

Achtergrond korrelgrootteverdeling

Onderzoeksrapport afslibbaarheid



*Peter Speek

Samenvatting

De korrelgrootteverdeling is één van de belangrijkste fysische kernmerken van bodem; de indeling van gronden (bodemclassificatie) is voornamelijk gebaseerd op deze verdeling. Met de korrelgrootteverdeling hangen veel eigenschappen van de grond samen, zoals 'zwaarte', bewerkbaarheid, waterretentie, zwel- en krimpvermogen en adsorptiecapaciteit. Vooral het lutumgehalte is onmisbaar voor beoordeling van het gedrag van een stof in de bodem en bodemkwaliteit. Het lutumgehalte is de fractie $< 2 \mu\text{m}$ en daarnaast wordt de term 'afslibbaarheid' of 'slib' gebruikt voor de fractie $< 16 \mu\text{m}$. Beide fracties worden in Nederland traditioneel gemeten door middel van bezinking (pipetmethode) volgens NEN 5753. Sinds enkele jaren wordt ook een methode gebruikt op basis van laserdiffractie, wat een aantal voordelen biedt ten opzichte van de traditionele methode. Omdat de meetmethode met laserdiffractie volledig anders is dan de pipetmethode is, bestaat een kans dat de resultaten van elkaar verschillen; de voorbehandeling van beide methodes is echter gelijk. Na de opstart van de methode en enkele initiële testen is een validatie uitgevoerd op basis van ringonderzoekmonsters voor lutum ($< 2 \mu\text{m}$) en afslibbaarheid ($< 16 \mu\text{m}$). Hoewel de lutum-slib verhouding al lang in gebruik is om slechts enkel lutum of slib te meten, is het niet volledig duidelijk wat deze verhouding moet zijn. De betrouwbaarheid van het getal voor afslibbaarheid is mogelijk kleiner dan altijd aangenomen op basis van data die in de afgelopen jaren is verzameld. Het lijkt ons daarom beter om de beide fracties in het vervolg daadwerkelijk te meten of alleen de lutumfractie te gebruiken.

Inleiding

De korrelgrootteverdeling is één van de belangrijkste fysische kernmerken van bodem; de indeling van gronden (bodemclassificatie) is voornamelijk gebaseerd op deze verdeling. Met de korrelgrootteverdeling hangen veel eigenschappen van de grond samen, zoals 'zwaarte', bewerkbaarheid, waterretentie, zwel- en krimpvermogen, adsorptiecapaciteit, etc. Vooral het lutumgehalte is onmisbaar voor beoordeling van het gedrag van een stof in de bodem en bodemkwaliteit. Het lutumgehalte is de fractie $< 2 \mu\text{m}$ en daarnaast wordt de term 'afslibbaarheid' of 'slib' gebruikt voor de fractie $< 16 \mu\text{m}$.

Traditionele bepaling

Beide fracties worden traditioneel gemeten door middel van bezinking (pipetmethode). Een grondmonster moet daarbij eerst worden voorbehandeld met waterstofperoxide (H_2O_2) en zoutzuur (HCl) om organisch materiaal en koolzure kalk (CaCO_3) te verwijderen. Daarna worden de opgeloste elektrolyten verwijderd en tenslotte wordt een peptisator (natriumpyrofosfaat) toegevoegd zodat het samenklonteren van de grond wordt tegengegaan.

Na deze voorbehandeling wordt het monster in een meetcilinder overgebracht zodat de deeltjes kunnen bezinken. Na enige tijd wordt met behulp van een pipet een deelmonster uit de cilinder gehaald. Voor de bepaling van afslibbaarheid wordt na 15 minuten een deelmonster genomen en voor de bepaling van lutum na 4 uur. Dit deelmonster wordt gedroogd en vervolgens wordt de massa bepaald zodat de grootte van de fractie kan worden berekend.

In Nederland wordt de huidige methode beschreven in NEN 5753¹, de oudste referentiemethode die we hierover hebben is een publicatie van Dr S. B. Hooghoudt die dateert uit 1945².

