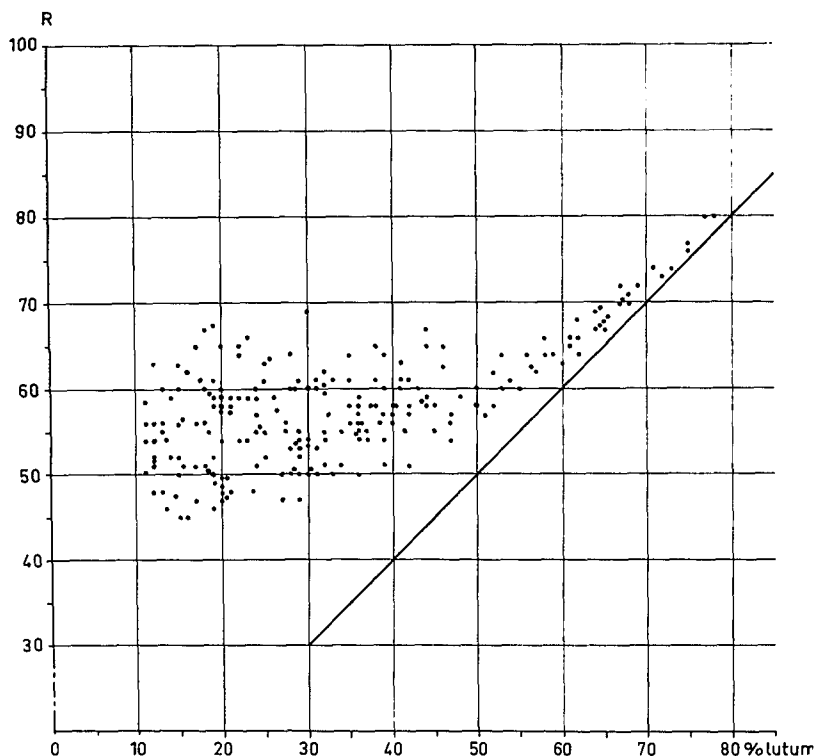


Fig. 8. Lutum-slibverhoudingen van gronden van de Maas aan de Maaskant en in het Land van Maas en Waal (zie fig. 1, 4 en 6)

Fig. 8. Values of R in soils of the Meuse: Maaskant and Maas en Waal regions (see fig. 1, 4 and 6)

lutum als volgt samengenomen: 10-15, 15-20 enz. tot 70 of 75. De groepen 0-10 werden weggelaten vanwege de grote fout waarmee deze cijfers behept kunnen zijn. Zo werden behandeld de monsters van het Land van Maas en Waal, de Maaskant, de Bommelerwaard, het Land van Heusden en Altena

TABEL 1. Procentuele verdeling van de subfracties van 0-16 mu in verschillende rivierkleigebieden

Gebied / Area Lutumgroep / Clay content ¹⁾	Maas en Waal					Maaskant				
	n ²⁾	<2	2-4	4-8	8-16	n ²⁾	<2	2-4	4-8	8-16
11-15	18	54	9	13	24					
16-20	35	54	11	14	20					
21-25	26	59	9	13	18					
26-30	19	56	10	14	20	8	53	11	15	22
31-35	11	60	9	13	18	10	59	10	13	18
36-40	10	60	13	12	15	16	57	11	14	19
41-45	8	57	12	15	16	8	63	11	12	17
46-50	8	61	10	14	15	5	59	11	14	16
51-55	8	67	12	12	11	7	61	12	13	14
56-60	4	66	11	12	11	6	64	11	14	12
61-65	6	70	11	11	8	12	67	11	12	10
66-70	3	73	11	11	6	5	71	11	11	8
> 70 of 71-75	6	76	9	9	5	3	76	11	9	4
> 75						2	81	12	5	3

