

Opleiding Geografie en Geomatica
Master in de Geografie

**Onderzoek naar
fysische sedimentkarakteristieken
van de Demer en haar bijrivieren**

Sedimentatieproeven in natuurlijk rivierwater

Patty Cant

Aantal woorden in tekst: 14 482

Promotor : Prof. Dr. F. Mostaert,
Vakgroep Geologie en Bodemkunde
Copromotor : Prof. Dr. P. Jacobs,
Vakgroep Geologie en Bodemkunde
Begeleidster : Lic. E. Vanlierde

Academiejaar 2009 – 2010

Masterproef ingediend tot het
behalen van de graad van
Master in de Geografie

Dankwoord

In de eerste plaats zou ik mijn promotor Professor Mostaert en copromotor Professor Jacobs willen bedanken om mij de mogelijkheid te geven een masterproef over dit onderwerp te schrijven, de faciliteiten van het Waterbouwkundig Laboratorium ter beschikking te stellen, me goede raad te geven en mijn, met momenten complexe, gedachtengangen trachten te begrijpen.

Vervolgens zou ik ook Elin Vanlierde willen bedanken die me begeleid en ingewijd heeft in de wereld van de sedimentfingerprinting en korrelgrootteanalyse. Die me geholpen heeft bij de uitvoering van de bezinkingsproeven daar waar mijn twee handen niet voldoende waren. Ze heeft ook mijn kladversies talloze keren verbeterd en bijgestuurd waar nodig. MAAR ze was vooral bereid mijn telefoontjes te beantwoorden op de meest onmogelijke momenten en me steeds bij te staan met tips en bemoedigende woorden!

Ook zou ik Ellen Bastiaensen en Lia De Bruyn willen bedanken. Zij moesten niet alleen een hele voorraad van hun kroesjes en ander materiaal missen, maar waren ook steeds bereid mijn stalen in de moffeloven of vriesdroger te plaatsen of eruit te halen wanneer ik een dag niet aanwezig kon zijn in het laboratorium. Hun koffie en theepauzes met een kort praatje erbij gaven me vaak even afleiding en zorgden ervoor dat ik er daarna weer kon invliegen.

Dr. Katleen Van Meel zou ik willen bedanken voor het uitvoeren van alle XRF analyses.

Eveneens dank aan Jan De Schutter voor zijn interesse in mijn thesisonderzoek en suggesties van artikels en boeken die interessant konden zijn in het kader van mijn onderwerp.

Jean Paul en Ivo wil ik bedanken voor de bemonstering en goede begeleiding op het terrein. Charlotte Cleen en de werkmannen wil ik bedanken voor het in elkaar knutselen van de bezinkingsbuis. Zonder hen hadden er geen bezinkingstesten uitgevoerd kunnen worden.

Tot slot zou ik mijn lotgenoten en Carolien Willen willen bedanken voor hun steun in de moeilijke momenten en hun vriendschap die enorm veel betekent voor mij! Ook de mensen die ik hier bij naam vergeten vermelden ben, maar wel hebben bijgedragen (in welke vorm ook) om deze masterproef tot een goed einde te brengen zou ik willen bedanken.

INHOUDSTAFEL

1. INLEIDING	8
2. LITERATUUROVERZICHT	10
2.1 Enkelvoudige en composiet fingerprints	10
2.2 Correcties bij het fingerprinting onderzoek.....	12
2.3 Flocculatie	13
2.3.1 <i>Ontstaan van vlokken</i>	14
2.3.2 <i>Groei van vlokken</i>	14
2.3.3 <i>Bezinkingssnelheid</i>	14
2.4 Wet van Stokes	15
3. MATERIAAL EN METHODEN	17
3.1 Studiegebied	17
3.2 Onderzoeksstrategie.....	21
3.2.1 <i>Algemeen</i>	21
3.2.2 <i>Ontwerp bezinkingsbuis</i>	22
3.2.3 <i>Test bezinkingsbuis</i>	26
3.2.4 <i>Bemonsteren van rivierwater en sediment</i>	28
3.2.4.1 <i>Localisatie</i>	28
3.2.4.2 <i>Vorbereiding staalname</i>	30
3.2.4.3 <i>Uitvoering staalname</i>	31
3.2.5 <i>Analyse van bezinkingssnelheden van natuurlijk sediment van drie locaties uit het Demerbekken</i>	32
3.2.6 <i>Opstellen van een composiet ter analyse van de totale korrelgrootte</i>	40
4. RESULTATEN EN DISCUSSIE.....	41
4.1 Resultaten test bezinkingsbuis.....	41
4.2 Resultaten bezinkingsproeven met natuurlijk rivierwater	46
4.2.1 <i>Bepaling van de aftaptijden</i>	47
4.2.2 <i>Kwaliteitscontrole van de blanco stalen</i>	47
4.2.3 <i>De gesuspendeerd sediment concentratie (SSC)</i>	49
4.2.4 <i>Het organisch materiaal gehalte</i>	57
4.2.5 <i>De densiteit</i>	60
4.2.6 <i>Korrelgrootteanalyse</i>	62
5. BESLUIT	77

6. REFERENTIELIJST	85
BIJLAGEN	89
Bijlage 1: Materiaal	89
1 <i>Bezinkingsbuis</i>	89
2 <i>Weegschalen</i>	89
3 <i>Centrifuge</i>	89
4 <i>Mastersizer</i>	90
5 <i>Droogstoof T20 (Thermo)</i>	92
6 <i>Electronic dessicator, 203 V</i>	93
7 <i>Churn Sample Splitter</i>	93
8 <i>Vriesdroger</i>	94
9 <i>Gaspycnometer</i>	95
10 <i>Moffeloven</i>	96
11 <i>XRF</i>	97
Bijlage 2: <i>Debeten en SSC van de Gete, de Mangelbeek en de Demer</i>	102
Bijlage 3: <i>Korrelgrootteberekeningen met de wet van Stokes voor de Gete (bij theoretische aftaptijden)</i>	108
Bijlage 4: <i>Korrelgrootteberekeningen met de wet van Stokes voor de Gete (bij werkelijke aftaptijden)</i>	110
Bijlage 5: <i>Analyseresultaten van de Gete</i>	112
Bijlage 6: <i>Korrelgrootteberekeningen met de wet van Stokes voor de Mangelbeek (bij theoretische aftaptijden)</i>	122
Bijlage 7: <i>Korrelgrootteberekeningen met de wet van Stokes voor de Mangelbeek (bij werkelijke aftaptijden)</i>	124
Bijlage 8: <i>Analyseresultaten van de Mangelbeek</i>	126
Bijlage 9: <i>Korrelgrootteberekeningen met de wet van Stokes voor de Demer (bij theoretische aftaptijden)</i>	136
Bijlage 10: <i>Korrelgrootteberekeningen met de wet van Stokes voor de Demer (bij werkelijke aftaptijden)</i>	138
Bijlage 11: <i>Analyseresultaten van de Demer</i>	140

FIGUREN

Figuur 1: Deelbekkens van het Demerbekken.....	17
Figuur 2: Bodemgebruikkaart in het Demerbekken	19
Figuur 3: Situering van de geografische streken in het Demerbekken.....	20
Figuur 4: Niet-gevalideerde debieten (1/1/2010-1/4/2010) van de bemonsterde rivieren + aanduiding moment staalname	21
Figuur 5: Bezinkingsscenario van vier verschillende korrelgroottes	25
Figuur 6: Korrelgrootteverdeling van de glasparels gebruikt in het mengsel	27
Figuur 7: Korrelverdeling mengsel.....	28
Figuur 8: Situering bemonsterplaats Gete (X=202766, Y=182266)	29
Figuur 9: Situering bemonsterplaats Mangelbeek (X= 208640, Y=186448).....	29
Figuur 10: Situering bemonsterplaats Demer (X= 181847, Y= 186477).....	30
Figuur 11: Opstelling voor het nemen van de waterstalen	31
Figuur 12: Het vullen van de tonnen (links), het voorzichtig decanteren van de tonnen (rechts)	32
Figuur 13: Het vullen van de bezinkingsbuis met sedimentloos rivierwater (links) en het toevoegen van de sedimentconcentratie (rechts).....	33
Figuur 14: Werkwijze bij het analyseren van de waterstalen uit het Demerbekken (1).....	34
Figuur 15: Mixer (links) en magnetische roerstaaf (rechts)	35
Figuur 16: Werkwijze bij het analyseren van de waterstalen uit het Demerbekken (2).....	38
Figuur 17: Werkwijze bij het analyseren van de waterstalen uit het Demerbekken (3).....	39
Figuur 18: Korrelgrootteanalyse van de afgetapte glasparels met behulp van laserdiffractie..	41
Figuur 19: Wet van Stokes	42
Figuur 20: Bezinkingstijd van de glasparels vergeleken met de wet van Stokes	42
Figuur 21: Empirische bezinkingscurve	46
Figuur 22: De gesuspendeerd sediment concentratie van de Gete met organisch materiaal (fractie <63 μm).....	51
Figuur 23: De gesuspendeerd sediment concentratie van de Gete met organisch materiaal (fractie >63 μm).....	52
Figuur 24: De gesuspendeerd sediment concentratie van de Mangelbeek met organisch materiaal (fractie <63 μm).....	52
Figuur 25: De gesuspendeerd sediment concentratie van de Mangelbeek met organisch materiaal (fractie >63 μm).....	53

Figuur 26: De gesuspendeerd sediment concentratie van de Demer met organisch materiaal (fractie <63 μm).....	53
Figuur 27: De gesuspendeerd sediment concentratie van de Demer met organisch materiaal (fractie >63 μm).....	54
Figuur 28: Verhouding van de fijne en de grove fractie per aftapping (Gete)	56
Figuur 29: Verhouding van de fijne en grove fractie per aftapping (Mangelbeek).....	56
Figuur 30: Verhouding van de fijne en de grove fractie per aftapping (Demer).....	57
Figuur 31: Loss on ignition per aftapping (fractie <63 μm).....	58
Figuur 32: Loss on ignition per aftapping (fractie >63 μm).....	58
Figuur 33: Korrelgrootteverdeling van de Gete zonder organisch materiaal (fractie <63 μm).63	
Figuur 34: Korrelgrootteverdeling van de Gete zonder organisch materiaal (fractie >63 μm).63	
Figuur 35: Korrelgrootteverdeling van de Mangelbeek zonder organisch materiaal (fractie <63 μm)	64
Figuur 36: Korrelgrootteverdeling van de Mangelbeek zonder organisch materiaal (fractie >63 μm)	64
Figuur 37: Korrelgrootteverdeling van de Demer zonder organisch materiaal (fractie <63 μm)	65
Figuur 38: Korrelgrootteverdeling van de Demer zonder organisch materiaal (fractie >63 μm)	65
Figuur 39: Korrelgroottemeting met een slechte signaal (groen)/ruisverhouding (rood)	67
Figuur 40: Korrelgrootteverdeling met een matige signaal (groen)/ruisverhouding (rood).....	67
Figuur 41: Korrelgrootteverdeling met een goede signaal (groen)/ruisverhouding (rood)	67
Figuur 42: Korrelgroottecomposiet van de Gete (zonder organisch materiaal)	70
Figuur 43: Korrelgrootteverdeling van de Gete met organisch materiaal	70
Figuur 44: Korrelgroottecomposiet van de Mangelbeek (zonder organisch materiaal)	72
Figuur 45: Korrelgrootteverdeling van de Mangelbeek met organisch materiaal.....	73
Figuur 46: Korrelgroottecomposiet van de Demer (zonder organisch materiaal).....	75
Figuur 47: Korrelgrootteverdeling van de Demer met organisch materiaal.....	76

TABELLEN

Tabel 1: Arbitrair bepaalde korrelgrootte en bijhorende bezinkingsnelheid (Gete)	25
Tabel 2: Theoretische korrelgroottes (μm) per aftapping volgens de wet van Stokes (Gete)..	26
Tabel 3: Korrelgrootte berekeningen met de wet van Stokes (bij theoretische aftaptijden)	43
Tabel 4: Korrelgrootteberekeningen met de wet van Stokes (bij werkelijke aftaptijden).....	44
Tabel 5: Kwaliteitscontrole bij de stalen van de Gete	48
Tabel 6: Kwaliteitscontrole bij de stalen van de Mangelbeek.....	48
Tabel 7: Kwaliteitscontrole bij de stalen van de Demer.....	49
Tabel 8: Percentage aanwezig organisch materiaal bij aftapping 10.....	59
Tabel 9: Dichtheid van de verschillende aftappings per fractie	61
Tabel 10: Densiteitsbepalingen bij aftapping 10 (sedimentrijk restwater bezinkingsbuis).....	62
Tabel 11: Bepaling van de signaal/ruisverhouding van de verschillende fracties gebruikt bij het samenstellen van de korrelgroottecomposiet van de Gete (zonder organisch materiaal)...	69
Tabel 12: Bepaling van de signaal/ruisverhouding van de verschillende A1 substalen van de Gete (met organisch materiaal).....	71
Tabel 13: Bepaling van de signaal/ruisverhouding van de verschillende fracties gebruikt bij het samenstellen van de korrelgroottecomposiet van de Mangelbeek (zonder organisch materiaal)	72
Tabel 14: Bepaling van de signaal/ruisverhouding van de verschillende A1 substalen van de Mangelbeek (met organisch materiaal)	73
Tabel 15: Bepaling van de signaal/ruisverhouding van de verschillende fracties gebruikt bij het samenstellen van de korrelgroottecomposiet van de Demer (zonder organisch materiaal)	75
Tabel 16: Bepaling van de signaal/ruisverhouding van de verschillende A1 substalen van de Demer (met organisch materiaal)	76

1. INLEIDING

In riviersystemen worden naast water ook sediment, organisch materiaal en opgeloste stoffen getransporteerd. Afhankelijk van de stroomsnelheden worden kleinere of grotere partikels in suspensie gebracht of gehouden. Hierdoor treedt doorheen het transport in een riviersysteem sortering op. Algemeen gezien worden bovenlopen gekenmerkt door hogere stroomsnelheden, waardoor grover sediment kan vervoerd worden (Pannekoek & van Straaten, 1992). Naarmate de rivier in een vlakker reliëf terecht komt, verlagen de stroomsnelheden en worden grove partikels achtergelaten op de waterbodem.

