

De afronding van kwartskorrels in podsolprofielen.

H.J. Veenstra

Bij het onderzoek naar de ontstaanswijze van zand zal men zich meestal beperken tot de bestudering van kwartskorrels. Immers kwarts is behoorlijk slijtvast en vormt bovendien het hoofdbestanddeel van de meeste zanden. Naast het bestuderen van de korrelgrootteverdeling kan men zich ook bezig houden met de studie van vorm, afronding of oppervlaktetextuur van de individuele kwartskorrels. Om praktische redenen zal in dit artikel alleen op de afronding van kwartskorrels worden ingegaan. Men moet afronding niet verwarren met vorm in geologische zin.

Vorm en afronding van korrels hebben grote invloed op het poriëngehalte en de doorlaatbaarheid van zandstenen t.o.v. vloeistoffen (olie, water) en gasen en worden daarom veelvuldig bestudeerd.

Onder de vorm van een korrel wordt de mate van gelijkenis met een bol verstaan. Door een drietal onderling loodrechte assen door de korrel aan te leggen en deze te meten, kan men de vorm in getallen uitdrukken. Bij rolstenen is deze methode goed bruikbaar, bij zandkorrels niet. Men kan zand qua vorm scheiden door bezinken of door het zandmonster over een hellend vlak te laten rollen. Een voorbeeld van de laatste methode vormt het apparaat van Winkelmolen (1969). De vorm zegt niets over de hoekigheid van de korrel. Een ikosaëder (een regelmatig 20-vlak) van bijv. leuciet heeft een hoge vorm, een afgerond plaatje van mica een lage vorm. De vorm van de korrel is van belang voor de mate van transport in water en lucht. Bij gelijke grootte zullen bolvormige korrels eerder bezinken dan platte korrels, die langer in suspensie blijven.

De afronding van een korrel heeft betrekking op het al of niet aanwezig zijn van scherpe ribben en hoeken. Meestal zal men de afronding visueel vergelijken met een aantal standaard afrondingsklassen, die lopen van zeer goed afgerond - een bol of een ellipsoïde - tot zeer hoekig, bijv. een pyramide of een kubus of een samenvoeging hiervan. De afronding hangt af van de samenstelling van de korrel en van de grootte ervan. Het is gebleken dat korrels kleiner dan 50 micron mechanisch niet meer afronden. De wijze en afstand van transport zijn in het algemeen maatgevend voor de afronding van korrels, maar ook chemische aantasting mag niet worden uitgesloten. De oppervlaktetextuur is het microreliëf dat op het oppervlak van de korrel aanwezig is. Bestudering kan met de SEM, de Scanning Electron Microscope, een methode van de laatste twintig jaar. Het oppervlak van de korrel kan

hoge (bol) vorm

lage (bol) vorm

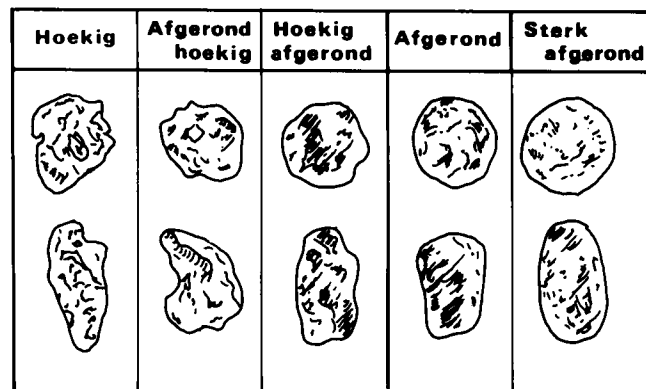


Fig. 2 Verband tussen afronding en vorm.

glad zijn, maar ook etsputjes, krassen, breuken, ruggen, schubben etc. worden veelvuldig aangetroffen. Er zijn wel 30 verschillende soorten microreliëf aangetoond, al of niet in combinatie met elkaar, die het transport of het afzettingsmilieu van de korrel zouden kenmerken. Helaas blijkt dat lang niet altijd het laatste transport van de korrel zijn sporen heeft nagelaten. Vooral nog zijn de resultaten van deze peperdure onderzoekmethode bij het onderzoek van zandkorrels beperkt.