¹⁾ clay = soil separate < 2 mu

²⁾ n = aantal waarnemingen / number of observations

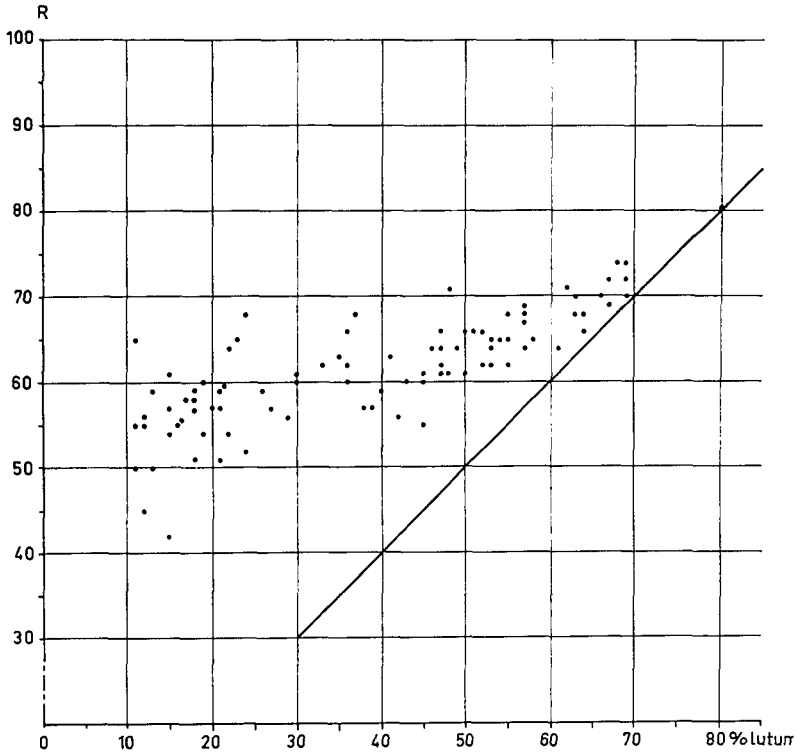


Fig. 9. Lutum-slibverhoudingen van rivierkleigronden in het Land van Heusden en Altena (zie fig. 1)

Fig. 9. Values of R of river clay soils from the Heusden en Altena region (see fig. 1)

(gescheiden in rivierklei- en estuariumgronden). De resultaten zijn samengebracht in tabel 1. Bij elke groep monsters is het aantal vermeld onder n. Het cijfermateriaal levert hetzelfde globale beeld op als de hiervoor besproken grafieken. Het relatieve aandeel van de lutum neemt toe bij de hoge

TABLE 1. Percentile distribution of the soil separates from 0 to 16 μ in different river-clay areas

Bommelerwaard					Land van Heusden en Altena (rivierklei / river clay)					Land van Heusden en Altena (estuarium / estuary)				
n ²)	<2	2-4	4-8	8-16	n ²)	<2	2-4	4-8	8-16	n ²)	<2	2-4	4-8	8-16
8	61	14	13	13	3	57	11	15	18	0				
21	59	12	13	17	9	57	12	12	19	5	47	14	12	27
13	60	10	12	17	4	64	10	12	14	3	51	10	12	27
11	62	10	12	16	5	59	13	11	17	8	51	12	13	25
20	61	10	12	16	2	62	10	10	18	7	57	9	13	21
25	62	10	12	16	6	60	12	12	15	5	59	14	12	15
19	62	11	13	15	4	59	15	14	13					
32	62	11	13	14	10	64	12	12	12					
31	63	12	12	12	11	65	12	12	9					
21	66	12	12	11	5	67	12	12	9					
18	67	12	11	9	7	69	12	12	8					
11	71	12	10	7	7	72	11	10	6					
4	77	10	8	5										

TABEL 2. Procentuele verdeling van de subfracties van 0-25 mu in verschillende rivierkleigebieden

Gebied / Area	Maas en Waal						Maaskant					
	n ²⁾	<2	2-4	4-8	8-16	16-25	n ²⁾	<2	2-4	4-8	8-16	16-25
11-15	18	43	7	10	19	20						
16-20	35	45	9	12	17	17						
21-25	26	51	8	12	16	14						
26-30	19	47	9	12	17	15	8	45	9	12	18	16
31-35	11	53	8	11	16	12	10	52	9	11	16	13
36-40	10	54	12	11	14	9	16	50	9	13	17	11
41-45	8	52	11	13	15	10	8	56	10	11	15	10
46-50	8	56	9	13	14	8	5	54	10	13	14	9
51-55	8	62	11	11	10	6	7	57	11	12	13	7
56-60	4	63	10	12	10	4	6	61	10	13	12	5
61-65	6	67	11	11	8	4	12	65	11	11	9	3
66-70	3	71	11	10	6	2	5	69	11	11	7	3
> 70 of 71-75	6	75	9	9	5	2	3	75	11	9	4	1
> 75							2	80	12	5	3	0