Een factor die het hele sorteringsverhaal ingewikkelder maakt is flocculatie. Een aantal partikels zijn klein van grootte, maar vormen vlokken (waarbij ook organisch materiaal een belangrijke rol kan spelen). Deze vlokken vertonen een ander bezinkings- en transportgedrag dan de individuele, niet-geflocculeerde partikels zouden vertonen. Voor een aantal modellen en onderzoeken is het belangrijk om een goed idee te krijgen van hoe deze sortering plaatsvindt.

Sedimentfingerprinting is een techniek die nood heeft aan correcties voor sorteringsgedrag (Walling *et al.*, 1993; Collins *et al.*, 1997, 1998, 2001, 2010; Krause *et al.* 2003). Met behulp van sedimentfingerprinting kan men de verschillende bronnen van sediment in een rivier bepalen en hun relatieve bijdragen aan de totale sedimentflux in een rivier begroten. Hiervoor wordt het bronsediment en het riviersediment gekarakteriseerd door onder meer de chemische samenstelling, de densiteit, het organisch materiaal gehalte en andere eigenschappen te bepalen. Wanneer echter sortering optreedt, zal de chemische samenstelling doorheen de waterloop veranderen aangezien verschillende elementen met verschillende korrelgroottefracties geassocieerd worden (Horowitz, 1991).

In het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) wordt in samenwerking met de UGent en de UA onderzoek gedaan naar de sedimentfingerprinting in het Demerbekken (Van Meel *et al.*, 2008, Vanlierde *et al.* 2006, 2008). Dit rivierbekken werd voor dit onderzoek gekozen omwille van de verschillende bodemkenmerken in het noorden en het zuiden van het bekken. Het noorden wordt in de ondergrond gekenmerkt door glauconietrijke zanden, terwijl het zuiden daarentegen voornamelijk kwartsrijke zand-leem afzettingen kent. In het noordelijke bekken zal men door de aanwezigheid van de glauconiethoudende zanden authigeen

sediment¹ aantreffen (Vanlierde *et al.* 2005, 2007a, 2007b). Hierdoor hebben de deelbekkens in het noorden en zuiden andere eigenschappen wat zich ook vertaalt in verschillende sedimentkarakteristieken, wat ideaal is voor het gebruiken van de sedimentfingerprinting techniek.

Om het sorteringsgedrag na te gaan in het Demerbekken werd een analyse uitgevoerd van drie deelbekkens. Hierbij werd de Gete geanalyseerd, een rivier gelegen in het zuidelijke deel van het rivierbekken, in het noordelijke deel van het Demerbekken werd de Mangelbeek geanalyseerd en tot slot werd ook de Demer te Aarschot geanalyseerd, omdat op dit punt de voornaamste deelbekkens in de Demer zijn uitgemond.

¹ Authigeen sediment wordt gedefinieerd als sediment dat zich bevindt op de plaats waar het oorspronkelijk gevormd werd. In een fluviatiele context houdt dat in dat het sediment in de rivier zelf gegenereerd wordt en dat het niet, zoals andere sedimentbronnen, van elders aangevoerd wordt (Vanlierde *et al.*, 2007b).

2. LITERATUUROVERZICHT

2.1 Enkelvoudige en composiet fingerprints

De chemische en fysische kenmerken die men gebruikt om de mogelijke brongebieden te onderscheiden zijn zeer uiteenlopend en bevatten een brede waaier aan mineralogische, mineraal-magnetische, geochemische, organische, radiometrische, isotopische en fysische parameters (Walling & Collins, 2000):

- Mineralogische fingerprints:

Dit type fingerprints heeft betrekking op de kleimineralogie en kleur van de bodem en het sediment, en wordt gebruikt wanneer men bekkens heeft met een heterogene geologie en bodem. Met behulp van X-straal diffractie worden de kleimineralen geanalyseerd, het Munsell-kleurensysteem wordt gebruikt om de kleurbepaling uit te voeren.

- Mineraal-magnetische fingerprints:

Deze methode is gebaseerd op de bepaling van magnetische eigenschappen in stoffen, veroorzaakt door magnetische mineralen die tijdens het transport in het sediment blijven bestaan.

Magnetische kenmerken van mineralen werden reeds vroeger gebruikt om sedimentbronnen op te sporen op plaatsen waar twee rivierbekkens samenvloeien (zoals onder meer door Caitcheon, 1993). Bij het gebruik van deze methode dienen beide rivierbekkens elk een duidelijk te onderscheiden magnetische menging te hebben van de bronnen. Natuurlijke rivieren worden langs hun lopen gekenmerkt door constante magnetische mineraalgroepen, waardoor zijrivieren van elkaar te onderscheiden zijn en sedimentbronnen kunnen vergeleken worden met gesuspendeerd sediment om op deze manier de waarschijnlijke bronnen te bepalen (Caitcheon, 1993).

- Geochemische fingerprints:

Deze fingerprints zijn gebaseerd op het sedimentgeassocieerd transport van chemische bestanddelen zoals kationen (Na, Ca, Mg, K), spoorelementen (Al, Fe, Mn, Sr) en zware metalen (Cu, Ni, Pb, Zn, Cr, Co).

- Organische fingerprints:

Een belangrijk element van het sediment in suspensie in verschillende milieus is organisch materiaal. Dit heeft geleid tot onderzoek naar organische bestanddelen,

zoals koolstof en stikstof. Aangezien organisch materiaal vaak gerelateerd is aan oppervlaktemateriaal, is het belangrijk bij de identificatie van oppervlakkige bronnen.

- Radiometrische fingerprints:

Radioactief verval van nucliden zijn zeer bruikbaar in de fingerprintmethode doordat ze over grote gebieden permanent aanwezig zijn en omdat hun gedrag onafhankelijk is van het bodemtype en de lithologie. De meest gebruikte radiometrische fingerprints zijn ^{137}Cs , ^{210}Pb , ^7Be en ^{226}Ra .

- Isotopische fingerprints:

Sedimentdeeltjes in suspensie bevatten verschillende isotopen, die vaak zeer indicatief zijn voor de bron, zoals $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$ en kleimineralen (kaolinet, illiet,...).

- Fysische fingerprints:

Uit geomorfologisch onderzoek heeft men kunnen afleiden dat een sterk verband bestaat tussen de korrelgrootte-eigenschappen van het gesuspendeerd sediment en eroderende brongebieden van het bekken. Korrelgrootteverdelingen worden gebruikt voor de fingerprinting van sedimentbronnen. Door middel van statistische metingen van korrelgrootteverdelingen of door textuurdiagrammen kan men brongebieden discrimineren.

In veel gevallen leidt het gebruik van individuele eigenschappen tot verkeerde vergelijkingen tussen sedimentbronnen. Één enkel kenmerk is niet in staat om op betrouwbare wijze de sedimentbronnen in een bekken te onderscheiden. De waarde van een individueel fingerprint kenmerk voor een sedimentmonster kan immers het resultaat zijn van de bijdrage van één bron, maar kan ook het resultaat zijn van een combinatie van sedimenten afkomstig van meerdere potentiële stroomopwaarts gelegen bronnen. Daarom worden verschillende diagnostische eigenschappen gecombineerd tot een zogenaamde composiet fingerprint. Composiet fingerprints geven een meer betrouwbare en consequente basis voor het onderscheiden van sedimentbronnen omdat ze representatief zijn voor de monsters van gesuspendeerd sediment, die een combinatie van sedimenten voorstellen afkomstig van verschillende plaatsen en types van sedimentbronnen in het bekken. Elke eigenschap binnen de composiet fingerprint wordt beïnvloed door andere omgevingsfactoren, waardoor ze een zekere graad van onafhankelijkheid bezitten. Bovendien zal de betrouwbaarheid en de efficiëntie van sedimentfingerprinting en het aantal mogelijke sedimentbronnen dat onderscheiden kan worden, significant toenemen. Composiet fingerprints bevatten een selectie van parameters uit een bepaalde groep van eigenschappen (bijvoorbeeld

radiometrische kenmerken) ofwel uit verschillende groepen van eigenschappen. Het is meestal aangewezen om eigenschappen uit verschillende groepen op te nemen in de composiet fingerprint, omdat individuele eigenschappen beïnvloed worden door verschillende milieucontrolerende factoren en zo een zekere graad van onafhankelijkheid bezitten (Walling & Collins, 2000).

2.2 Correcties bij het fingerprinting onderzoek

In het sedimentfingerprinting onderzoek wordt al jaren gebruik gemaakt van correctiefactoren voor het sorteringsgedrag (onder andere Walling *et al.*, 1993; Collins *et al.*, 1997, 1998, 2001, 2010; Krause *et al.*, 2003). In het onderzoek van Krause *et al.* (2003) werd getracht met behulp van een multi-parameter fingerprinting modellering na te gaan hoeveel individuele sedimentbronnen bijdroegen tot de afzetting in bezinkingspoelen in een klein catchment in Zuidwest Australië. Hierbij hebben zij ook enige aandacht gegeven aan in hoeverre sortering plaatsvond van de bron naar de sink en hoe de resultaten chemisch gecorrigeerd dienden te worden door middel van verrijgingsratio's. Hier zal als voorbeeld kort ingegaan worden op de door Krause *et al.* (2003) gebruikte correctiemethodes.

Krause *et al.* (2003) tracht een composiet fingerprint op te stellen gebruik makend van verschillende sporenelementen, zware metalen en een radionucleïde. Deze gebruikte parameters worden geassocieerd met verschillende korrelgroottefracties.

Horowitz & Elrick (1987) tonen aan dat korrelgrootte de opnamecapaciteit van sporenelementen beschrijft. Horowitz (1991) maakt duidelijk dat een sterk positieve correlatie bestaat tussen afnemende korrelgrootte en toenemende sporenelementconcentratie. De correlatie is het resultaat van fysische factoren (bijvoorbeeld specifieke oppervlakte) en chemische factoren (bijvoorbeeld geochemische substraten zoals organisch materiaal en kleimineralen). Tevens hebben andere factoren (zoals porositeit, permeabiliteit, specifieke zwaartekracht,...) een invloed op de concentratie van sporenelementen, hoewel in Horowitz (1991) wordt gesteld dat deze invloeden grotendeels kunnen verklaard worden aan de hand van de korrelgrootte. Eveneens wordt gesteld dat wanneer slechts één fysische eigenschap zou moeten nagegaan worden om de chemische data te interpreteren, de korrelgrootte veruit de beste factor is omdat deze alle fysische eigenschappen lijkt te integreren.

Krause *et al.* (2003) zijn zich bewust van bovenstaand onderzoek maar maken gebruik van de SSA (specific surface area = SSA, in m²/g), een parameter die bepaald wordt door korrelgrootteanalyse met behulp van de Malvern Mastersizer 2600C. De SSA van een massa deeltjes zal toenemen wanneer de korrelgrootte afneemt.

Op plaatsen waar significante verschillen bestaan tussen de SSA van de bron (SSA_{bron}) en de SSA van de sink (SSA_{sink}), is het nodig verrijkingratio's op te stellen om sporenelementconcentratie of de activiteit van radionucliden te corrigeren (Krause *et al.*, 2003).

- Daarom werden respectievelijk de SSA_{bron} en de SSA_{sink} bepaald voor elk bron en sink staal.
- Men corrigeerde de sporenelementen aanwezig op de sedimentpartikels door middel van een eenvoudige verrijkingratio $\frac{SSA_{sink}}{SSA_{bron}}$.
- De bovenstaande verrijkingratio kan niet gebruikt worden om onder andere radionucliden te corrigeren, hiervoor diende de logaritmische relatie die beschreven werd door He & Walling (1996) gebruikt te worden.
- Men merkte niet alleen een aanzienlijke variatie op van de SSA (m²/g) tussen de verschillende bronnen en de sink, maar ook werd er een variatie waargenomen binnen de bronnen zelf. Deze variatie kan volgens Krause *et al.* (2003) verklaard worden door de sedimentsoortering die optreedt tijdens het transport tussen de bron en de sink.

In het kader van deze masterproef wordt gewerkt met materiaal uit de Gete, de Mangelbeek en de Demer. Het sedimentfingerprinting onderzoek dat door de UGent, het WL en de UA wordt uitgevoerd maakt gebruik van zowel sporenelementen als elementen die niet gecorrigeerd mogen worden door de eenvoudige verrijkingratio. Dit onderzoek zal een bijdrage willen leveren tot het inzicht in de sorteringprocessen in deze rivieren.

2.3 Flocculatie

Flocculatie is een aggregatieproces dat aanleiding geeft tot de vorming van grotere partikels uit kleinere partikels in een natuurlijke of kunstmatige wateromgeving. Een vlok heeft een heterogene samenstelling en structuur en bestaat uit componenten van organische (onder

andere bacteriën) en anorganische (onder andere silica en colloïdale deeltjes zoals FeOOH, MnO₂ en Al₂O₃) aard (Droppo *et al.*, 2005; Belien, 2006).

2.3.1 *Ontstaan van vlokken*

Het flocculatieproces wordt gedomineerd door de aanwezigheid van colloïdale deeltjes die zich in het rivierwater in suspensie bevinden. Een colloïdaal deeltje wordt door Vold & Vold (1983) gedefinieerd als een partikel waarvan de afmeting ligt tussen 1,0 en 0,001 µm. De bezinkingssnelheid van colloïdale deeltjes is niet afhankelijk van de zwaartekracht en ze vertonen instabiliteit in natuurlijk water. De colloïdale deeltjes hechten zich aan elkaar in een porierijke structuur. De vlokporiën zijn gevuld met watermoleculen en organisch materiaal. Voor of tijdens het incorporeren van colloïdale partikels in de vlokken kunnen deze zich hechten aan opgeloste gecontamineerde deeltjes, op deze manier worden tot 90% van de in het water aanwezige spoorelementen aan de vlokken geabsorbeerd (Droppo *et al.*, 2005; Belien, 2006).

2.3.2 *Groei van vlokken*

Colloïden spelen een belangrijke rol bij het stabiliseren en de groei van de vlok en vormen een driedimensionaal netwerk met functies zoals het vangen van watermoleculen en het vergroten van het vlokoppervlak. De hoeveelheid contaminatie die een vlok kan opnemen stijgt met een groeiend vlokoppervlak (Droppo *et al.*, 2005; Belien, 2006).