Oorzaken van afronding

De meerderheid van de zandkorrels in onze streken is wellicht meer dan 200 miljoen jaar geleden gevormd, want er zijn kwartskorrels gevonden met restjes Buntsandstein eraan. Kwartskorrels zouden dan zeker een drietal sedimentatiecycli, d.w.z. verwerking-transport-afzetting, achter de rug hebben in Jura, Krijt en Tertiair.

Over de oorzaken van afronding - en dan nog speciaal van de veelvuldig voorkomende kwartskorrels - zijn nog aanzienlijke meningsverschillen, zoals bestudering van de moderne sedi-

mentologische literatuur leert. De geïnteresseerde lezer kan hiertoe de boeken van Pettijohn (1975), Reineck & Singh (1975) of Pettijohn, Potter & Siever (1987) raadplegen.

In dit artikel zullen we een tiental mogelijkheden van afronding van kwartskorrels bespreken: 1. zeebodem, 2. branding, 3. strand, 4. rivieren, 5. estuaria, 6. woestijnen, 7. duinen, 8. landijs, 9. organismen, 10. bodems.

1. De zeebodem. In het algemeen gaat de invloed van de golven op zee niet dieper dan 10 meter. In de ondiepe shelfzeeën, waar het meeste zand ligt, wordt de bodem nauwelijks door de golven beïnvloed, behalve tijdens zware storm, waarbij de golfwerking tot 40 m waterdiepte kan gaan en er zand kan worden omgewoeld. Voor de Duitse Bocht zijn er per jaar gemiddeld 40 dagen met een windsterkte van Beaufort 7 of meer geregistreerd, voor de oostkust van Noord-Amerika 30 en voor de Oost Chinese Zee 50, zodat een gemiddelde van 40 stormdagen voor de shelfzeeën aannemelijk lijkt. Door sterke getijstroom kan wel zand en zelfs grind verplaatst worden, maar we mogen er van uit gaan dat het sedi-

ment op de zeebodem de meeste tijd in rust verkeert en dat mechanische afronding van kwartskorrels in zee zeer onwaarschijnlijk is.

2. De branding. Om de werking van de branding op stenen van grindstranden na te bootsen, voerde Kuenen (1964) diverse proeven uit. De proeven werden genomen met een brandingsmachine, bestaande uit een 7 m lange goot gevuld met zand en steenblokken en zeewater. Het apparaat werkte als een wipwap, waarbij de goot door een motor elke minuut zes keer werd schuin gezet. Het naar beneden stromende water in de goot zorgde dan voor het brandingseffect. Aangezien kwarts in zeewater veel beter oplosbaar is dan in zoetwater, diende ook te worden onderzocht of wellicht kwartskorrels in het geagiteerde water van de brandingszone zouden afronden door oplossing. Na de proeven bleek echter geen extra opgeloste kwarts in het zeewater aantoonbaar te zijn. Hoewel de opstelling was ontworpen om de mate van afronding van rolstenen op een grindstrand te bepalen, bleek tevens dat het bijgemengde zand na de proeven niet verschildte in afronding met het zand, voordat de proeven begonnen. Het bleek, dat harde gesteenten, zoals vuursteen en kwartsiet, op grindstranden zeer langzaam afronden. Het is een proces van eeuwen. De conclusie is dus dat kwartskorrels door de branding zowel mechanisch als chemisch niet worden afgerond.

3. Het strand. Op het strand worden in de bovenste laagjes de korrels een paar keer per dag enkele meters heen en weer vervoerd. De bovenste actieve laagjes bestaan echter elke dag weer uit andere korrels. Gezien de negatieve resultaten wat betreft afronding van kwartskorrels in de branding lijkt afronding op het veel rustiger strand nog onwaarschijnlijker. Bovendien bleek er uit een onderzoek van Veenstra & Winkelmolen (1976) aan de zanden rondom Ameland wat betreft vorm van de korrels en korrelgrootteverdeling geen verschil te zijn tussen monsters van het strand en uit de brandingszone.

4. Rivieren. Proeven van Kuenen (1959) met een cirkelvormige stroomgoot waarin het water door schoepen werd voortbewogen, hadden tot resultaat dat kwartszand 1% gewichtsverlies vertoonde over 10.000 km transport. Er zijn echter geen rivieren bekend met een ononderbroken zandtransport over trajecten langer dan 1000 km, zodat mechanische afronding van zand in rivieren geen grote rol speelt. De Nederlandse rivierzanden van de vroegere afzettingen van Rijn en Maas zijn vrij slecht afgerond en vormen het zgn. scherpszand uit de

bouwwereld.