1) clay = soil separate <2 mu

2) n = aantal waarnemingen / number of observations

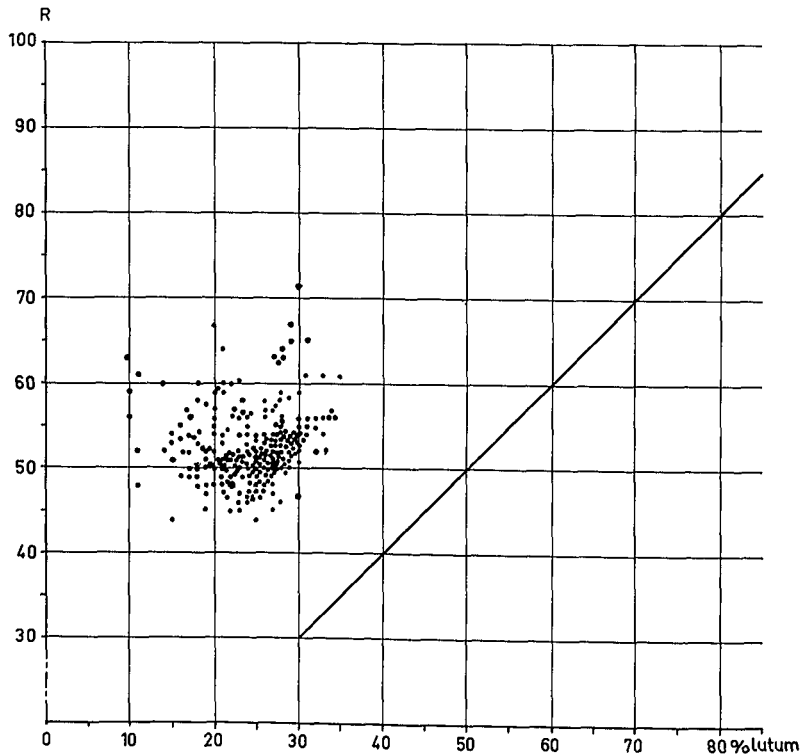


Fig. 10. Lutum-slibverhoudingen van estuariumgronden in het Land van Heusden en Altena (zie fig. 1)

Fig. 10. Values of R in estuary soils from the Heusden en Altena region (see fig. 1)

TABLE 2. Percentile distribution of the soil separates 0 to 25 μ in different river-clay areas

Bommelerwaard						Land van Heusden en Altena (rivierklei / river clay)						Land van Heusden en Altena (estuarium / estuary)						
n ²)	<2	2-4	4-8	8-16	16-25	n ²)	<2	2-4	4-8	8-16	16-25	n ²)	<2	2-4	4-8	8-16	16-25	
8	54	12	11	11	11	3	53	9	14	16	8	0						
21	52	10	11	15	12	9	51	11	11	17	11	5	38	11	9	22	20	
13	52	9	11	15	13	4	54	8	11	12	15	3	39	8	9	21	23	
11	54	9	11	14	12	5	53	11	10	16	10	8	41	10	10	20	20	
20	54	10	11	14	11	2	56	9	10	17	8	7	49	8	11	18	14	
25	56	9	11	14	10	6	53	11	11	14	12	5	52	12	11	13	11	
19	57	10	12	13	9	4	54	14	12	12	9							
32	58	10	12	13	14	10	60	11	11	11	7							
31	60	11	12	11	6	11	60	12	12	10	8							
21	63	11	11	10	4	5	63	12	12	8	5							
18	65	12	11	9	3	7	66	12	11	8	4							
11	69	12	10	7	2	7	70	11	10	6	3							
4	75	10	7	5	2													

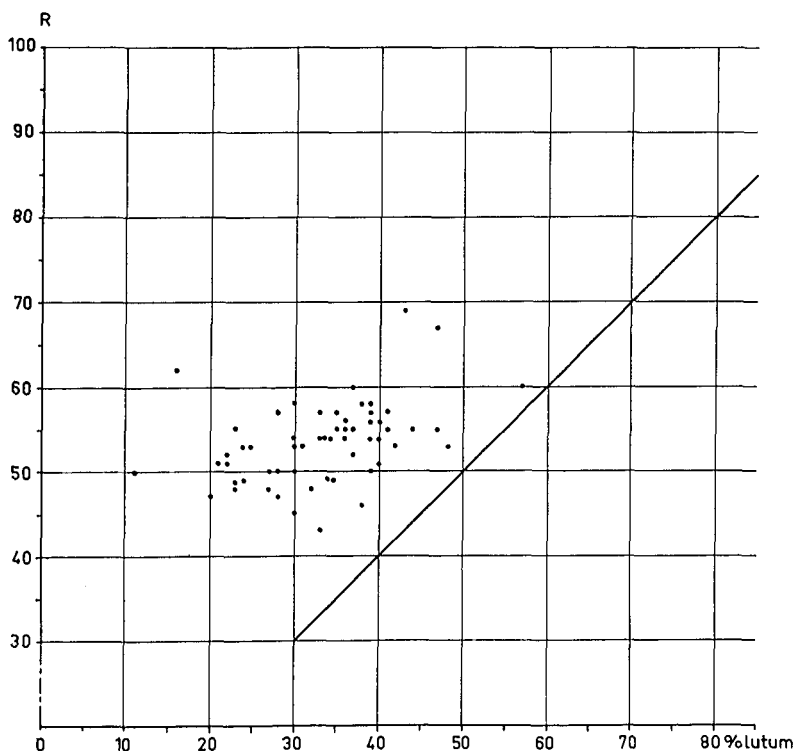


Fig. 11. Lutum-slibverhoudingen van estuariumgronden in het overgangsgebied ten westen van het Land van Heusden en Altena (zie fig. 1)