2.3.3 *Bezinkingssnelheid*

Ten gevolge van de grillige vorm van de vlokken varieert de bezinkingssnelheid van een vlok enorm, afhankelijk van de oriëntatie. De vloksamenstelling, het poriënvolume, de grootte en de vorm van de vlokken beïnvloeden eveneens de bezinkingssnelheid. De wet van Stokes kan in geval van flocculatie enkel gebruikt worden als een indicatieve benadering bij het bepalen van de bezinkingssnelheid (Droppo *et al.*, 2005).

2.4 Wet van Stokes

De manier waarop deeltjes bezinken, onder invloed van de zwaartekracht wordt gevat in de wet van Stokes. De wet van Stokes laat toe om te voorspellen hoelang het zal duren vooraleer een korrel met een bepaalde grootte en dichtheid zal sedimenteren in een vloeistofkolom met bepaalde hoogte en vloeistof met bepaalde viscositeit en dichtheid. De wet van Stokes (Krumbein & Pettijohn, 1938) gaat als volgt:

$$t = \frac{18 \cdot \mu \cdot h}{g \cdot (\rho_p - \rho_f) \cdot d^2} \quad (1)$$

Met: t = tijd (s)

μ = viscositeit van het medium (P)

h = valhoogte (m)

g = gravitatieconstante (cm/s²)

ρ_p = dichtheid van het partikel (g/cm³)

ρ_f = dichtheid van het medium (g/cm³)

d = diameter van het sedimentpartikel (cm)

Wanneer men deze formule omvormt krijgt men:

$$v = \frac{2}{9} \cdot \frac{\rho_p - \rho_f}{\mu} \cdot g \cdot R^2 \quad (2)$$

Met: v = valsnelheid (m/s)

R = straal van een sedimentpartikel (cm)

De wet van Stokes maakt ook een aantal veronderstellingen (zoals onder meer aangehaald door Horowitz, 1991), namelijk:

- Deeltjes zijn sferisch
- Alle deeltjes hebben een gelijke dichtheid
- De deeltjes zijn strak en effen
- Het bezinkingsmedium is homogeen in vergelijking met de grootte van het deeltje
- Het deeltje moet kunnen vallen zoals het zou vallen in een ongelimiteerd medium
- Bezinking van het deeltje gebeurt bij een constante snelheid
- Er worden geen effecten van gravitatie waargenomen tussen de sedimentpartikels

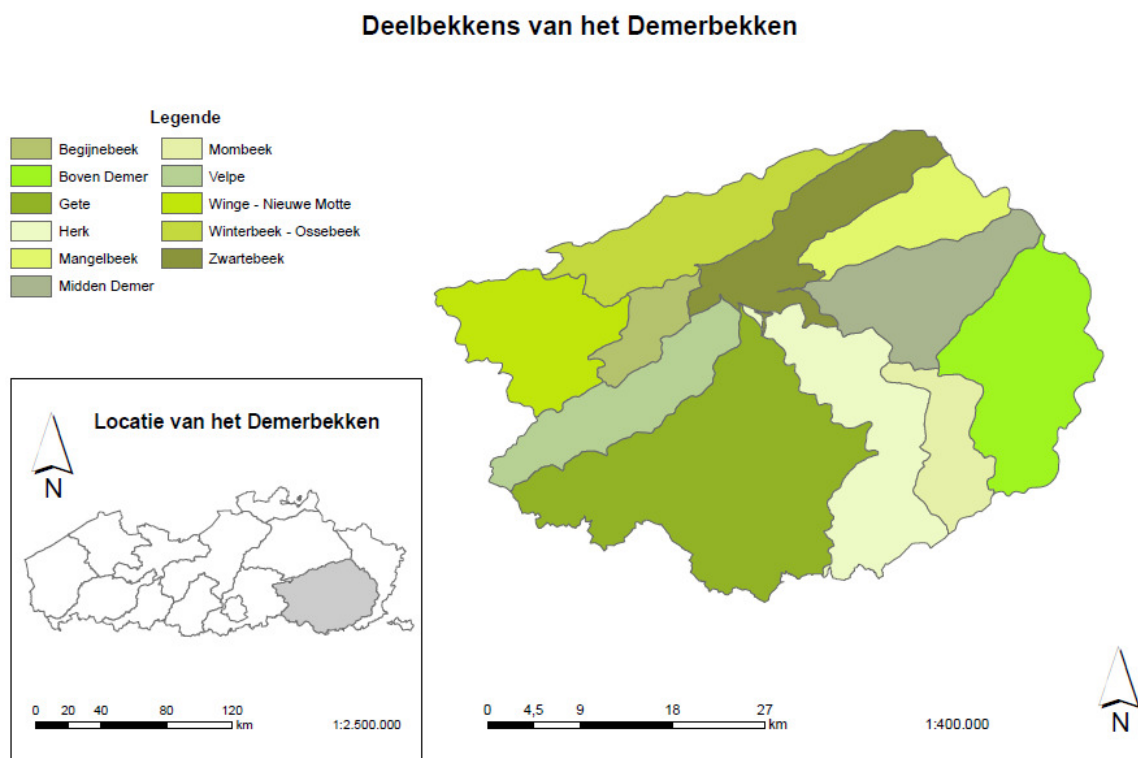
Aangezien bij de wet van Stokes bovenstaande veronderstellingen worden gemaakt, gaat deze wet niet op voor alle sedimentpartikels (Horowitz, 1991). Toch kan men de wet van Stokes

gebruiken om een indicatie te krijgen of eerder kleine partikels gevonden worden wanneer men grote partikels verwacht en/of omgekeerd.

3. MATERIAAL EN METHODEN

3.1 Studiegebied

Het studiegebied omvat het grootste gedeelte van het Demerbekken (stroomopwaarts het meetstation uitgebouwd door het WL te Aarschot). Dit bekken is een van de 11 Vlaamse rivierbekkens. Het Demerbekken wordt omgeven door drie andere rivierbekkens, namelijk in het noorden door het Netebekken, in het oosten en zuiden door het Maasbekken en in het westen door het Dijlebekken (Thomas, 2004).



Figuur 1: Deelbekkens van het Demerbekken

Bron: Vlaamse Hydrografische Atlas – Zones (2010) – Vlaamse Milieumaatschappij- afdeling operationeel waterbeheer; Eigen verwerking

Het stroomgebied van de Demer situeert zich in het oostelijk deel van de provincie Vlaams Brabant, het zuidelijk deel van de provincie Limburg en een klein deel bevindt zich in Wallonië. Het Demerbekken heeft een oppervlakte van 2 267 km². De Demer ontspringt te Ketsingen bij Tongeren op een hoogte van 89 m TAW en vloeit van hier over een afstand van 85 km naar het westen richting Werchter waar de rivier uitmondt in de Dijle op een hoogte

van 10 m TAW. In de vlakte van Halen-Schulen monden vanuit het zuiden de Herk, de Gete, de Velpe en de Begijnenbeek uit in de Demer. In het noorden monden eveneens een aantal rivier in de Demer uit en hebben een oostnoordoost- westzuidwest stroomrichting, deze zijn van oost naar west: de Mangelbeek, de Zwarte Beek en de Winterbeek (Matthijs, 1999; Thomas, 2004).

Het Demerbekken is gelegen op een knooppunt van verschillende geografische streken. Het Kempisch plateau heeft een gemiddelde hoogte van 75 m TAW en is gelegen in het noordoosten van het bekken. Het Hageland kan men terugvinden in het zuidwesten en wordt gekenmerkt door oost-noordoost – west-zuidwest gerichte heuvelrijen. Hier kan men heuveltoppen terugvinden tot 80 m hoog. In het noorden gaan deze heuvels over in de Zuiderkempen. Vochtig Haspengouw is gelegen in het zuiden van het bekken, wat de noordrand vormt van het Haspengouws Plateau. Hier is het (zand)leemdek gelegen op kleirijke en zandige afzettingen uit het Tertiair (Matthijs, 1999).

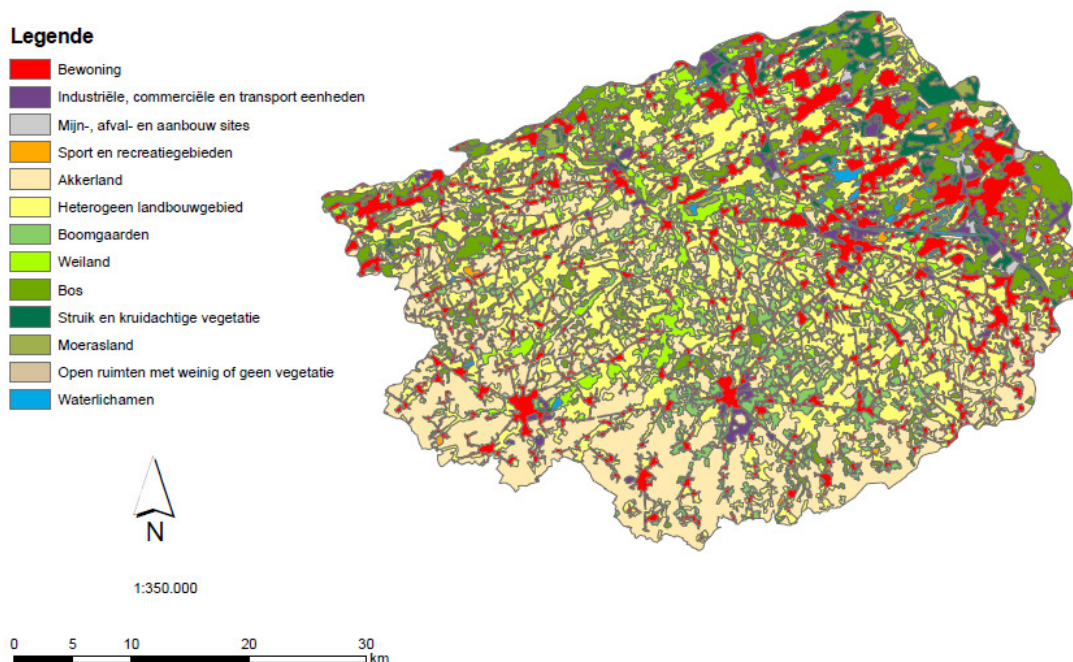
De Demer vormt ook de grens tussen de Zandleemstreek in het zuiden en de zandige Kempen in het noorden. De bodem in de Zandleemstreek is een alfisol², dit maakt hem zeer geschikt voor grove tuinbouw. De bodem van de Kempen daarentegen is spodosol³, wat de bodem slechts een lage landbouwwaarde geeft (Matthijs, 1999).

De waterlopen gelegen in de Zandstreek worden gevoed door regen- en grondwater. Kenmerkend aan het door de rivier getransporteerd sediment afkomstig uit het noordelijk deel van het Demerbekken is de aanwezigheid van ijzerhydroxiden. Het ijzer kent een authigene oorsprong en is afkomstig uit het grondwater. De aanwezigheid van de Diestiaanzanden zijn de initiële ijzerbron. In onderzoek van het Netebekken (dat geologisch en hydrologisch een sterke gelijkenis vertoont met het noordelijk deel van het Demerbekken) werden de hoge ijzerconcentraties aangetoond door middel van rivieranalyses (Belien, 2006; Vanlierde *et al.*, 2007b).

² Een bodem met een klei-inspoelingshorizont (Bt-horizont) en een hoge basenverzadiging (>35%)

³ Een bodem gekenmerkt door migratie en accumulatie van organisch materiaal waaraan Al en/of Fe gecomplexeerd is (Bh-horizont beneden een E-horizont of uitlogingshorizont). Wordt in het Nederlands ook Podzol genoemd

Bodemgebruik in het Demerbekken



Figuur 2: Bodemgebruikkaart in het Demerbekken

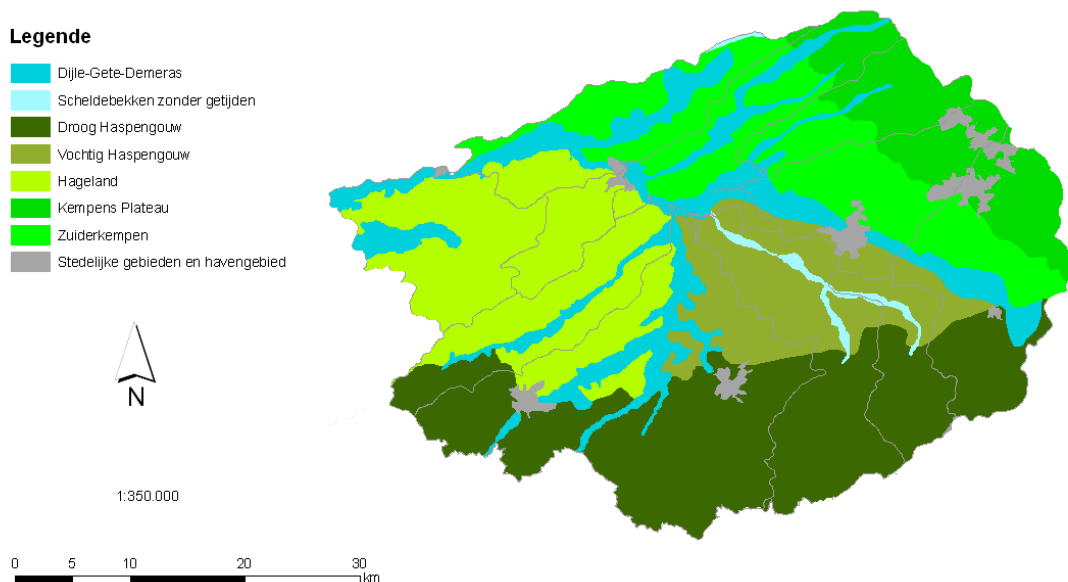
Bron: CORINE Landcover (2000) – NGI; Vlaamse Hydrografische Atlas – Zones (2010) – Vlaamse Milieumaatschappij- afdeling operationeel waterbeheer; Eigen verwerking

De Haspengouwse leemstreek wordt gekenmerkt door een lage permeabiliteit van de bodem, hierdoor gaat deze streek gekenmerkt worden door erosie ten gevolge van oppervlakkige runoff. Men zal in dit gebied vooral kwartsrijke löss verwachten terug te vinden in het riviersediment.