5. Estuaria. Het zou kunnen dat in estuaria afronding van zandkorrels optreedt (Swett, Klein & Smith, 1971). Een voorbeeld zouden de Zeeuwse Stroomvóór de afdamming kunnen zijn. Als dezelfde zandkorrels tweemaal per dag door de sterke getijstroom 300 m heen en 200 m terug zouden worden vervoerd, dan zou dat per jaar een traject van 300 km zijn. In 50 jaar zou dan een vergelijkbaar riviervtransport van 15.000 km optreden, hetgeen voldoende is om afronding te veroorzaken. Estuaria zijn echter kwantitatief niet erg belangrijk en kunnen derhalve niet de hoofdbron van de afronding van zandkorrels vormen.

6. Woestijnen. Proeven van Kuenen (1960) met kwartszand in een windtunnel toonden aan dat bij korrels groter dan 0.1 mm de afronding over een vergelijkbare afstand in de stroomgoot 100 tot 1000 maal zo sterk was. Er zou dus in zandwoestijnen afronding van zandkorrels kunnen optreden. Een groot deel van de afgeronde kwartskorrels uit woestijnzanden vertoont een mat oppervlak. Deze mattering zou dan veroorzaakt zijn door zandstraalwerking van de korrels op elkaar. Kuenen & Perdok (1962) hebben echter aannemelijk kunnen maken, dat deze mattering een chemisch proces is, aangezien ook putjes in de korrels inwendig gematteerd zijn. Het vermoeden van genoemde onderzoekers was dat de mattering van zandkorrels in de woestijn wordt veroorzaakt door een combinatie van de inwerking van sterke dauw in de nacht en felle zonnestraling overdag.

7. Duinen. Wat voor zandwoestijnen geldt zou ook voor duinen kunnen gelden. Volgens vele geologie-leerboeken zouden de zandkorrels in woestijnen en duinen sterk afronden door botsen en gematteerd worden. Aangezien dit proces voor de woestijn al sterk moet worden betwijfeld en duinen in het algemeen een kortere geologische levensduur hebben dan woestijnen, moeten we concluderen dat in zee-, land- of rivierduinen geen meetbare afronding of mattering wordt veroorzaakt.

8. Landijs. Onderzoek door Veenstra (1963) van keileem in NW. Europa toonde aan dat de zeeffractie 0.85-2.00 mm gemiddeld 20 afgeronde, 50 matig afgeronde en 30 hoekige kwartskorrels bevatte. Van de ronde korrels waren er gemiddeld 10 korrels mat, van de matig afgeronde korrels 15 en van de hoekige korrels 0, wat ook weer wijst op een verband tussen afronding en mattering. Het materiaal, dat in het landijs is opgenomen, zal niet verder afgerond worden. Voor zover het afgerond was, had dit een eerdere oorzaak. Rondom het landijs ontston-

den poolwoestijnen, waarin de wind op grote schaal zand vervoerde, het bekende dekzand. Indien in deze poolwoestijnen al afronding zou ontstaan, dan is de uitbreiding ervan niet groot genoeg om het verschijnsel afronding in zijn algemeenheid te verklaren.

9. Organismen. Zowel op het land als in de zeebodem komen diverse organismen voor die zand eten. Van een afrondende werking van zandkorrels door wormen is niets bekend. Wel is waargenomen dat zeeëgels zandkorrels in hun darmkanaal kunnen afronden (Kindle, 1919). Toch is het zeer onwaarschijnlijk dat de afronding van kwartskorrels aan organismen te wijten zou zijn.

10. Bodemvorming. Bodemvorming komt bijna overal voor. In de gematigde streken is dat veelal de podsol. In Nederland is het podsolprofiel meestal onder heide gevormd, maar soms ook onder bos. In geologisch opzicht is podsolvorming een snel proces. Datering met behulp van veenlagen geeft een tijdsduur van 2000 tot 6000 jaar voor de vorming van het podsolprofiel aan. Misschien zouden onder invloed van regen, humuszuren en grondwater zandkorrels afgerond en gematteerd kunnen worden. Uit de vochtige tropen is immers laterietvorming bekend, waarbij kwarts vrijwel geheel kan worden opgelost. Een probleem is wel, dat er vóór het Devoon nauwelijks landplanten waren en dus ook geen humuszuren, terwijl er bijv. wel goed afgeronde kwartszanden uit het Precambrium bekend zijn.