Fig. 11. Values of R in estuary soils from the transitional area west of the Heusden en Altena region (see fig. 1)

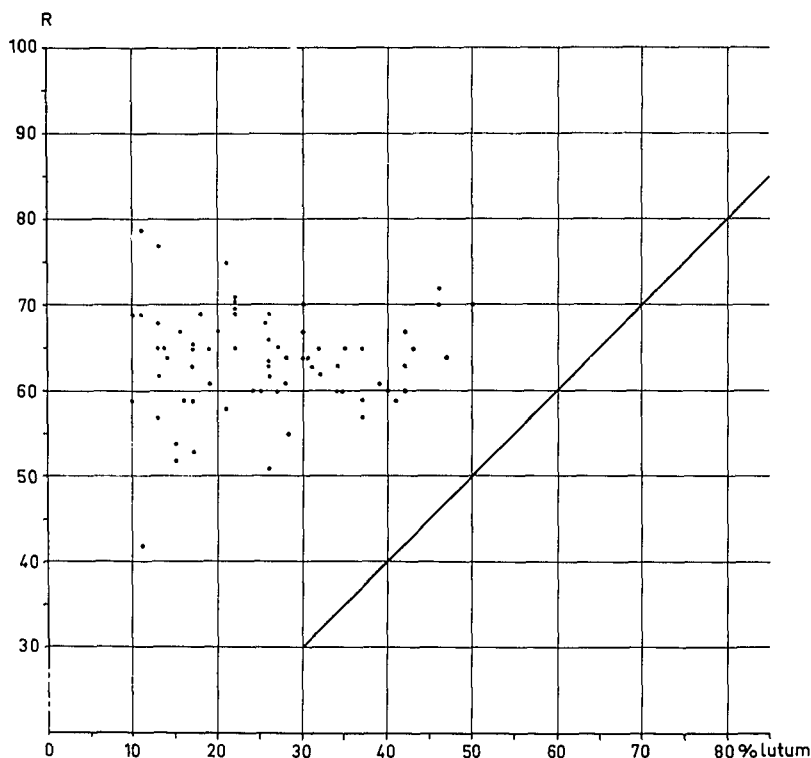


Fig. 12. Lutum-slibverhoudingen van zeekleigronden van de Zuidhollandse eilanden (zie fig. 1)

Fig. 12. Values of R in sea clay soils from the islands of the province of South Holland (see fig. 1)

lutumgehalten. Maar de cijfers vertellen ten koste van welke fracties dit gaat n.l. eerst die van 8-16 mu en bij nog sterkere toename ook die van 4-8 en 2-4 mu. Voor het overige (dus bij de groepen met <50% lutum) zit er in deze laatste twee fracties, wanneer we ze per lutumgroep vergelijken, heel weinig verschil.

De verschillen in het lutumgehalte per gebied zijn al behandeld. In de tabel wordt het gemiddelde lutumgehalte gegeven; de spreiding van de cijfers is in de grafieken te zien. Behalve de vraag of het slib als een eenheid is op te vatten, komt direct ook aan de orde of die eenheid beperkt is tot alle deeltjes <16 m of dat ook de deeltjes 16-25 mu er nog bij betrokken zijn. Tabel 2 geeft de procentuele verdeling van de fracties <25 mu op dezelfde wijze als dat in tabel 1 voor de fracties <16 mu is gedaan.

De onderlinge verschillen per lutumgroep zijn voor de fractie 16-25 mu wat groter maar ze zijn alle wel van dezelfde orde van grootte. De lagere lutumslibverhouding voor de estuariumgronden is gekoppeld aan een groter aandeel in de fracties 8-16 en 16-25 mu.