Het Hageland wordt gekenmerkt door bronrivieren en regen- grondwater gevoede rivieren. De Winge en de Velpe zijn voorbeelden van bronrivieren, die gevoed worden door hun bronnen in de bovenloop. De Motte en de Begijnenbeek daarentegen zijn rivieren die gevoed worden door het grond- en regenwater waardoor men grote fluctuaties kan krijgen in het waterpeil van deze rivieren (Thomas, 2004).

De afvoer van de Demer is afhankelijk van de neerslag en de grondwaterstand. De Demer wordt snel gevoed door afstromende neerslag door haar verschillende bijrivieren wat aanleiding geeft tot hoge piekdebieten. Het gemiddeld debiet bedraagt in de zomer gemiddeld 6,4 m³/s, in de winter is dit 33,9 m³/s (Thomas, 2004; Integraal Waterbeleid, 2008).

Geografische streken in het Demerbekken

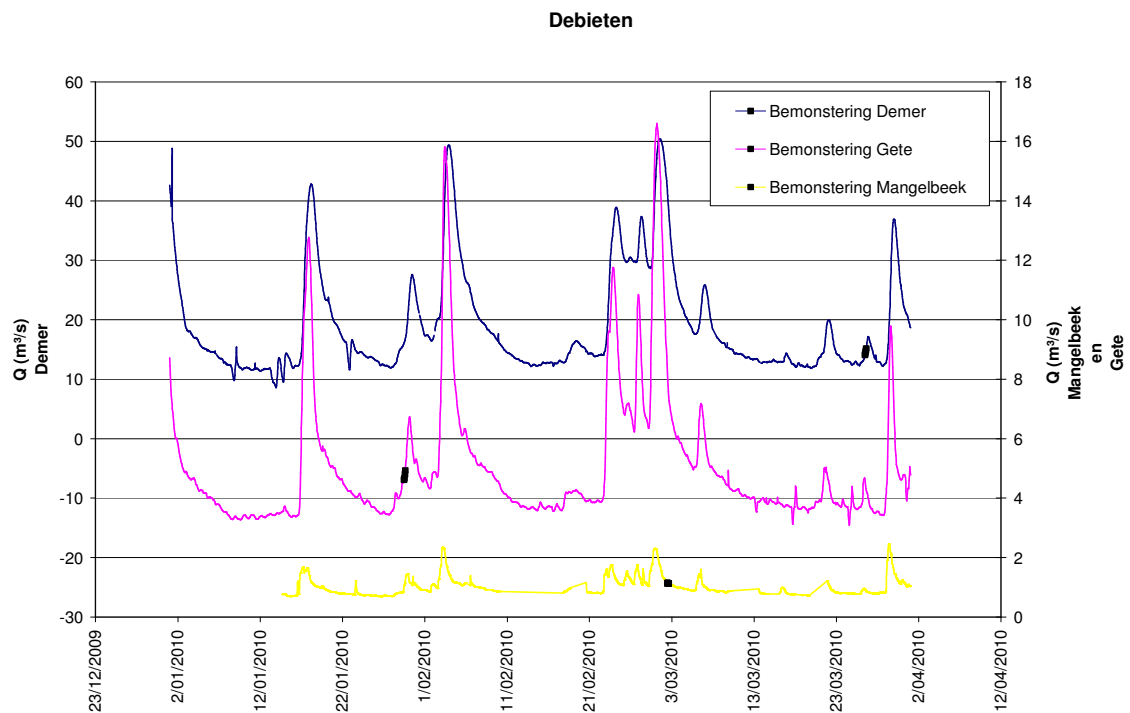


Figuur 3: Situering van de geografische streken in het Demerbekken

Bron: Traditionele landschappen (2001) – UG Vakgroep geografie; Vlaamse Hydrografische Atlas – Zones (2010) – Vlaamse Milieumaatschappij- afdeling operationeel waterbeheer; Eigen verwerking

In het onderzoek van deze masterproef zullen drie rivieren uit het Demerbekken bemonsterd worden. Omdat het debiet en de SSC (suspended sediment concentration = SSC) continu variëren is het belangrijk te weten in welke omstandigheden werd bemonsterd. De Gete werd op moment van bemonstering gekenmerkt door een licht toenemend debiet, van 4,57 m³/s naar 5,09 m³/s (Figuur 4). De Gete werd dus bemonsterd op het moment dat de afvoer toenam wat wijst op een klein neerslagevent. De debiettoename kan eveneens in de Demer opgemerkt worden met enige vertraging. Uit de SSC gegevens van de afgelopen drie jaar werd berekend wat de gemiddelde SSC is bij een gelijkaardig debiet (de visualisatie van het debiet en de SSC van deze periode kunnen teruggevonden worden in Bijlage 2, Figuren 1 en 2), deze bedroeg 120,0 mg/l. Hetzelfde werd gedaan voor de Mangelbeek, deze kende op het moment van bemonsteren een licht afnemend debiet, van 1,13 m³/s naar 1,12 m³/s (Figuur 4). De Mangelbeek werd bemonsterd op het moment dat de debietverhoging volgend op een neerslagevent bijna volledig voorbij was. In de debietwijziging van de twee andere rivieren kan men zien dat het om een redelijk groot neerslagevent volgend na een zeer natte periode.

De gemiddelde SSC van de afgelopen drie jaar bij een gelijkaardig debiet bedroeg 518,9 mg/l (Bijlage 2, Figuren 3 en 4). De Demer werd bemonsterd op het moment dat het debiet licht stijgend was, van 13,77 m³/s naar 15,66 m³/s, ten gevolge van een klein neerslagevent (Figuur 4). De gemiddelde SSC van de afgelopen drie jaar bij een gelijkaardig debiet bedroeg 212,1 mg/l (Bijlage 2, Figuren 5 en 6).



Figuur 4: Niet-gevalideerde debieten (1/1/2010-1/4/2010) van de bemonsterde rivieren + aanduiding moment staalname

Bron: Gegevens verkregen van het WL (Demer en Gete) en de VMM (Mangelbeek); Eigen verwerking

3.2 Onderzoeksstrategie

3.2.1 Algemeen

Uit de literatuur bleek dat het interessant is om bezinkingsproeven uit te voeren om het sorteringsproces beter in kaart te brengen. Bezinkingsproeven brengen in beeld hoe suspensiemateriaal in de tijd bezinkt als men de stroomsnelheid van het water doet wegvallen. Maar vooraleer men kon overgaan tot het uitvoeren van bezinkingsproeven met natuurlijk rivierwater diende men eerst een bezinkingsbuis te construeren. Het betreft een verticaal opgestelde cilindervormige buis gevuld met water waar op tijdstip 0 bovenaan water met

riviersediment wordt toegevoegd. Onderaan de bezinkingsbuis (Bijlage 1, p.89) werd een afsluitbare trechter gemonteerd die het aftappen van stalen mogelijk maakt.

Met behulp van geijkte glaspereels werd nagegaan hoe goed de wet van Stokes wordt benaderd in de bezinkingsbuis. Na het uitvoeren van deze test werd het mogelijk om een empirische bezinkingscurve op te stellen voor de buis.

Voor het verzamelen van de waterstalen en het natuurlijk sediment werd per locatie een volledige dag voorzien. Het verzamelen van de stalen vond steeds plaats net voor het uitvoeren van de laboratoriumtesten om de eigenschappen van het water en sediment zo nauw mogelijk te laten aansluiten met de natuurlijke condities. De uitvoering van de testen vonden plaats in het ISO9001-gecertificeerd sedimentologisch laboratorium van het WL.

De voorbereiding van de bezinkingstesten bestond onder meer uit het centrifugeren van het rivierwater. Dit gecentrifugeerd rivierwater werd gebruikt voor het vullen van de bezinkingsbuis en de verwerking van de stalen. Het voorbereidende werk bestond ook uit het maken van een geconcentreerde sedimentoplossing. Deze werd in suspensie gehouden met behulp van een mixer en magnetische roerstaaf tot net voor de aanvang van de test. Eveneens werden de kroesjes voorbereid zoals beschreven in de instructie 'Bepalen van droogrest' (Vanlierde *et al.*, 2009a).

Net voor de uitvoering van de test wordt de bezinkingsbuis gevuld met het gecentrifugeerd water tot een hoogte van 1,60 m boven de trechter. Bij de start van de test wordt de geconcentreerde sedimentoplossing toegevoegd en de starthoogte van de totale waterkolom boven de trechter (dus inclusief het geconcentreerde water-sediment mengsel) afgelezen. Men verkrijgt verschillende stalen door op vooraf berekende tijdstippen af te tappen. Deze stalen worden voor de verdere analyse nog onderverdeeld in substalen die worden onderworpen aan een hele reeks laboratoriumtesten (zie Figuren 14, 16 en 17).

3.2.2 Ontwerp bezinkingsbuis

De bezinkingsbuis die werd ontworpen voor dit onderzoek heeft een lengte van 2 m en een diameter van 19 cm. Onderaan werd aan deze buis een trechter aangebracht met een

afsluitbaar kraantje. Op deze manier kan men eenvoudig stalen afstappen voor verdere analyse.

De inhoud van de trechter onderaan de bezinkingsbuis is 2,2 l, dit komt overeen met een hoogte van 7,8 cm in de bezinkingsbuis. Daar de trechter niet cilindrisch is, heeft men hier geen ongehinderde bezinking, waardoor van de wet van Stokes niet meer opgaat vanaf het moment dat de deeltjes zich in de trechter bevinden. Om deze reden wordt bij elke aftapping de inhoud van de trechter afgetapt (Figuur 5). Dit houdt natuurlijk ook in dat eenzelfde volume water dat daarvoor boven de trechter aanwezig was, nu in de trechter gedwongen wordt (en dus bij de volgende aftapping zal afgetapt worden), waardoor bij elke aftapping de bezinkingscyclus werd beïnvloed. Bij de berekeningen om de korrelgrootte te bepalen werd gewerkt met de valsnelheid van de partikels (zie 2.4 Wet van Stokes, formule 2), de tijd bleef steeds lopen maar de bezinkingshoogte werd telkens aangepast rekening houdend met de hoogteverschillen door aftappen. Bij de uitgevoerde berekeningen werd rekening gehouden met de afstand die alle deeltjes moeten afleggen. Zo zal een deeltje dat zich bovenaan de geconcentreerde sedimentoplossing bevindt er langer over doen om te bezinken tot in de trechter dan een deeltje van dezelfde grootte onderaan de geconcentreerde sedimentoplossing (Figuur 5). Dit is een aspect waarmee rekening werd gehouden door het invoeren van een minimale en maximale bezinkingsafstand zodat alle partikels van eenzelfde, arbitrair gekozen grootte in de trechter aanwezig zouden zijn op het moment van aftappen. Aangezien bij het moment van aftappen ook al kleinere partikels van onderaan de sedimentmassa aanwezig zullen zijn bij de aftapping dan de partikels die men in de berekeningen heeft gebruikt, dient men te werken met een korrelgrootterange. In de berekeningen werden de aftappingen in rekening gebracht door de 'aftaphoogte' van het oorspronkelijke waterniveau af te trekken. Hierdoor dienden de aanwezige deeltjes een afgetapte hoogte minder afstand af te leggen om in de trechter te geraken.

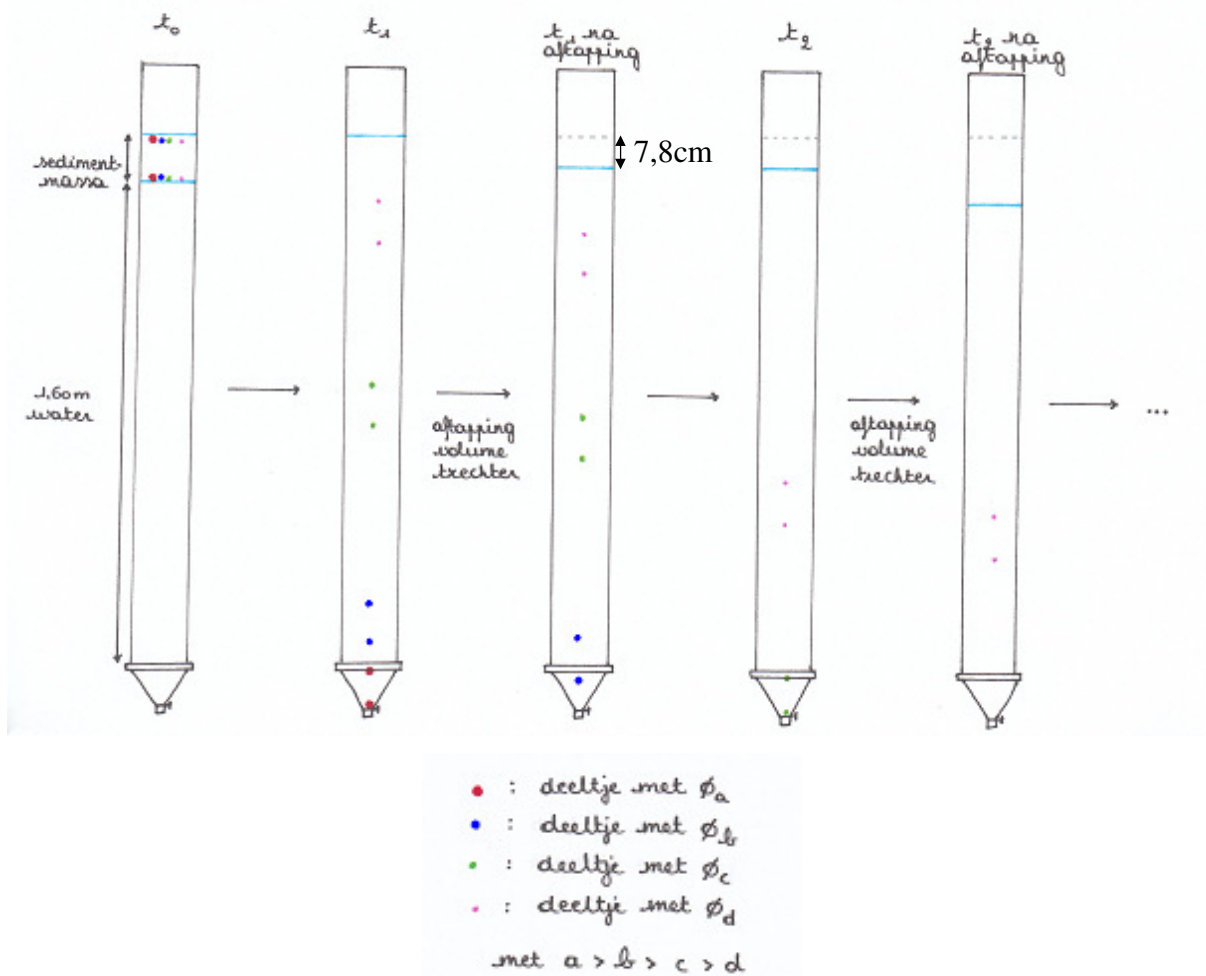
Het gevolgde principe bij de berekeningen zal uitgelegd worden aan de hand van een voorbeeld, met name de bezinkingstest met Getemateriaal. De volledige berekeningen kunnen teruggevonden worden in de Bijlagen 3 en 4. In dit voorbeeld zal gebruik gemaakt worden van de gegevens uit Tabellen 1 en 2. Men vertrok bij de berekeningen van arbitrair bepaalde korrelgroottes en berekende met behulp van de wet van Stokes de bijbehorende bezinkingsnelheden alsook hoelang partikels met deze korrelgrootte erover zouden doen om te bezinken in een bezinkingsbuis gevuld met 1,60 m water, met daarboven een

sedimentmassa van 14,9 cm (zie Tabel 1). Vervolgens werd rekening gehouden met het feit dat een deeltje van 200 μm bovenaan de sedimentmassa meer tijd nodig zal hebben om te bezinken tot in de trechter dan een deeltje van 200 μm onderaan de sedimentmassa ten gevolge van de kleinere bezinkingsafstand van het laatste deeltje. In de berekeningen voor de volgende aftappingen werd eveneens rekening gehouden met het feit dat telkens bij elke aftapping, een deeltje 7,8 cm minder lang diende te bezinken om de trechter te bereiken. Na deze theoretische voorberekening werd de wet van Stokes omgekeerd toegepast, meer bepaald wanneer men de bezinkingshoogte en de tijd tussen aftappingen kent, kan je met behulp van de wet van Stokes berekenen welke deeltjes in de trechter verwacht worden.