Onderzoek van podsolprofielen

Om te onderzoeken, of er wellicht verschillen in afronding van de kwartskorrels uit de diverse lagen van podsolprofielen optraden, werden 18 podsolen, allen ontwikkeld in dekzanden, bemonsterd. Aangezien het eolische zanden zijn, zou bestudering van de zeeffractie 149 - 177 micron, die in eolische afzettingen altijd prominent aanwezig is, voor de hand liggen. In dit onderzoek is echter voor de zeeffractie 355 - 500 micron gekozen. Deze fractie is ook altijd in de dekzanden aanwezig en heeft het voordeel dat de korrels beter te bestuderen en onder het microscoop te manipuleren zijn. De zandmonsters van ongeveer 50 gram worden als volgt behandeld. Het monster wordt in een glazen pot van 750 ml gedaan, waarna leidingwater wordt opgeschonken en de suspensie met een plastic lepel wordt omgeroerd. Vervolgens wordt 1 minuut gewacht en het bovenste fijne materiaal afgeschonken. Deze behandeling wordt herhaald totdat het water boven het zand helder blijft. Men is dan de fractie fijner

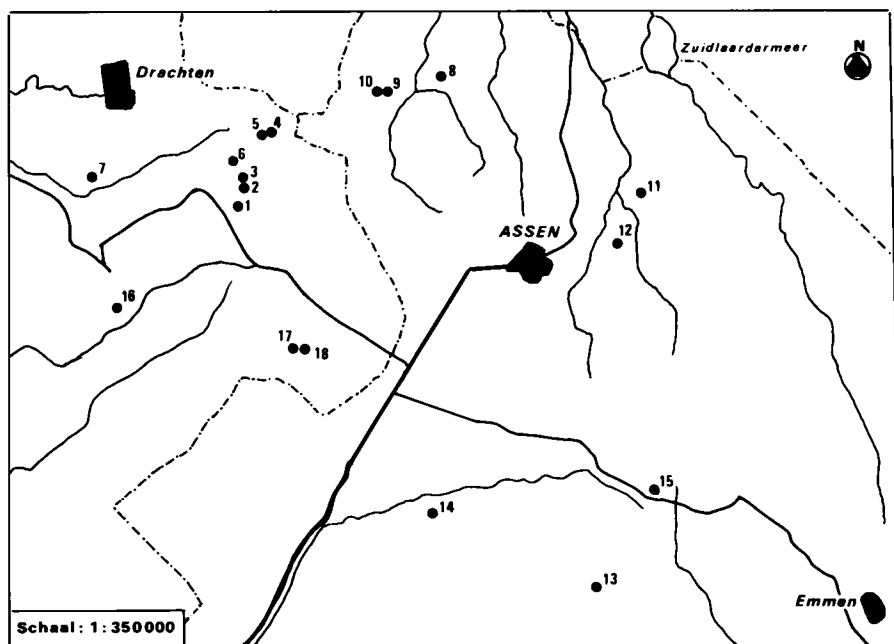


Fig. 1 Plaatsen waar de podsolmonsters werden genomen.

dan 50 micron kwijt. Het fijne afgeschonken materiaal moet in een emmer worden opgevangen, want het weg laten lopen in de gootsteen kan tot ernstige verstopping leiden. Daarna wordt het zandmonster in een blikken dekseltje geschept en op de verwarming gedroogd en kan de gewenste zeeffractie worden verkregen. Zeven worden bijv. gemaakt door Metaalgaas B.V. te Hengelo.

In tegenstelling tot de gebruikelijke laboratoriumbehandeling is bij het onderhavige onderzoek afgezien van chemicaliën zoals zoutzuur om ijzer op te lossen en waterstofperoxyde om organische stof te verwijderen, zulks om elke chemische aantasting bij voorbaat uit te sluiten. Zoals bekend, beginnen bodemkundigen de profielen van bovenaf te benoemen. Het podsolprofiel bestaat in grote lijnen uit een drietal lagen : bovenaan het grijze loodzand of de A-laag, vervolgens de bruine oerlaag of B-laag en onderaan het oorspronkelijke gele zand of de C-laag. In de jaren dertig toen de pollanalyse een grote vlucht nam, werden er ook pollenmonsters uit loodzand genomen. Tot verrassing van de onderzoekers bleek er een normaal pollendiagram uit te construeren, vergelijkbaar met veenlagen. Aangezien veen geleidelijk is gegroeid, vormde zich aanvankelijk bij de onderzoekers, zoals de bekende prof. Florschütz, de mening dat de A-laag langzaam zou zijn opgestoven, waardoor dan verklaard was waarom de oudste pollenkorrels onderin de laag zaten.