Voor de verklaring van de constante verhouding lutum-slib bij mariene gronden gaat Zuur (1954a) uit van de veronderstelling, dat de fijnere deeltjes tot vlokken zijn samengebald (zie ook Muller en Van Raadshoven, 1947; Zuur, 1951; Favejee, 1951). Deze binding zou ten dele berusten op een colloid-chemisch uitvlokkingsproces, maar ook biologische factoren (verkitting door slijm van schelpdieren, diatomeeën enz.) zouden een rol, misschien wel

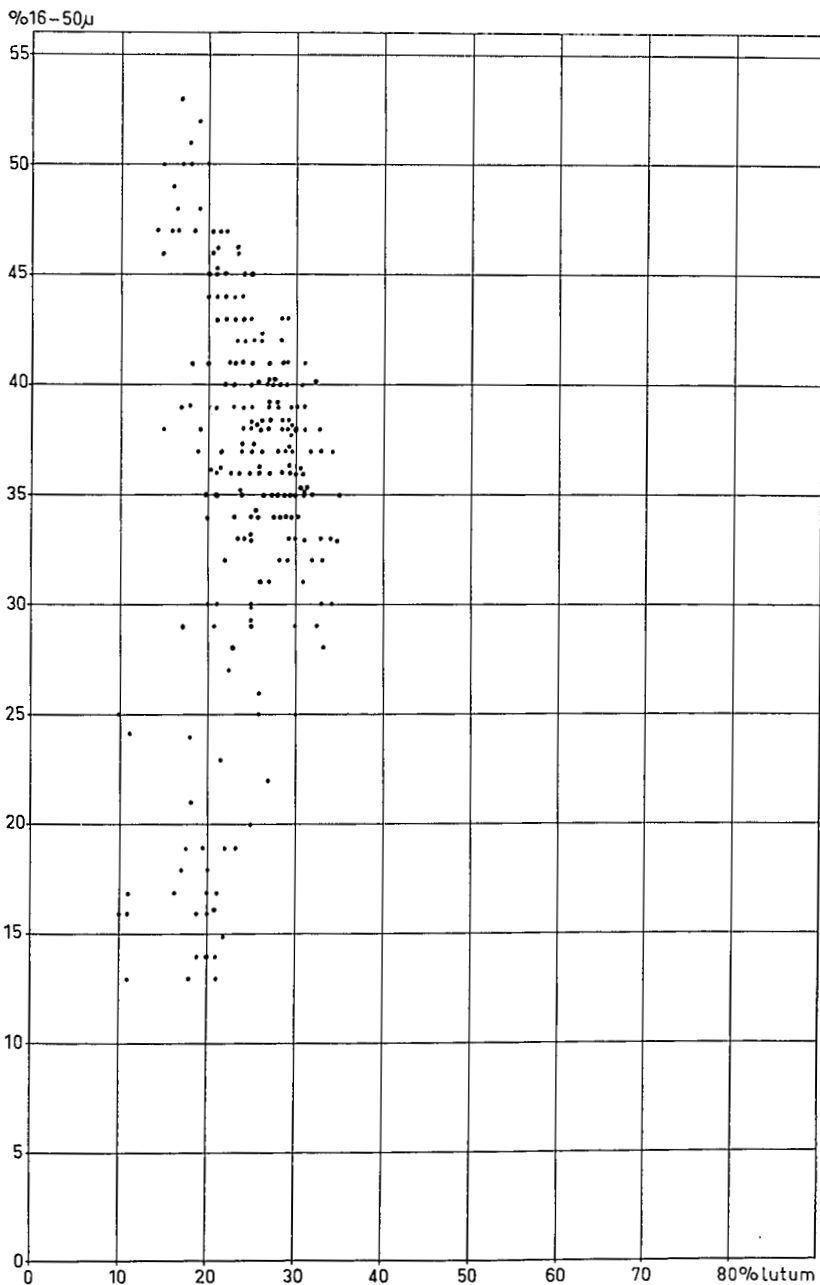


Fig. 13. De fractie 16-50 μ van estuariumgronden in het Land van Heusden en Altena
 Fig. 13. The soil separate 16-50 μ in estuary soils from the Heusden and Altena region

de hoofdrol spelen. Als argumentatie wordt aangevoerd dat deze constante verhouding zowel wordt gevonden bij zandgronden, die in woelig water zijn gesedimenteerd, als bij kleigronden, die in zeer rustig water zijn afgezet, m.a.w. de sedimentatie-omstandigheden komen alleen in de totale hoeveel-