De bepaling van fracties met de pipetmethode wordt dus al heel lang gebruikt, maar heeft enkele nadelen:

1) De bezinkingstijd wordt vastgesteld met behulp van de Wet van Stokes. Deze wet beschrijft hoe vaste bolvormige deeltjes in een vloeistof bezinken. In de formule worden onder andere de bodemdichtheid en de straal van het deeltje meegenomen. De bodemdichtheid van deze deeltjes is niet helemaal bekend; aangenomen wordt dat deze 2650 kg/m^3 is. Voor de straal geldt dat hier ook een aanname wordt gedaan, omdat de kleinste

deeltjes immers niet bolvormig zijn; enkele kleimineralen hebben de vorm van een plaatje of een schijf. Deze deeltjes bezinken dus ook anders in een vloeistof dan een bolvormig deeltje.

2) Het inbrengen van een pipet in een vloeistof en het opzuigen (pipetteren) zorgen altijd voor verstoring van de bezinking. Bij het inbrengen van een pipet op meerdere momenten (voor lutum en afslibbaarheid) wordt deze verstoring groter.

3) De pipetmethode is alleen geschikt voor deeltjes kleiner dan circa 30 – 40 µm. Voor een volledige korrelgrootteverdeling is, naast de pipetmethode, dus ook zeefmethode nodig.

4) Het pipetteren van een submonster na 4 uur is nauwkeuriger uit te voeren dan het pipetteren van een submonster na 15 minuten, zeker wanneer dit manueel gebeurt met grote aantallen. De bepaling van het gehalte aan lutum wordt daarom in de genoemde literatuur geadviseerd. Dit wordt in veel andere sectoren en buiten Nederland dan ook gedaan.

5) In verband met de tijdsduur voor het bepalen van de lutumfractie (4 uur) wordt soms alleen de fractie afslibbaarheid bepaald; deze kan immers na 15 minuten worden gepipetteerd. Hierdoor is een 'correctiefactor' nodig om de lutumfractie te bepalen (zie verder [LS verhouding](#)).

Het grote voordeel van de methode is de eenvoudige opzet, waardoor deze in ieder laboratorium uitgevoerd zou moeten kunnen worden.

Laserdiffractie methode

Sinds enkele jaren wordt ook een methode gebruikt op basis van laserdiffractie. Deze methode wordt in veel vakgebieden gebruikt, zoals de verf- of voedingsindustrie. Voor bodemanalyse wordt de methode ook al meer dan 20 jaar gebruikt, met wisselende resultaten. Inmiddels is de apparatuur zodanig verbeterd dat goede resultaten kunnen worden behaald.

Laserdiffractie meet het verstrooiingspatroon door het beschijnen van de deeltjes met een laserstraal. Het verstrooiingspatroon geeft informatie over de korrelgrootte en de korrelgrootteverdeling door middel van modellering volgens Mie. Het resultaat wordt weergegeven in een procentueel aandeel van verschillende klassen in de analyse of als een cumulatieve verdeling van deze klassen.

Voordeel van de methode is dat de korrelgrootte verdeling van 0.01 µm tot 2000 µm in één keer kan worden vastgesteld (de zeefmethode wordt dus meegenomen). De voorbehandeling verloopt op dezelfde manier als bij de traditionele methode: eerst de behandeling met H₂O₂ en HCl, het verwijderen van de opgeloste elektrolyten en tenslotte het toevoegen van de peptisator.

Daarna wordt het monster niet overgebracht in een cilinder, maar in plaats daarvan wordt een deel van de suspensie overgebracht in het meetapparaat. De werkelijke meting duurt circa 10 minuten en is daarmee sneller dan de pipetmethode (4 uur bezinkingstijd en vervolgens drogen). Tenslotte kan de methode reproduceerbaar worden uitgevoerd (<2% intralaboratoriumreproduceerbaarheid).

De nadelen van de laserdiffractie methode zijn:

1) Bij het inbrengen van grote hoeveelheden deeltjes is er kans op 'multiple scattering': opeenvolgende breking van licht door meer dan één deeltje, waardoor een verstrooiingspatroon ontstaat dat niet meer gelijk is aan de som van de individuele verstrooiing van de deeltjes.

2) De hoeveelheid beschikbare literatuur is minder dan voor de traditionele methode.