De meeste bodemkundigen wezen

deze verklaring echter af en beschouwden de A-laag als een uitgespoelde humuslaag, waarbij colloïdale ijzervlokjes zich in de B-laag zouden ophopen. De stratigrafische opeenvolging van het pollen in de A-laag was dan veroorzaakt door de successievelijke inspoeling van de korrels. De 10e vergadering van de sectie Nederland van de Intern. Bodemk. Vereniging in 1941 was aan de problemen van het ontstaan van het heidepodsolprofiel gewijd. Merkwaardig is overigens dat bij de voordrachten op genoemde bijeenkomst er geen is die korrelgrootte-analysen of afronding van de zandkorrels bespreekt. Wel worden vele chemische analyses vermeld en het valt daarbij op dat in alle lagen de pH aan de zure kant is, blijkbaar t.g.v. humuszuren. In één profiel werd de volgende pH gemeten: A 4.4 B 4.8 en C 5.2 en in een ander profiel A 4.2 B 4.0 en C 4.6.

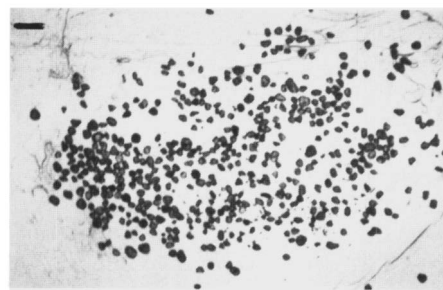
Tegenwoordig wordt algemeen aanvaard, dat het podsolprofiel door inspoeling is gevormd en niet door opstuiving. Deze ontstaanswijze houdt uiteraard in dat er qua korrelgrootteverdeling weinig verschil zal zijn tussen A-, B- en C-laag.

Het zou echter kunnen dat er t.g.v. chemische verwerking verschillen in afronding van de zandkorrels uit de diverse lagen zou optreden. Over de verwerking van zware mineralen (s.g. > 2.85) is een uitgebreide literatuur, maar aan de verwerking van kwartskorrels in gematigde streken is weinig aandacht geschonken. Raeside (1959) vond echter dat kwartskorrels in

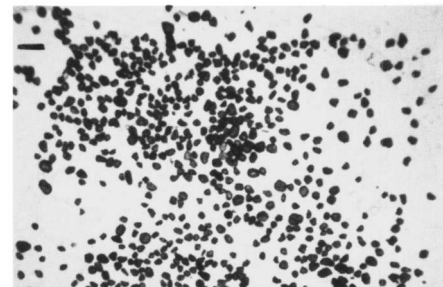
bodems aan oplossing onderhevig waren.

Bij ons onderzoek werden op 18 locaties telkens een monster genomen uit de A-, de B- en de C-laag. Door de gevolgde voorbehandeling was het meestal niet mogelijk de oppervlakte van de kwartskorrels uit de B-lagen te bestuderen door het ijzerhydroxyde-huidje om de korrels, maar de graad van afronding kon wel bepaald worden. Per monster zijn telkens 100 kwartskorrels geteld en in 5 rubrieken WR well rounded, R rounded, SR subrounded, SA subangular en A angular ingedeeld. Dit is min of meer in navolging van Russell & Taylor (1937), die echter 10 afrondingsklassen introduceerden. In de praktijk blijkt dat echter op moeilijkheden te stuiten, omdat er vaak geleidelijke overgangen in afronding tussen de korrels bestaan. De volgende karakteristiek is hier gebruikt: WR: de kwartskorrels zijn bolvormig, R: de kwartskorrels bezitten een onregelmatige vorm met uitsluitend bolvormige vlakken, SR: de korrels hebben naast platte vlakken ook ronde vlakken, SA: de korrels hebben platte vlakken maar afgeronde ribben en A: de kwartskorrels zijn aan alle kanten hoe-

Fig. 3 Strooioppreparaten uit de drie zones van een podsolprofiel. Monster 3 (Duurswoude 2), streepje is 1 mm



Monster 3, A-laag



Monster 3, B-laag



Monster 3, C-laag

kig. Evenals bij het tellen van korrels van zware mineralen kan men bezwaar maken tegen het tellen van het betrekkelijke geringe aantal van 100 stuks.