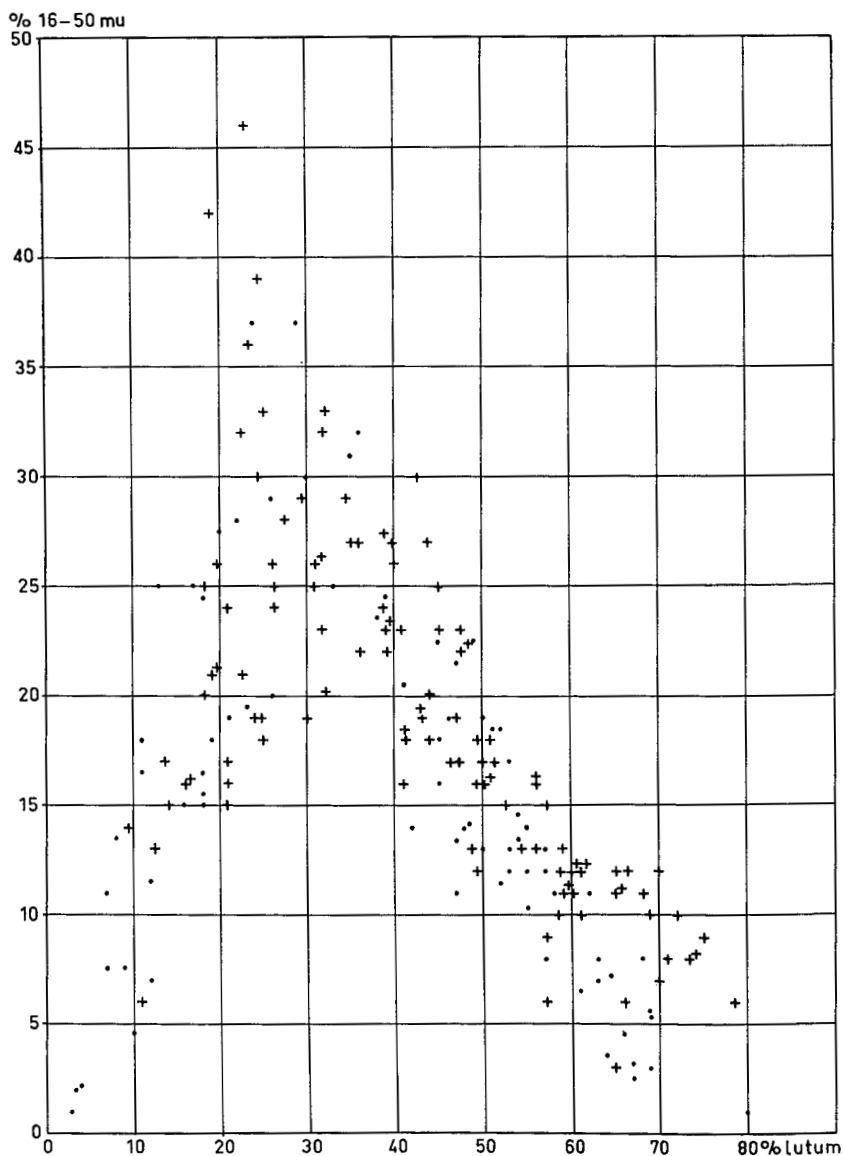


Fig. 14. De fractie, 16-50 μ van rivierkleigronden in het Land van Heusden en Altena (•) en in de Tielerswaard (+)

Fig. 14. The soil separate 16-50 μ in river clay soils from the Heusden en Altena (•) and the Tielerswaard (+) regions

heid slib tot uiting, niet in een onderlinge verhouding van de subfracties. Bij een verplaatsing als afzonderlijke partikeltjes zou deze onderlinge verhouding niet constant kunnen zijn, evenmin als dit bij de grovere subfracties het geval is. En deze constante verhouding is dan ook volgens Zuur een bewijs voor het transport in vlokken.

Doeglas (1950) gaat uit van een sterke menging van het zwevend materiaal in de zeeën en oceanen, zodat de samenstelling daarvan, vooral wat de