Omdat de meetmethode met laserdiffractie volledig anders is dan de pipetmethode en de exacte vorm van de deeltjes bij de eerstgenoemde methode niet van belang is, bestaat een kans dat de resultaten van elkaar verschillen; de voorbehandeling van beide methodes is echter gelijk.

Toetsing van de methode

Na de opstart van de methode en enkele initiële testen is een validatie uitgevoerd. Hiervoor zijn onder andere twaalf ringonderzoeksmonsters (WEPAL ISE) uit 2016 en 2017 meegenomen. In [Tabel 1](#) zijn de resultaten van de vergelijking voor lutum opgenomen en in [Tabel 2](#) de resultaten voor afslibbaarheid.

Tabel 1: *Vergelijking lutum in procenten (ringonderzoek)*

Monster	WEPAL (%)	Fertilab (%)
ISE 2016.4	3.54	6.09
ISE 2016.4	4.04	4.19
ISE 2016.4	21.83	18.26
ISE 2016.4	24.33	17.89
ISE 2017.1	20.66	18.39
ISE 2017.1	13.14	14.78
ISE 2017.1	5.38	8.81
ISE 2017.2	13.31	12.66
ISE 2017.2	16.98	13.36

Monster	WEPAL (%)	Fertilab (%)
ISE 2017.2	34.76	30.48
ISE 2017.3	7.26	7.59
ISE 2017.3	21.04	17.86

Tabel 2: vergelijking afslibbaarheid in procenten (ringonderzoek)

Monster	WEPAL (%)	Fertilab (%)
ISE 2016.4	10.25	9.51
ISE 2016.4	8.20	11.22
ISE 2016.4	40.18	44.97
ISE 2016.4	51.83	49.04
ISE 2017.1	42.71	47.30
ISE 2017.1	32.75	37.98
ISE 2017.1	13.05	15.25
ISE 2017.2	38.07	33.17
ISE 2017.2	26.12	26.66
ISE 2017.2	64.57	64.16
ISE 2017.3	13.72	18.71
ISE 2017.3	47.95	49.57

Gemiddeld worden de gehalten voor lutum en afslibbaarheid redelijk goed teruggevonden met verschillen van 3 tot 4 % absoluut. Opvallend zijn echter de lutum-slib verhoudingen (LS) van de monsters: gemiddeld is de kleifractie (<2 µm) gelijk aan 45% van de fractie <16 µm (afslibbaarheid). Dit is een LS verhouding van 45.

LS verhouding

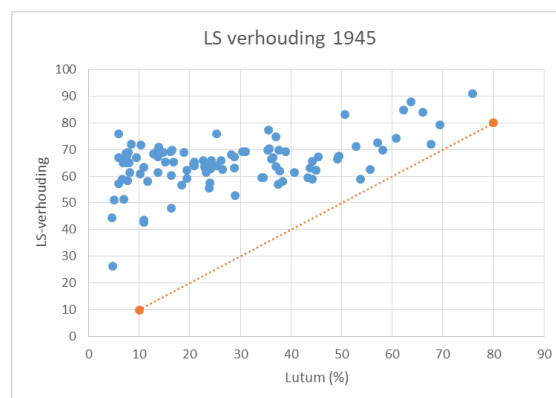
Op basis van de informatie waar we altijd mee gewerkt hebben, liggen de lutumgehalten op circa 2/3 van de gehalten afslibbaarheid. De lutum-slib verhouding (LS) wordt onder andere genoemd in de *Adviesbasis akkerbouw*³. De getallen worden daar ingedeeld naar grondsoort, waarbij zeezand, zeeklei en kleiig veen (LS = 67), rivierklei (LS = 61), maasklei (LS = 55) en löss (LS = 50).

In *De lutum-slibverhoudingen in rivierkleigronden*⁴ wordt gemeld dat er een redelijk vaste verhouding bestaat van de LS verhouding in mariene gronden, variërend van 33 tot 70. Ook voor de rivierkleigronden wordt in dit document een gemiddelde gevonden van 61 (zie ook adviesbasis akkerbouw), waarbij de bandbreedte tussen 40 en 86 ligt; bij een gehalte aan lutum van 20% betekent dit een afslibbaarheid tussen 23% en 50%!