Alle berekeningen werden eerst uitgevoerd met theoretische aftaptijden en theoretische aftaphoogten. Nadien werden de berekeningen opnieuw uitgevoerd rekening houdend met de werkelijke aftaptijden en de werkelijke aftaphoogte. De eerste aftapping van de Gete werd uitgevoerd 1 minuut 15 seconden na de aanvang van de bezinkingsproef (Tabel 2), hierbij werd een volume water afgetapt dat overeenkwam met een daling van 7,0 cm in de bezinkingsbuis. Volgens de wet van Stokes verwacht men bij deze aftapping alle sedimentpartikels die een bezinkingssnelheid hebben tussen 0,0233 m/s en 0,0213 m/s wat overeen komt met een korrelgrootterange [160,643-153,648 μm]. De tweede aftapping werd uitgevoerd na 2 minuten 20 seconden en zorgde voor een daling van 8,3 cm in het waterniveau. Aangezien de eerste aftapping een daling van waterhoogte van 7,0 cm in de bezinkingsbuis teweeg bracht, zullen de partikels die bij de tweede aftapping in de trechter terecht kwamen een bezinkingssnelheid gehad hebben liggende tussen 0,0120 m/s en 0,0109 m/s wat overeen komt met een korrelgrootterange [115,194-109,964 μm]. De bovengrens van de korrelgrootterange van aftapping 2 blijft natuurlijk de ondergrens die bepaald werd tijdens aftapping 1, met name [160,643-153,648 μm]. Dit verhaal gaat zo verder voor elke aftapping, en deze berekeningsmethode werd tevens toegepast op de testen van de Mangelbeek en de Demer. Men kan eveneens opmerken dat de verwachte korrelgrootteranges afnemen met de aftappingen en dus met de tijd. Men kan dus stellen dat de sedimentpartikels theoretisch beter gesorteerd zouden moeten zijn naar het einde van het bezinkingsproces toe. Echter door het gebruik van een logaritmische schaal zullen deze korrelverdelingen een bredere curve vertonen.

Het uitvoeren van de bezinkingsproeven in de bezinkingsbuis gebeurde met behulp van natuurlijk rivierwater. Door gebruik te maken van natuurlijk rivierwater werd voorkomen dat

het natuurlijk sediment chemische veranderingen onderging door in water gebracht te worden dat niet in evenwicht was met dit sediment.



Figuur 5: Bezinkingsscenario van vier verschillende korrelgroottes

Bron: Eigen onderzoek

Tabel 1: Arbitrair bepaalde korrelgrootte en bijhorende bezinkingsnelheid (Gete)

Bron: Eigen onderzoek

	Aftapping 1	Aftapping 2	Aftapping 3	Aftapping 4	Aftapping 5	Aftapping 6	Aftapping 7	Aftapping 8	Aftapping 9
Arbitrair bepaalde korrelgrootte (μm)	200	150	100	63	50	30	20	5	3
Bezinkingsnelheid arbitraire deeltjes (m/s)	3,583E-02	2,000E-02	9,167E-03	3,333E-03	2,167E-03	8,333E-04	3,333E-04	1,667E-05	8,333E-06

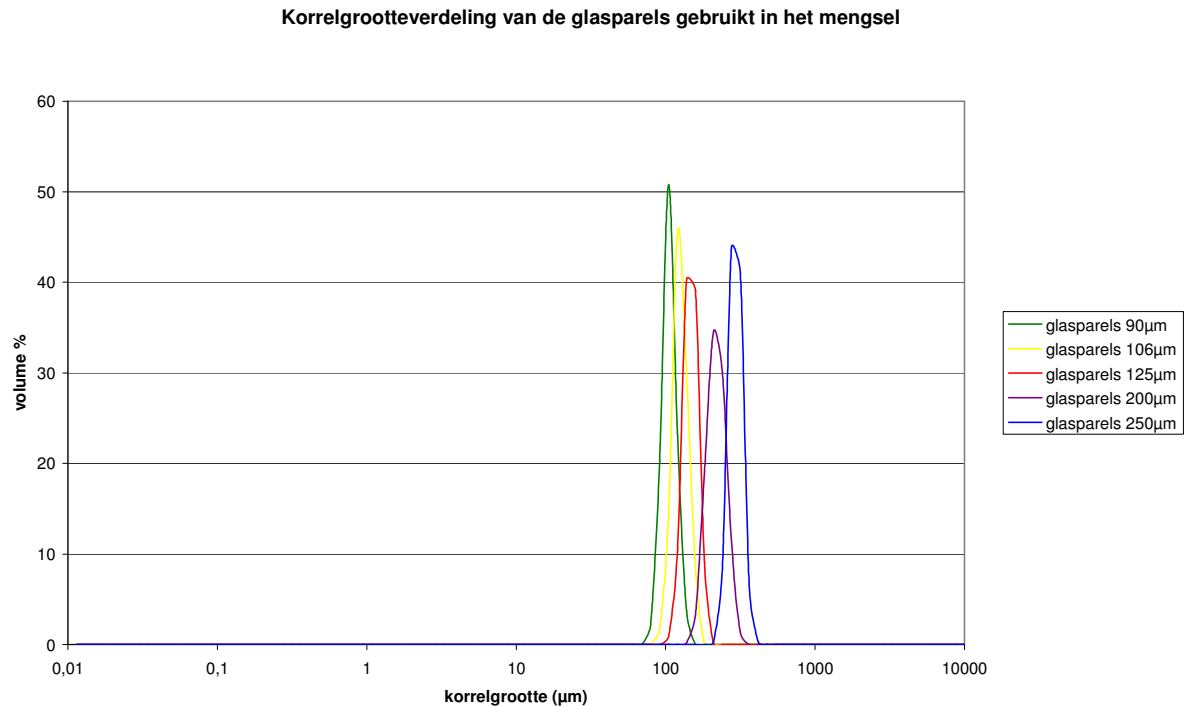
Tabel 2: Theoretische korrelgroottes (μm) per aftapping volgens de wet van Stokes (Gete)

Bron: Eigen onderzoek

	Tijdstip	Initiële boven- en ondergrens sediment mengsel (m)	Valsnelheid (m/s)	Ondergrens korrelgrootterange (μm)
Aftapping 1	0:01:15	[1,749 - 1,600]	[2,332E-02 - 2,133E-02]	[160,643-153,648]
Aftapping 2	0:02:20	[1,679 - 1,530]	[1,199E-02 - 1,093E-02]	[115,194-109,964]
Aftapping 3	0:03:30	[1,596 - 1,447]	[7,600E-03 - 6,890E-03]	[90,986-86,634]
Aftapping 4	0:07:48	[1,508 - 1,359]	[3,222E-03 - 2,904E-03]	[59,069-56,075]
Aftapping 5	0:11:24	[1,430 - 1,281]	[2,091E-03 - 1,873E-03]	[47,580-45,033]
Aftapping 6	0:28:00	[1,346 - 1,197]	[8,012E-04 - 7,125E-04]	[29,382-27,708]
Aftapping 7	1:06:00	[1,266 - 1,117]	[3,197E-04 - 2,821E-04]	[18,649-17,518]
Aftapping 8	20:47:30	[1,183 - 1,034]	[1,580E-05 - 1,381E-05]	[4,166-3,895]
Aftapping 9	44:50:00	[1,102 - 0,953]	[6,828E-06 - 5,905E-06]	[2,768-2,574]

3.2.3 Test bezinkingsbuis

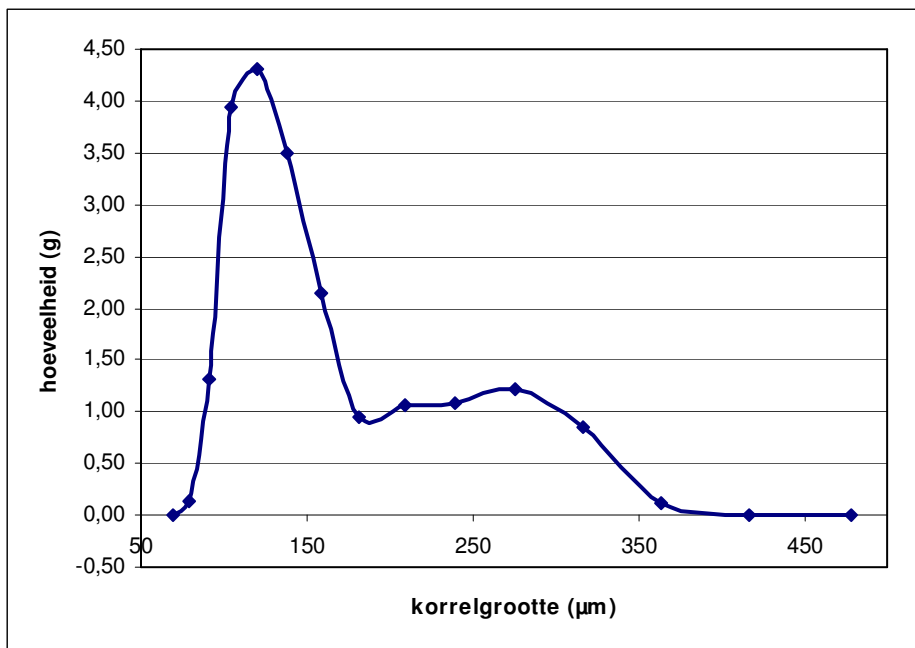
Om na te gaan of de bezinkingsbuis inderdaad condities creëert waarin de wet van Stokes voor sferische deeltjes opgaat, wordt deze getest met behulp van geijkte glasparels. Deze parels worden geacht te voldoen aan de veronderstellingen gemaakt door de wet van Stokes. Hiervoor werd een mengeling gemaakt van vijf verschillende fracties glasparels, meer bepaald: 90 μm , 106 μm , 125 μm , 200 μm en 250 μm . De glasparels werden eerst afzonderlijk gewogen in kroesjes, deze kroesjes werden voorbereid volgens de instructie ‘Bepalen van droogrest’ (Vanlierde *et al.*, 2009a) die gebruikt wordt in het sedimentologisch laboratorium van het WL. Vervolgens werd het mengsel gemaakt van de verschillende glasparelfractions. De resten van de glasparelfractions die niet werden gebruikt bij het maken van het mengsel, werden met behulp van laserdiffractie geanalyseerd om de korrelverdeling van elke fractie te bekomen. De verschillende fracties glasparels werden geanalyseerd met behulp van de Malvern Mastersizer 2000 (Bijlage 1, p.90), deze analyse gaf weer dat de verschillende afgewogen glasparels een lichte variatie vertoonden op de grootte (Figuur 6).



Figuur 6: Korrelgrootteverdeling van de glasparels gebruikt in het mengsel

Bron: Eigen onderzoek

Ten gevolge de variatie op de verschillende glasparelfracties verkreeg men overlappings bij de verschillende korrelgrootteklassen. Om deze reden werd beslist niet af te tappen op de tijdstippen wanneer een bepaalde korrelgroottefractie beneden diende te zijn. De hoeveelheid glasparels (g) per korrelgrootteklasse werd berekend voor het mengsel (zie Figuur 7). De theoretische bezinkingstijd werd berekend met behulp van de wet van Stokes voor een afstand in een waterkolom van 1,60 m voor de korrelgroottes 75 µm, 90 µm, 110 µm, 135 µm en 200 µm. Deze berekeningen diende als indicatie voor de aftapmomenten. Na het uitvoeren van de bezinkingsproef met het mengsel van de glasparelfracties werden de afgetapte stalen met behulp van de Malvern Mastersizer geanalyseerd. De dichtheid van de glasparels werd bepaald met behulp van de gaspycnometer (Bijlage 1, p.95).