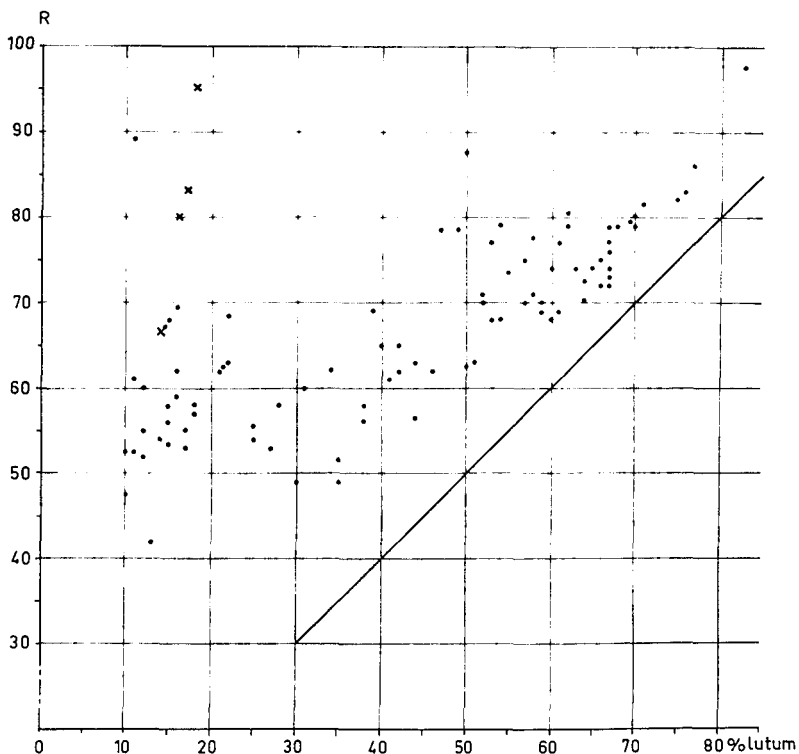


Fig. 15. Lutum-slibverhoudingen van rivierkleigronden in de provincie Utrecht (zie fig. 1; x = monsters uit textuur-B-horizonten)

Fig. 15. Values of R in river clay soils from the province of Utrecht (see fig. 1; x = samples taken from textural B-horizons)

fijnste fracties betreft, over grote gebieden zeer homogeen is, hoewel het van verschillende herkomst is. Dit mengsel zou in zijn geheel worden afgezet, waaruit de homogene samenstelling van de slibfractie wordt verklaard. Ten aanzien van de rivieren wordt een veel grotere wisseling in samenstelling van de zwevende fractie aangenomen, omdat het materiaal van verschillende herkomst is en vaak afzonderlijk, dus bijna ongemengd, wordt aangevoerd en afgezet. Dit zou dan resulteren in een veel grotere verscheidenheid in de lutum-slibverhoudingen bij de rivierkleigronden. Wiggers (1955) geeft de procentuele verdeling van Zuiderzee-afzettingen en sloefgronden. Ook worden door hem gegevens van Maschhaupt, De Bakker, Zuur en Haans weergegeven. We hebben deze samengevat in tabel 3.

Voor de mariene gronden kan dus een constante verhouding van de subfracties van het slib worden aangenomen. De verklaring van het verschijnsel kan fysisch-chemisch of mechanisch zijn. Bij de fluviatiele sedimenten bestaat ook een regelmaat, maar de vrij constante verhouding van lutum-slib tot een lutumgehalte van ongeveer 50% zou een verklaring vragen in fysisch-chemische richting; de regelmatige afneming van de fractie 8-16 mu met het toenemen van het lutumgehalte doet echter zeer sterk denken aan mechanische invloeden. Een verklaring in fysisch-chemische richting door aan te nemen, dat in de kommen de zuurgraad van het water lager zou zijn geweest dan bij de oeverwal, waardoor peptisatie zou zijn opgetreden, is moeilijk.

TABEL 3. Procentuele verdeling van de slibfractie van mariene gronden
 TABLE 3. Percentile distribution of the soil separates 0.16 mu in marine soils

			n ¹⁾	<2	2-4	4-8	8-16 mu
Maschhaupt	1948	Dollard	10	68	6	11	15
De Bakker	1950	Zuid-Beveland	25	67	8	9	16
Zuur	1936	Wieringermeer	6	70	9	13	8
Haans	1955	Haarlemmermeer	15	66	8	11	15
Wiggers	1955	N.O.P. Zuiderzee	22	60	7	12	21
Wiggers	1955	Sloefgronden	13	33	4	15	48

¹⁾ n = aantal waarnemingen / number of observations

Vooreerst treffen we nu in de komgronden zowel lage als hoge pH's aan. Wel zijn de stroomruggonden kalkrijk en de komgronden kalkarm, maar de stroomruggonden van de Maas zijn over een bepaald traject van haar loop wel kalkarm en hebben daar toch constante verhoudingen.

Wanneer we in tabel 1 en 2 zien hoe regelmatig de afneming van de fracties 16-25 en 8-16 en ten slotte ook die van 4-8 mu plaatsvindt, pleit veel voor een mechanische beschouwingwijze van de slibsedimentatie, althans bij fluviaatiele sedimenten. De verklaring van de oorzaak van de karakteristieke verhoudingen tussen de deeltjes moeten we dan schuldig blijven. Een nader onderzoek hiernaar is dus zeer gewenst.

CONCLUSIES

Dat karakterisering van een grond naar zwaarte beter wordt gegeven door het percentage lutum (deeltjes <2 mu) dan door het percentage afslibbaar (deeltjes <16 mu), komt ook hier weer duidelijk naar voren. Er bestaat een bepaalde wetmatigheid in de verhoudingen tussen de diverse fracties <16 mu (mogelijk ook <25 mu) in de rivierkleigronden van Rijn en Maas. Dit pleit meer voor een mechanische beschouwingwijze van de slibsedimentatie dan voor een colloïd-chemische.