In *Enige resultaten van de bepaling der gehalten van gronden aan lutumsubfracties*⁵ wordt beschreven dat er twijfels zijn over de vaste verhouding van de LS verhouding. In de NO-polder zijn gronden aangetroffen die zich landbouwkundig geheel anders gedroegen bij een vergelijkbaar gehalte afslibbaarheid. Uit nader onderzoek bleek

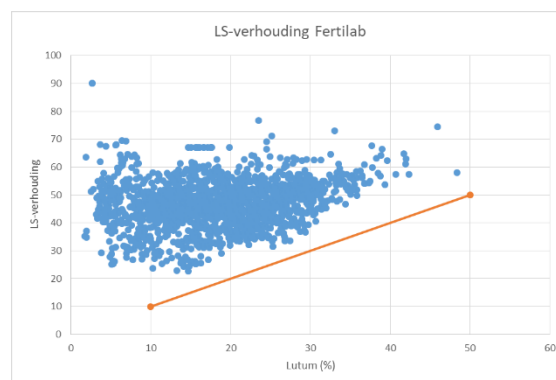
de LS verhouding te verschillen en hoewel de dataset beperkt was, werden LS verhoudingen tussen 31 en 98 gemeten.

In *Bijdragen tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond: Een gecombineerde zeef- en pipetmethode voor de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden*² wordt in tabel 85 van een groot aantal gronden de lutum-slib verhouding gegeven (Figuur 1).



Figuur 1: LS verhouding volgens Dr. S.B. Hooghoudt [1945].

Uit figuur 1 kan een gemiddelde LS verhouding van 60 tot 65 worden afgelezen. Hoewel de data beperkt is, is de bandbreedte heel groot (van 26 tot 91) en verschilt deze per locatie, soms per perceel. Op basis van de beschikbare data van Fertilab is een zelfde overzicht gemaakt van de LS verhoudingen (zie Figuur 2).



Figuur 2: LS verhouding Fertilab [2020].

Gemiddeld wordt door Fertilab een LS-verhouding van 47 gemeten, met een bandbreedte van 23 tot 90. De gemiddelde waarde is anders dan de waarde volgens Hooghoudt², maar ligt heel dicht bij de eerder genoemde data uit de ringonderzoeken (Tabel 1 en Tabel 2).

Conclusie

Hoewel de LS verhouding al lang in gebruik is om in veel gevallen slechts lutum of slib te meten, is het niet volledig duidelijk wat deze verhouding moet zijn. In de oudere beschreven documenten lijkt de waarde wat hoger te liggen (60 tot 70). Echter uit recente ringonderzoeken lijkt de waarde toch lager te zijn, namelijk 40 tot 50. In beide gevallen is de bandbreedte echter aanzienlijk en lijkt er geen goede grond te zijn om de LS verhouding heel strikt te hanteren.

In de sector wordt al lang met de term afslibbaarheid gewerkt, maar de betrouwbaarheid van dit getal is mogelijk kleiner dan altijd aangenomen. Daarbij gaan we uit van de data die in de afgelopen jaren door ons is verzameld. Op basis van deze data lijkt het ons beter om de beide fracties in het vervolg daadwerkelijk te meten of alleen de lutumfractie te gebruiken, zoals reeds in de eerste literatuur wordt geadviseerd.

Literatuur

- (1) Nederlands Normalisatie Instituut. NEN 5753: Bodem - Bepaling van het lutumgehalte en de korrelgrootteverdeling in grond en waterbodem met behulp van zeef en pipet. Nederlands Normalisatie Instituut April 2006.
- (2) Hooghoudt, S. B. Bijdragen tot de kennis van eenige natuurkundige grootheden van den grond: Een gecombineerde zeef- en pipetmethode voor de bepaling van de granulaire samenstelling van gronden. **1945**.
- (3) ir. J.J. de Haan & ing. W. van Geel (samenstelling). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving March 2013.
- (4) J.N.B. Poelman. De lutum en slibverhouding in rivierkleigronden. February 1963.
- (5) Dr. S. B. Hooghoudt. Enige resultaten van de bepaling der gehalten van gronden aan lutumfracties. **1948**, 3.