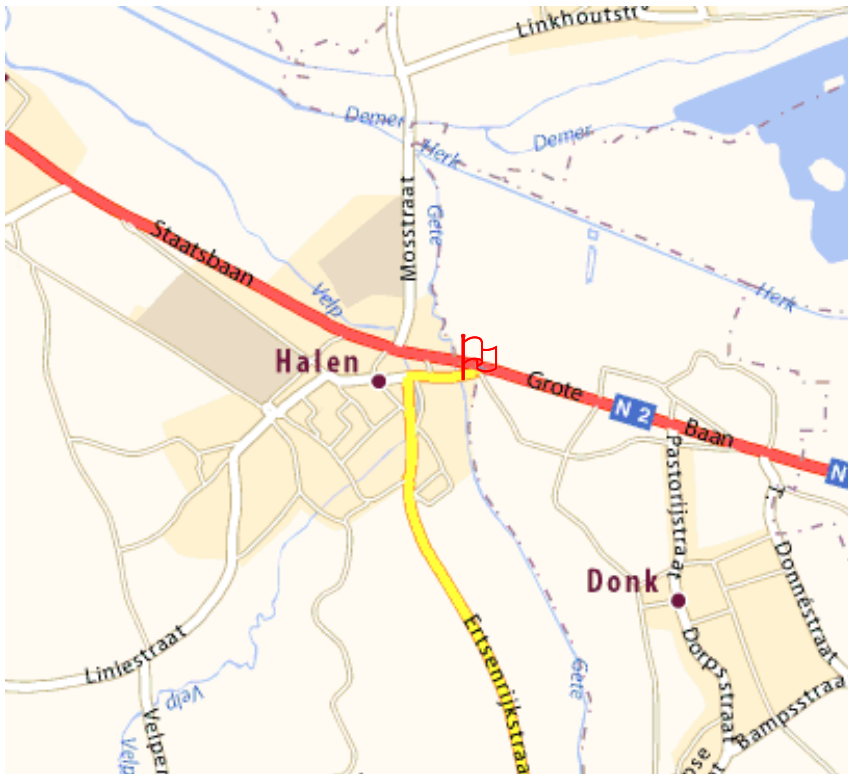
Figuur 7: Korrelverdeling mengsel

Bron: Eigen onderzoek

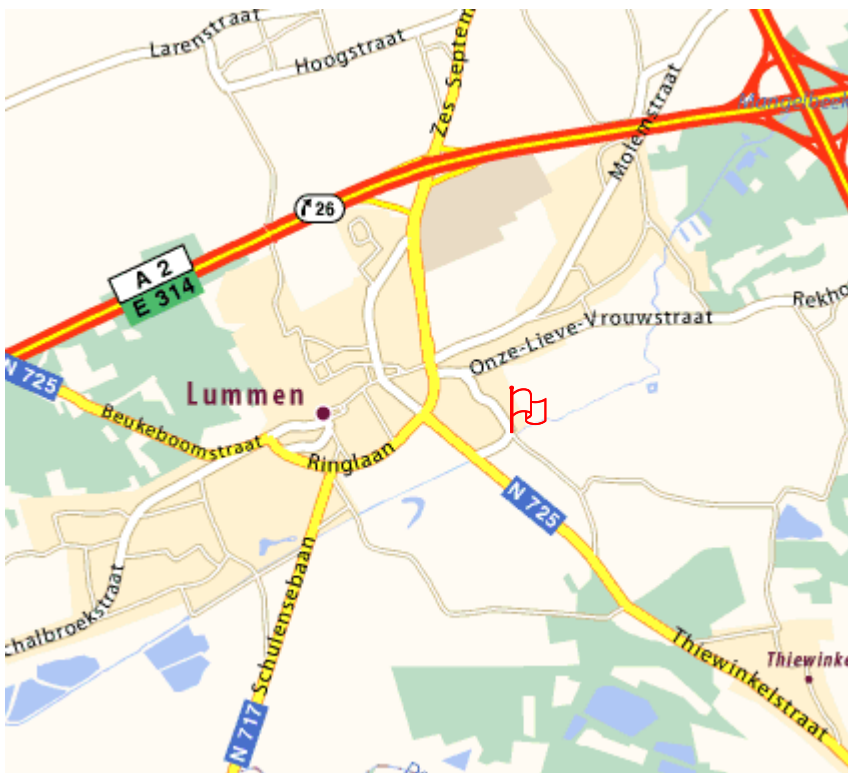
3.2.4 Bemonsteren van rivierwater en sediment

3.2.4.1 Localisatie

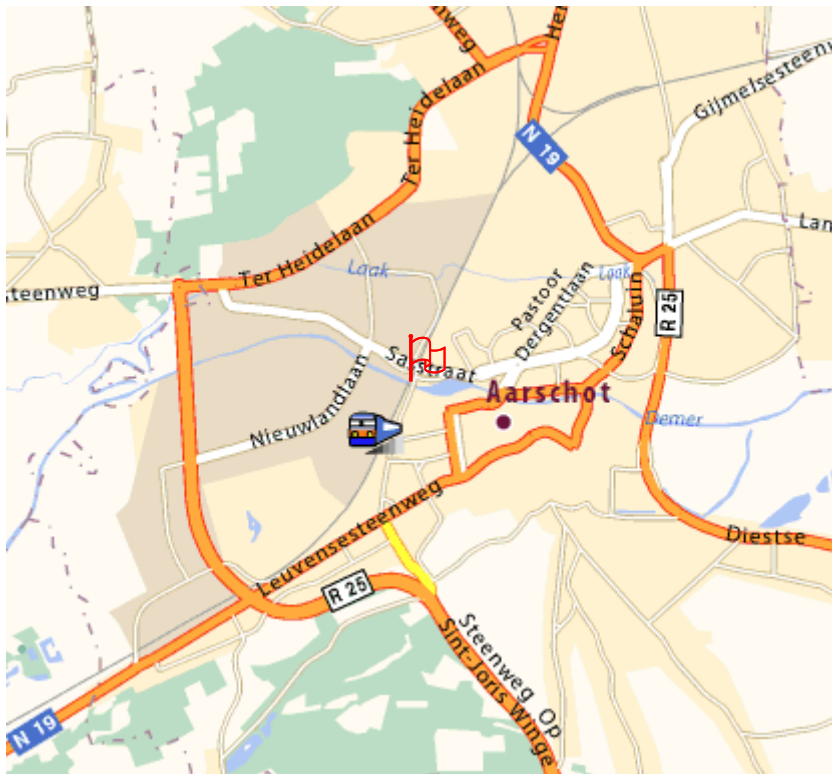
Het rivierwater en sediment dat nodig was voor de analyse werd verzameld op drie verschillende plaatsen in het Demerbekken. De eerste bemonstering werd uitgevoerd in de Gete te Halen op 29 januari 2010, een rivier in het zuidelijk deel van het bekken (situering bemonsterplaats: Figuur 8). De tweede bemonstering vond plaats in de Mangelbeek te Lummen op 2 maart 2010; dit deelbekken bevindt zich in het noorden van het Demerbekken (situering bemonsterplaats: Figuur 9). De laatste bemonstering gebeurde in de Demer te Aarschot op 26 maart 2010 (situering bemonsterplaats: Figuur 10), het water en sediment dat langs deze locatie passeert omvat 96% van het hele Demerbekken, daarom wordt deze locatie in het sedimentfingerprinting onderzoek gebruikt als outlet (Vanlierde et al, 2008).



Figuur 8: Situering bemonsterplaats Gete (X=202766, Y=182266)
 Bron: Michelin, 2009; Eigen verwerking



Figuur 9: Situering bemonsterplaats Mangelbeek (X= 208640, Y=186448)
 Bron: Michelin, 2009; Eigen verwerking



Figuur 10: Situering bemonsterplaats Demer (X= 181847, Y= 186477)

Bron: Michelin, 2009; Eigen verwerking

3.2.4.2 Voorbereiding staalname

Bij terreinwerk is het steeds belangrijk om veiligheidsvoorschriften te volgen en het protocol voor staalname te respecteren (zie Figuur 11).

De opstelling van de staalnameapparatuur gebeurde als volgt:

- Waterslangen worden aan de dompelpomp bevestigd en de pomp wordt verzwaard met behulp van een gewicht om de pomp dieper in het water te laten liggen en te voorkomen dat deze meegenomen wordt door de stroming.
- Een touw wordt eveneens aan de pomp bevestigd zodat de pomp kan worden vastgemaakt aan de brug.
- Tot slot wordt de waterslang voorgespoeld om eventuele verontreinigingen te verwijderen.



Figuur 11: Opstelling voor het nemen van de waterstalen

3.2.4.3 Uitvoering staalname

De staalname gebeurde door drie tonnen met een inhoud van 60 l te vullen (zie Figuur 12 links). Wanneer deze tonnen gevuld waren, diende men gedurende een half uur te wachten zodat het sediment kon bezinken. Na een half uur werden de tonnen voorzichtig gedecanteerd (zie Figuur 12 rechts), het laatste beetje water met sediment werd bewaard en overgebracht in een emmer. Het vullen en uitgieten van de tonnen werd minstens vijf keer herhaald. Hierdoor verkreeg men een volledig gevulde emmer met slibrijk water. Tot slot werden de tonnen nog een laatste keer gevuld en meegebracht naar het laboratorium, waar het water, na centrifugeren, werd gebruikt om de bezinkingsbuis te vullen en eveneens gebruikt werd als spoelwater bij de analyse van de substalen bij de proeven.



Figuur 12: Het vullen van de tonnen (links), het voorzichtig decanteren van de tonnen (rechts)

3.2.5 Analyse van bezinkingssnelheden van natuurlijk sediment van drie locaties uit het Demerbekken

Het verzamelde rivierwater en sediment werden gebruikt om de bezinkingssnelheden van sedimentpartikels in natuurlijk rivierwater te bepalen in stilstaande watercondities. De bezinkingsbuis werd hierom gevuld met sedimentloos rivierwater dat verkregen werd na centrifugeren van het verzamelde waterstaal. Omdat het chemisch evenwicht van riviersediment erg gevoelig is werd bij de verwerking van de substalen eveneens gecentrifugeerd rivierwater gebruikt.

Bij de uitvoering van de proeven werd de bezinkingsbuis gevuld met gecentrifugeerd rivierwater tot een hoogte van 160 cm boven de trechter. Voor de aanvang van de bezinkingsproef werd een geconcentreerde sedimentoplossing gemaakt van ongeveer 5 g/l, die bij aanvang werd toegevoegd aan de sedimentatiebuis die reeds gevuld was met gecentrifugeerd rivierwater (zie Figuur 13). Om de valsnelheid van de sedimentconcentratie af te remmen bij het toevoegen werd gebruik gemaakt van een zelfgemaakte zeef waarbij de gaatjes 4 mm groot zijn zodat er geen sediment achter blijft op de zeef. Het exacte volume toegevoegd sedimentrijk rivierwater kon worden afgeleid door het verschil in hoogte van de

vloeistofkolom te meten voor en na toevoegen en dit met behulp van de meter die aan de bezinkingsbuis was bevestigd. Op deze manier kan de minimale en maximale bezinkingsafstand van een deeltje bepaald worden en kunnen de korrelgrootteranges bepaald worden.

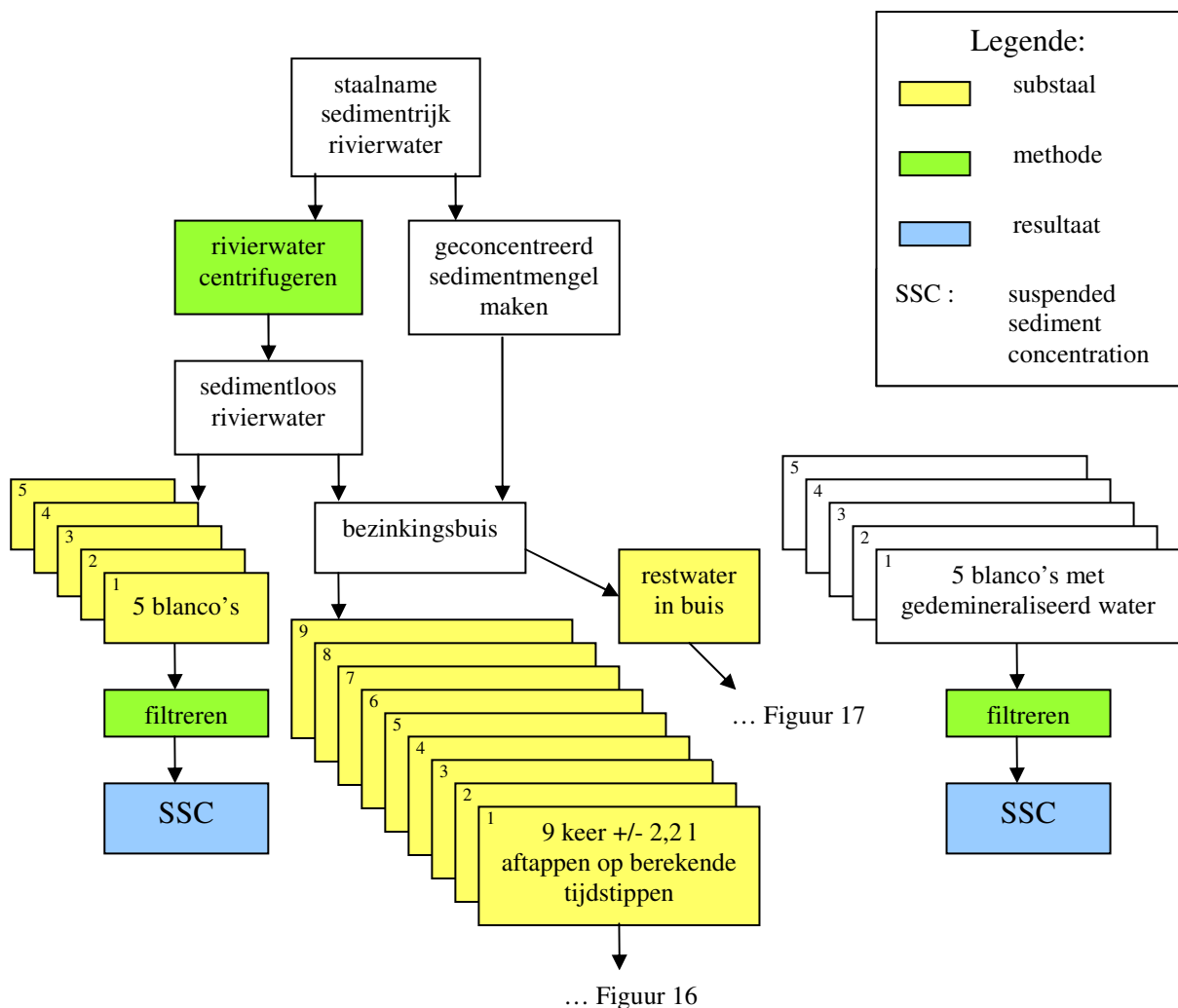


Figuur 13: Het vullen van de bezinkingsbuis met sedimentloos rivierwater (links) en het toevoegen van de sedimentconcentratie (rechts)

Als kwaliteitscontrole worden eerst vijf blanco filtraties uitgevoerd met gedemineraliseerd water om de fout tijdens het filtratieproces na te gaan. Hier werd ter voorbereiding van het materiaal de instructie ‘Bepalen van droogrest’ (Vanlierde *et al.*, 2009a) gevolgd. Bij het uitvoeren van de blanco filtraties werden de kroesjes met filterpapiertjes uit de desiccator (Bijlage 1, p.93) gehaald. De filtertjes werden op de filterinstallatie gelegd en vervolgens werd de filter voorgespoeld met gedemineraliseerd water. Wanneer het filtertje was doorgezogen werd een hoeveelheid gedemineraliseerd water over het filtertje gegoten. Wanneer het staal was doorgelopen werd het filtertje terug in zijn kroesje geplaatst en werd opnieuw de handleiding ‘Bepalen van een droogrest’ (Vanlierde *et al.*, 2009a) gevolgd. Uit deze blanco stalen werd tot slot het netto gewichtsverschil voor filtratie en na filtratie bepaald.