Telproeven hebben bewezen dat men bij het tellen van 500 korrels een nauwkeuriger resultaat krijgt, maar de hoeveelheid extra werk weegt niet op tegen de grotere nauwkeurigheid. Een veel gebruikte formule om de afwijkingen in de tellingen te begrenzen is die van de waarschijnlijke pq fout $W.F. = 0.6745 \sqrt{\frac{pq}{n}}$. Hierin is p het percentage getelde korrels, $p + q = 100\%$ en n is het totale aantal korrels, hier dus 100. Indien er 50 korrels zijn geteld in een afrondingsklasse, dan is het aantal feitelijk 50 ± 3 , terwijl bij 10 getelde korrels de 10×90 afwijking $0.67 \times \sqrt{\frac{10 \times 90}{100}} = 2$ korrels is en dus het 100 werkelijke aantal tussen 8 en 12 ligt. Als er met de kwartskorrels niets gebeurd zou zijn in een bodemprofiel, dan zou men toch verschillende telresultaten verkrijgen uit de afzonderlijke bodemzones. Het zou echter zeer onwaarschijnlijk zijn als in dat geval bijv. de telafwijkingen van een bepaalde afrondingsklasse in de A-lagen steeds naar boven en bijv. in de C-zones steeds naar beneden zouden zijn.

Daarom zijn uit tabel 1 de volgende conclusies te trekken. In alle onderzochte monsters blijkt het aantal goed afgeronde (WR) kwartskorrels in de A-laag hoger te zijn dan in de B-laag en veel hoger dan in de C-laag, soms zelfs tweemaal zo hoog. Ook het aantal gematteerde korrels -in aanzicht te vergelijken met matglas- is in de A-zone altijd veel groter en soms tweemaal zo groot als in de C-zone. Bij een vijftal monsters uit B-lagen konden, doordat de ijzerhydroxydehuidjes om de korrels vrijwel afwezig waren, het aantal matte korels worden vastgesteld. Het bleek dat het aantal matte kwartskorrels in de B-lagen een tussenperiode innam tussen die van de A-lagen en de C-lagen. Het betekent, dat het matteringsproces ook in de B-laag actief was. De conclusie is dat mattering door een chemisch proces tijdens de bodemvorming ontstaat. Ook de toenemende afronding van de kwartskorrels in de A-lagen moeten we toeschrijven aan chemische processen, blijkbaar aan de inwerking van humuszuren. Het is wel waarschijnlijk dat alle afrondingsklassen afronding ondergaan, maar in de klasse well rounded is deze tendens het duidelijkst, omdat het proces naar verkleining van het reactie-oppervlak streeft en bij een bepaald volume een bol het kleinste oppervlak heeft. De matte kwartskorrels uit de C-lagen -het onveranderde dekzand-zouden afkomstig kunnen zijn van oude bodems, die tijdens de afzet-