De estuariumgronden hebben gemiddeld een lagere lutum-slibverhouding dan de rivierkleigronden, die op hun beurt weer een lagere verhouding hebben dan de zeekleigronden.

Nader onderzoek naar de oorzaak van de wetmatigheid in de verhoudingen tussen de deeltjes van de fijnste fracties is zeer gewenst.

februari 1963

SUMMARY

Of marine soils it is known already, that the ratio (R) of the contents of particles < 2 mu (lutum) to those <16 mu (afslibbaar) stays within rather narrow limits. A ratio of similar stability is not found in river-clay soils.

The investigation at issue is concentrated on the interrelation of the finest separates, with size limits of 2, 4, 8, 16 and 25 mu, of river clay soils. It appears to be the rule that the ratio <2 mu to <16 mu (R) is nearly constant or rises very gradually at clay contents between 10 and 60% to go up steeply in heavier soils.

To explain the constant ratio found in marine soils Zuur postulates a colloidal composition of the finest particles, whereas Doeglas argues more in favour of a mechanical sedimentation process. For the present the latter

view affords a better explanation of the apparent rule established for the river sediments subjected to this investigation, than can be derived from the colloid chemical theory. Further investigations, however, are advisable.

LITERATUUR

- Doeglas, D. J.*, 1950: De interpretatie van de resultaten van de korrelgrootte-analysen. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnbouwk. Gen., Geol. Serie dl. 15, 2e st., 247-328.
- Favejee, J. Ch. L.*, 1951: The origin of the 'Wadden' mud. Wageningen. Meded. van de Landbouwhogeschool 51, 5: 113-141.
- Hooghout, S. B.*, 1948: Enige resultaten van de bepaling der gehalten van gronden aan lutumsfracties. Maandblad Landbouwvoorlichtingsdienst 5, 355-357.
- Muller, J. en B. van Raadshoven*, 1947: Het Holoceen in de Noordoostpolder. Tijdschr. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. 64, 153-185.
- Ridder, N. A. de, e.a.*, 1957: Agrohydrologische profielen van Zeeland; een geologische en hydrologische verkenning van de ondergrond van een estuariumgebied tot een diepte van maximaal 40 meter. 's-Gravenhage.
- Ridder N. A. de en A. J. Wiggers*, 1956: De korrelgrootteverdeling van de keileem en het preglaciale zand. Geologie en Mijnbouw 18, 287-311.
- Ridder, N. A. de en A. J. Wiggers*, 1959: Over de granulometrische samenstelling van de slibfractie van enkele kenozoische afzettingen in Nederland. Geologie en Mijnbouw 21, 416-433.
- De Smet, L. A. H. de*, 1962: Het Dollardgebied. Bodemkundige en landbouwkundige onderzoeken in het kader van de bodemkartering. Wageningen. Versl. Landbouwk. Onderz. 67.16. Serie: De bodemkartering van Nederland deel 20. Diss. Wageningen.
- Sonneveld, F.*, 1958: Bodemkartering en daarop afgestemde landbouwkundige onderzoeken in het Land van Heusden en Altena. 's-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. 64.4 Serie De bodemkartering van Nederland, dl. 18. Diss. Wageningen.
- Wiggers, A. J.*, 1955: De wording van het Noordoostpoldergebied; een onderzoek naar de fysisch-geografische ontwikkeling van een sedimentair gebied. Zwolle. Van Zee tot Land, nr. 14 Diss. Amsterdam.
- Zonneveld, I. S.*, 1960: De Brabantse Biesbosch; een studie van bodem en vegetatie van een zoetwatergetijdendelta. Wageningen. Versl. Landbouwk. Onderz. 65.20. Serie: Bodemkundige Studies 4. Diss. Wageningen.
- Zuur, A. J.*, 1936: Over de bodemkundige gesteldheid van de Wieringermeer. 's-Gravenhage.
- Zuur, A. J.*, 1951: Ontstaan en aard van de bodem van de Noordoostpolder. Zwolle. Van Zee tot Land, nr. 1.
- Zuur, A. J.*, 1954: Over de betekenis van de fracties 0-2 en 0-16 mu voor de indeling der zwaardere gronden van de Noordoostpolder. In: Langs gewonnen velden; facetten van Smedings werk, 131-142. Wageningen.
- Zuur, A. J.*, 1954a: Bodemkunde der Nederlandse bedijkingen en droogmakerijen. Deel B: De hoofdsamenstelling en enkele andere zg. chemische bestanddelen van de op het water gewonnen gronden. Kampen/Wageningen.