Daarnaast worden vijf deelstalen van het gecentrifugeerd rivierwater gefilterd. Aan de hand van deze blanco filtraties kan nagegaan worden hoeveel sediment of colloïdaal materiaal $>0,45 \mu\text{m}$ na centrifugatie (Bijlage 1, p.89) aanwezig blijft in het rivierwater. Aangezien dit

water gebruikt wordt als spoelwater, zou de aanwezigheid van sediment in dit water leiden tot een mogelijk onaanvaardbare fout in de concentratiebepaling van de bezinkingsfracties.



Figuur 14: Werkwijze bij het analyseren van de waterstalen uit het Demerbekken (1)

Bron: Eigen onderzoek

Om een inschatting te kunnen maken wanneer water moet afgetapt worden om verschillende korrelgrootte fracties te bemonsteren uit de bezinkingsbuis, werden vooraf berekeningen gemaakt met behulp van de wet van Stokes (zie Bijlagen 3, 6 en 9). Op deze manier verkreeg men richttijden om af te tappen, bij de verwerking van de data werden de berekeningen opnieuw uitgevoerd rekening houdend met de werkelijke aftaptijden en dalingen van het waterniveau (Bijlagen 4, 7 en 10).

Er werd geopteerd om ongeveer 25 g sediment toe te voegen in 5 l water (dit komt overeen met een hoogte van ongeveer 17,6 cm in de sedimentatiebuis), waardoor men een concentratie aan sediment zou krijgen van ongeveer 5 g/l. Deze hoeveelheid sediment werd toegevoegd op het moment dat men met de proef aanving. Het hoog-geconcentreerde water-sediment mengsel werd in suspensie gehouden tot het starten van de proef door middel van een aan een statief bevestigde mixer en een roerstaaf op basis van een magneet (zie Figuur 15).



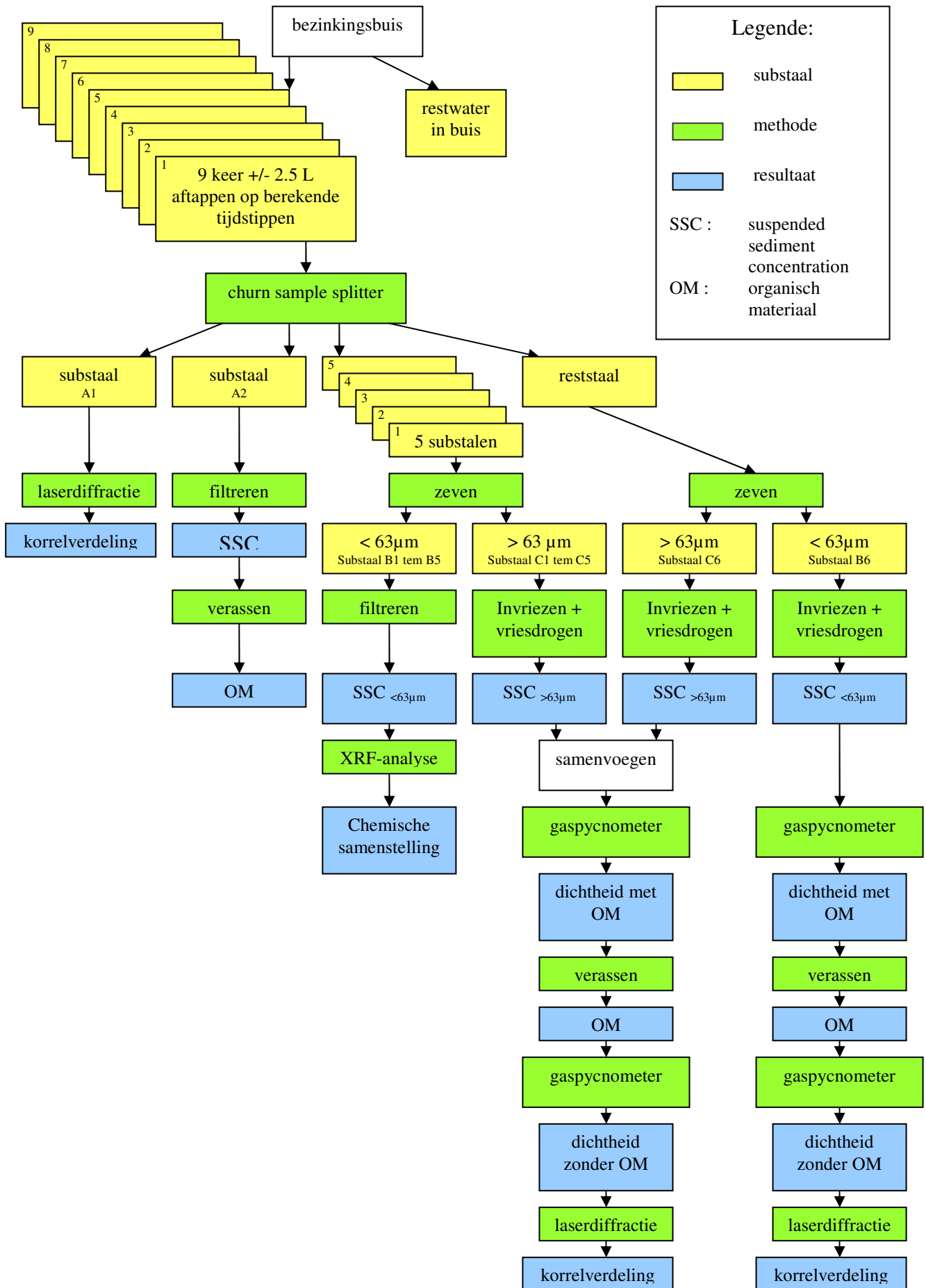
Figuur 15: Mixer (links) en magnetische roerstaaf (rechts)

Het volume van de trechter is 2,2 l. Dat houdt in dat indien men exact dit volume zou aftappen, het water in de sedimentatiebuis 7,8 cm zou zakken. Ook hiermee werd rekening gehouden bij het bepalen van de tijdstippen van aftapping. Na elke aftapping moeten de overblijvende partikels namelijk 7,8 cm minder afstand afleggen vooraleer ze zich in de sedimentatietrechter bevinden.

Elke fractie die werd afgetapt, werd meermaals verder geanalyseerd. De dichtheid, chemische samenstelling, korrelgrootte, organisch materiaal en SSC werden bepaald (zie Figuur 16). Dit gebeurde aan de hand van het nemen van een aantal representatieve substalen. Elk substaal werd verkregen met behulp van de Churn Sample Splitter (Bijlage 1, p.93).

Het eerste afgetapte substaal (A1, zie Figuur 16) werd gebruikt om de korrelgrootte te bepalen met behulp van de Malvern Mastersizer 2000. Een volgende substaal (A2, Figuur 16) werd gebruikt om de concentratie van het sediment in het afgetapte staal te bepalen. Dit substaal werd gefilterd, waarna de SSC kon bepaald worden. Vervolgens werd de filter nog verast in de moffeloven (Bijlage 1, p.96) om het gloeiverlies (loss on ignition = LOI) te bepalen. LOI is een maat voor het organisch materiaal gehalte aanwezig in een sedimentstaal. LOI werd in deze studie bepaald volgens de instructie gebruikt in het sedimentologisch laboratorium van het WL (Vanlinderde *et al.*, 2009b).

Vervolgens werden vijf substalen genomen die nat gezeefd werden op een nylon zeef met poriëndiameter van 63 μm . Als spoelwater werd gecentrifugeerd rivierwater gebruikt, om zo verstoring van het chemisch evenwicht van het sediment te vermijden (zoals hierboven reeds vermeld). De reden waarom tot zeven op 63 μm wordt overgegaan heeft te maken met het feit dat het sedimentfingerprinting onderzoek eveneens gebruik maakt van de fractie $<63 \mu\text{m}$. Om de resultaten van deze studie te kunnen extrapoleren naar het sedimentfingerprinting onderzoek, was data nodig over de chemische samenstelling van de fractie $<63 \mu\text{m}$ (B1-5, Figuur 16). Deze fractie werd vervolgens gefiltreerd op een filter met poriëndiameter 0,45 μm waarna de $\text{SSC}_{<63 \mu\text{m}}$ werd berekend. Het sediment dat achterblijft op de filter werd met behulp van X-straal fluorescentie (X-ray fluorescence = XRF) geanalyseerd om de chemische samenstelling te bepalen. Er werd geopteerd een thin-film techniek te gebruiken om de XRF analyse uit te voeren (Bijlage 1, p.97), omdat onvoldoende materiaal aanwezig was om pellets van 6 g te maken, zoals gedaan werd in het sedimentfingerprinting onderzoek (Vanlinderde *et al.* 2008). De fractie groter dan 63 μm van de vijf substalen die op de zeef achterbleef (C1-5, Figuur 16), werd ingevroren, gevriesdroogd (Bijlage 1, p.94) en vervolgens gewogen om zo de $\text{SSC}_{>63 \mu\text{m}}$ te bepalen.



Figuur 16: Werkwijze bij het analyseren van de waterstalen uit het Demerbekken (2)

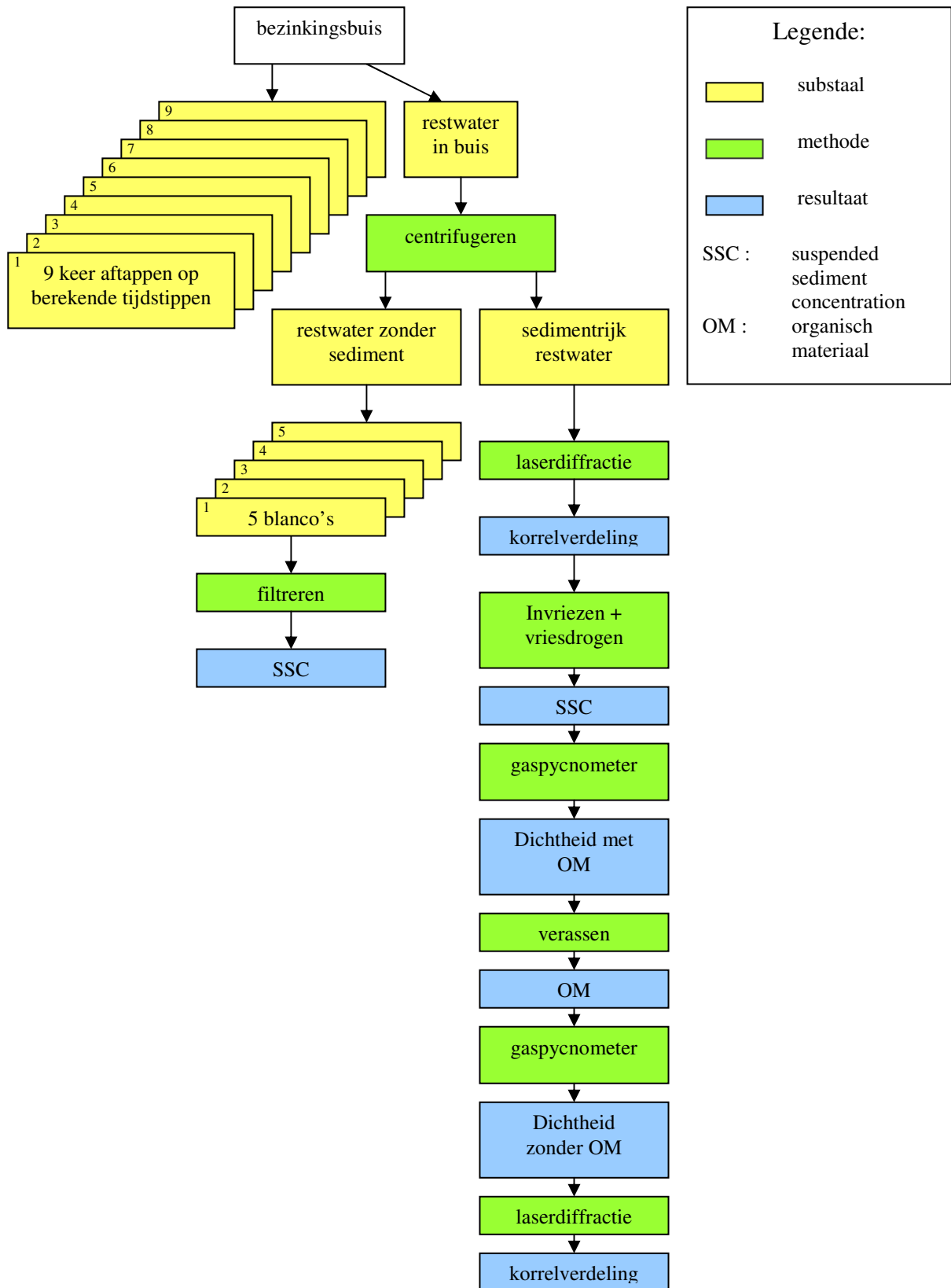
Bron: Eigen onderzoek

Het overblijvende staal van de Churn Sample Splitter werd eveneens nat gezeefd op een zeef van 63 μm . Beide fracties (groter en kleiner dan 63 μm) werden ingevroren, gevriesdroogd en gewogen. De fractie groter dan 63 μm (C6, Figuur 16) werd dan samengevoegd met de fractie groter dan 63 μm die men verkreeg uit de vijf substalen (C1-5, Figuur 16) om zo een grotere hoeveelheid sediment te verkrijgen waarop verdere analyses konden uitgevoerd worden.