Plaats		WR	m	R	m	SR	m	SA	m	A	
Petersburg 1		A	9	6	43	14	31	11	9	2	8
		B	3		61		19		11		6
		C	4	2	54	9	25	5	8	2	9
Duurswoude 2	1	A	11	6	50	15	22	7	11	4	6
		B	4		55		23		13		5
		C	4	2	57	10	21	6	10	2	8
Duurswoude 3	2	A	10	5	48	13	24	7	11	4	7
		B	6	4	59	13	19	5	10	3	6
		C	6	4	55	10	20	6	12	4	7
Bakkeveen 4	1	A	10	6	45	13	28	8	11	3	6
		B	4		43		34		14		5
		C	4	3	48	8	27	6	14	2	7
Bakkeveen 5	2	A	7	3	40	12	26	9	19	5	8
		B	3		59		22		11		5
		C	3	2	44	6	27	5	15	3	11
Wijnjewoude 6		A	12	7	40	14	29	8	11	4	8
		B	11		36		40		8		5
		C	8	5	55	9	23	7	7	2	7
Beesterzwaag 7		A	12	7	54	16	19	8	10	2	5
		B	5	4	35	12	32	8	22	6	6
		C	9	6	43	10	22	4	16	2	10
Bunnerveen 8		A	14	9	52	14	19	3	10	3	5
		B	4	3	37	12	28	4	23	6	8
		C	8	4	34	4	31	5	22	3	5
Steenbergen 9	1	A	10	7	49	13	22	6	11	3	8
		B	4	4	56	10	24	4	13	4	3
		C	6	4	54	9	22	3	11	2	7
Steenbergen 10	2	A	11	6	44	17	24	9	12	4	9
		B	6		36		26		24		8
		C	8	5	38	12	21	6	18	5	15
Gasteren 11		A	11	5	38	13	23	6	19	4	9
		B	7		40		34		12		7
		C	8	3	38	8	31	6	17	5	6
Ballo 12		A	11	8	38	14	30	9	12	6	9
		B	6	3	44	9	26	3	18	4	6
		C	7	4	46	10	31	6	11	2	5
Balinge 13		A	16	12	26	8	31	11	11	2	16
		B	10		50		20		9		11
		C	8	5	32	11	35	9	16	3	9
Lheebroek 14		A	10	7	39	14	32	7	11	4	8
		B	7		31		38		17		7
		C	7	4	42	11	30	7	15	2	6
Orvelte 15		A	8	6	60	14	24	7	16	5	12
		B	6		34		38		16		6
		C	7	4	40	11	30	7	12	2	11
Oldeberkoop 16		A	10	6	61	20	9	2	11	2	9
		B	4		54		21		13		5
		C	5	3	61	8	14	3	12	1	8
Appelscha 17	1	A	10	6	47	12	23	9	12	3	8
		B	4		54		29		9		4
		C	4	2	55	10	21	4	14	4	6
Appelscha 18	2	A	8	6	57	21	18	6	10	3	7
		B	4		61		22		7		6
		C	5	3	48	13	30	5	8	3	9

Tabel 1 Afrondingsklassen van kwartskorrels in de A-,B- en C-zone van podsolprofielen in dekzand. Zeeffractie 355 - 500 micron.

WR well rounded; geheel afgerond en bolvormig.

R rounded; geheel afgerond, vorm onregelmatig.

SR subrounded; ronde en platte vlakken.

SA subangular; afgeronde ribben.

A angular; hoekig, slechts platte vlakken.

m het aantal matte korrels per afrondingsklasse.

ting van de dekzanden uitgeblazen werden.

Summary

The origin of rounding and frosting of quartz grains is discussed. To test if soil processes play an important role, samples from A-, B- and C-zones of sandy podsol soils were taken in 18 localities. In the preparation of the samples no chemicals were used. Hundred quartz grains of the sieve fraction 355 - 500 micrometer were divided into 5 roundness classes and studied under the microscope. It appeared that in the A-zone more well rounded and frosted quartz grains are found, in some cases even twice as much as in the C-zone, which is the unchanged cover sand. Thus the importance of humic acids in soil processes as an agent creating rounded and frosted quartz grains has been demonstrated.

Adres van de auteur:
Oostindië 24
9354 TD Zevenhuizen

Literatuur

- Besprekingen over het heidepodsolprofiel, 130 pp. 1941, Nederl. Heide Mij, Arnhem.
- Kindle, E.M., 1919: A neglected factor in the rounding of sand grains. *Am. Jour. Sci.* 47, p. 431-434.
- Kuenen, Ph.H., 1959: Experimental abrasion.3. Fluvial action on sand. *Am. Jour. Sci.* 257, p. 172-190.
- 1960: Experimental abrasion.4. Eolian action. *Jour. Geol.* 68 p. 427-449.
- 1964: Experimental abrasion.6. Surf action. *Sedimentology* 3, p. 29-43.
- Kuenen, Ph.H. & Perdok, W.G., 1962: Experimental abrasion.5. Frosting and defrosting of quartz grains. *Jour. Geol.* 70, p. 648-658.
- Pettijohn, F.J., 1975: *Sedimentary rocks*, 628 pp., 3d ed. Harper & Row, New York.

Pettijohn, F.J., Potter, P.E. & Siever, R., 1987: *Sand and sandstone*, 553 pp., 2nd ed. Springer, New York.

Raesside, J.D., 1959: Stability of index minerals in soils with particular reference to quartz, zircon and garnet. *Jour. Sed. Petr.* 29, p. 493-502.

Reineck, H.-E. & Singh, I. B., 1975: *Depositional sedimentary environments*. 439 pp. Springer, New York.

Russell, R.D. & Taylor, R.E., 1937: Roundness and shape of Mississippi river sands. *Jour. Geol.* 45, p. 225-267.

Swett, K., Klein, G. de V. & Smith, D.M., 1971: A Cambrian tidal sand body- the Eriboll sandstone of NW Scotland: an ancient-recent analog. *Jour. Geol.* 79, p. 400-415.

Veenstra, H.J., 1963: Microscopic studies of boulder clays. *Proefschr. R.U. Groningen*, 211 pp. Stabo, Groningen.

Veenstra, H.J. & Winkelmolen, A.M., 1976: Size, shape and density sorting around two barrier islands along the north coast of Holland. *Geol. & Mijnb.* 55, p. 87-104.

Winkelmolen, A.M., 1969: The rollability apparatus. *Sedimentology* 13, p. 291-305.

De zwerfstenen van het Drentse Plateau.

A.P. Schuddebeurs.

Reeds eerder is erop gewezen, dat de zwerfsteengezelschappen op de hoge ruggen in Drenthe duidelijk verschillen van die uit de dalen tussen deze ruggen in (Schuddebeurs 1987). Nu het aantal zwerfsteentellingen in deze provincie tot ruim 200 is gestegen kan een gedetailleerder beeld van dit fenomeen gegeven worden (fig. 1 en 2). Voor het merendeel dezer tellingen zijn de uitslagen reeds eerder gepubliceerd en wel in Schuddebeurs 1955, 1958, 1980a, 1980/1981, 1982, 1987 en in Zandstra 1972, 1974, 1976, 1987. In tabel 1 zijn de uitslagen van nog een zestal nieuwe tellingen verwerkt. Tenslotte zijn de rapporten van alle Nederlandse tellingen, ook van de niet gepubliceerde, aanwezig in de archieven van de Rijks Geologische Dienst te Haarlem.

De in Nederland gebruikte telmethoden zijn reeds vele malen beschreven, o.a. in Schuddebeurs 1955, 1958, 1980a, 1980/1981, 1982 en in Zandstra 1974, 1976, 1983, 1986, 1987. De uitslagen van de tellingen werden veelal met de 4-cijferige Hesse-mannformule op de kaart aangegeven. Nu het net van tellingen zo kleinmazig geworden is zou deze weergave onoverzichtelijk en praktisch onuitvoerbaar worden. De symbolen die door Zandstra (1983, 1987) gebruikt worden voor de 10-groepen telmethode van de Rijks Geologische Dienst nemen minder ruimte op de kaart in en geven niettemin meer details weer. Desondanks is er van af gezien de R.G.D.-telmethode hier toe te passen

omdat bleek, dat het essentiële van de Drentse tellingen eenvoudig met drie symbolen is weer te geven. Doorslaggevend is namelijk steeds het gehalte Oostbaltische gidsgesteenten, afkomstig van de Ålandseilanden, Z.W.-Finland, de Botnische Golf en het gebied van de Rode Oostzeekwartsporfier. Gezelschappen met meer dan 67% Oostbaltische gidsgesteenten zijn op de kaarten fig. 1 en 2 aangeduid met een geheel zwarte cirkel; die met 33 tot 67% door een cirkel met stip en die met minder dan 33% met een open cirkel. In tabel 1 zijn zes voorbeelden uitgewerkt. Op de figuren 1 en 2 zijn de ruggen weergegeven volgens de geomorfologische kaart van de provincie Drenthe. De

meest oostelijke rug, de Hondsrug, is algemeen bekend. Ten westen daarvan en evenwijdig eraan verloopt vanaf Emmen de Schoonoordrug, die naar het noorden overgaat in de Rolderrug met nog een voortzetting ten westen van Vries tussen Matsloot en Eelderdiep, de Eekhoorn. Nog wat westelijker en evenwijdig aan beide vorige ruggen verloopt de Zeyerrug vanaf Deurze en Assen tot dicht bij Peize. Wellicht is de geïsoleerde hoogte bij Noordhorn (Groningen) hiervan nog een voortzetting. Overigens moet men zich van de hoogteverschillen tussen ruggen en dalen geen overdreven voorstelling vormen, want het gaat meestal om slechts enkele meters. Op de ruggen zijn tot nu toe uitsluitend