Op de fracties B6 en samenvoegsel C1-6 (Figuur 16) werden vervolgens volgende analyses uitgevoerd:

- De dichtheid werd bepaald met behulp van de gaspycnometer
- Vervolgens werd overgegaan tot verassing. Hierdoor wordt het gloeiverlies (LOI) bepaald
- Dan werd de dichtheid opnieuw bepaald
- Tot slot wordt een korrelgrootteanalyse uitgevoerd door middel van laserdiffractie

Het restwater dat nog in de sedimentatiebuis aanwezig was na de negen aftappingen werd gecentrifugeerd (zie Figuur 17). Van het restwater werden vijf blanco's genomen en werd de SSC bepaald na het uitvoeren van een filtratie. Op het sedimentrijk restwater werden tevens een aantal andere analyses uitgevoerd. Eerst werd een korrelverdeling bepaald met behulp van laserdiffractie. Dan werd het sedimentrijk restwater ingevroren en gevriesdroogd om de SSC te bepalen. Vervolgens werd de dichtheid met organisch materiaal bepaald, waarna het staal werd verast om het gloeiverlies te bepalen. Nadien werd de dichtheid zonder organisch materiaal bepaald met behulp van de gaspycnometer. Tot slot werd ook nog een korrelgrootte analyse uitgevoerd.



Figuur 17: Werkwijze bij het analyseren van de waterstalen uit het Demerbekken (3)
Eigen onderzoek

3.2.6 Opstellen van een composiet ter analyse van de totale korrelgrootte

Na het verassen van de fracties < en >63 µm van alle aftappingen werd een korrelgrootteanalyse uitgevoerd op de samengevoegde stalen >63 µm (C1-6, Figuur 16) en de stalen <63 µm (B6, Figuur 16). Voor het opstellen van een composiet om de totale korrelgrootte per fractie en rivier te bepalen werd gebruik gemaakt van de volumepercentages die gemeten werden bij korrelgrootteanalyses. Met behulp van de Churn Sample Splitter werd bij elke afgetapte fractie een substaal A1 (Figuur 16) genomen om de korrelverdeling ervan te bepalen. Aangezien bij deze stalen weinig sediment aanwezig was, werd er reeds op voorhand rekening mee gehouden dat de betrouwbaarheid van deze korrelverdelingen niet erg hoog zou kunnen zijn ten gevolge van een te hoge ruis. De signaal/ruisverhouding dient echter 10/1 te zijn vooraleer men kan spreken van een goede meting (Malvern Instruments Ltd., 2007).

Aangezien de metingen van de korrelgroottes gebeuren in volumepercenten moet men rekening houden met de massaverdeling en de dichtheid bij het opstellen van de composiet. Eveneens moet rekening gehouden worden met de hoeveelheid organisch materiaal die aanwezig was. Het aandeel van het organisch materiaal dient immers te worden verminderd van de SSC aangezien de volumepercenten van de korrelverdeling bepaald zijn op sediment waarvan het organisch materiaal reeds verwijderd is. Bij het bepalen van de ratio (3) had men eveneens de dichtheid van de stalen nodig. Deze werden bepaald met behulp van de gaspycnometer. Bij het bepalen van de composiet werden de volumepercenten van de composiet berekend volgens formule (4).

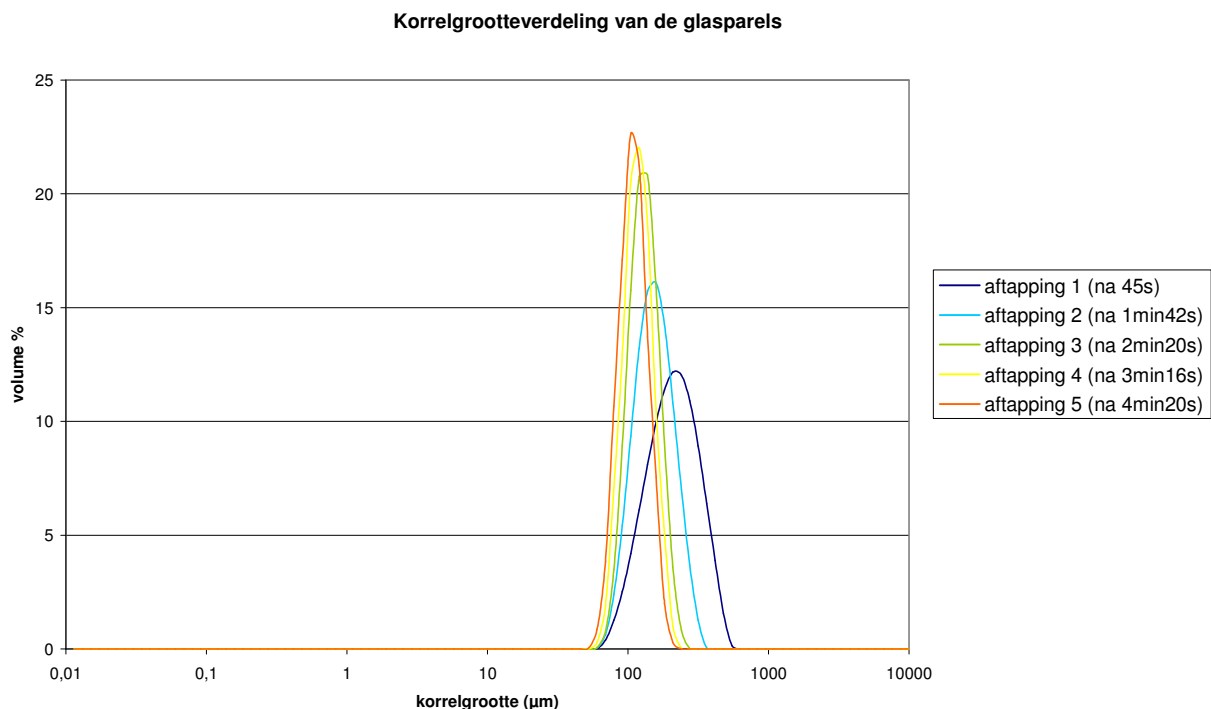
$$\text{ratio} \frac{\text{fractie}_{<63\mu\text{m}}}{\text{fractie}_{>63\mu\text{m}}} = \frac{\text{SSC}_{<63\mu\text{mZOM}}}{\text{SSC}_{>63\mu\text{mZOM}}} \cdot \frac{\text{dichtheid}_{>63\mu\text{m}}}{\text{dichtheid}_{<63\mu\text{m}}} \quad (3)$$

$$\text{volume}\%_{\text{composiet}} = \frac{(\text{volume}\%_{\text{klasse}<63\mu\text{m}} \cdot \text{ratio}) + (\text{volume}\%_{\text{klasse}>63\mu\text{m}} \cdot 1)}{(\text{ratio} + 1)} \quad (4)$$

4. RESULTATEN EN DISCUSSIE

4.1 Resultaten test bezinkingsbuis

Er werd een poging gedaan om de op het WL ontwikkelde bezinkingsbuis te kalibreren. Om na te gaan in hoeverre de wet van Stokes voor sferische deeltjes opgaat in de bezinkingsbuis, werd dit getest met geijkte glasparsels. De berekeningen die werden uitgevoerd om na te gaan wanneer men diende af te tappen om een bepaalde fractie theoretisch gezien te verkrijgen, kunnen teruggevonden worden in Tabel 3. Na het uitvoeren van de test met de glasparsels werden de berekeningen opnieuw uitgevoerd, waarbij rekening werd gehouden met de exacte tijden waarop werd afgetapt en met de daling van het waterniveau bij elke aftapping. De korrelgroottefracties die men bij deze test verwachtte te bekomen, kan men terugvinden in Tabel 4. De afgetapte stalen werden geanalyseerd met behulp van de Mastersizer 2000, de bekomen korrelverdelingen kan men terugvinden in Figuur 18. Op deze figuur kan worden waargenomen dat de korrelgroottepiek afneemt in de tijd.

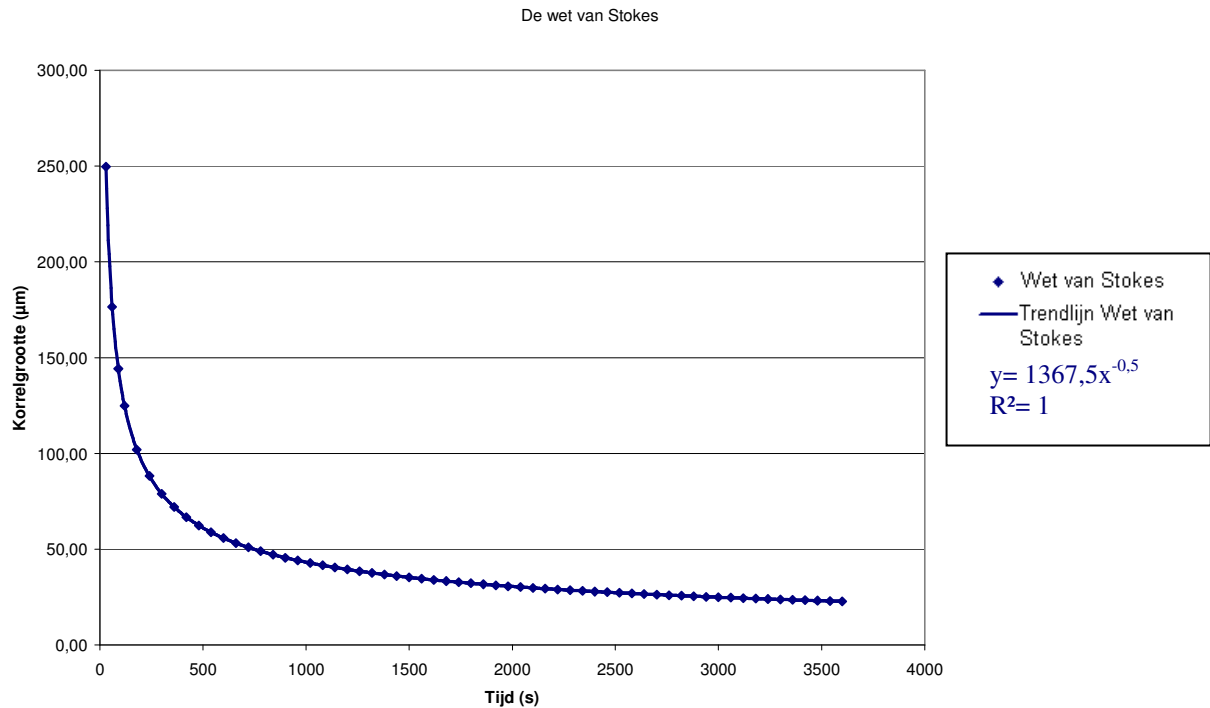


Figuur 18: Korrelgrootteanalyse van de afgetapte glasparsels met behulp van laserdiffractie

Bron: Eigen onderzoek

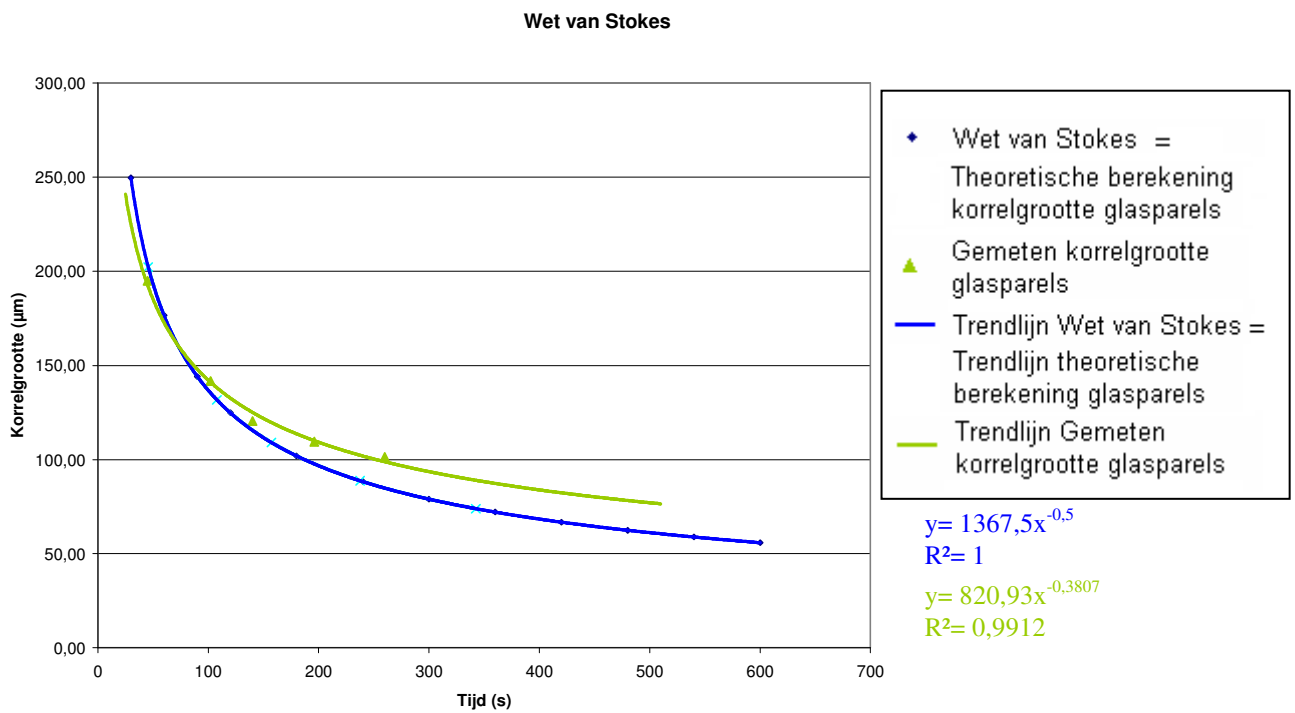
Figuur 19 geeft de korrelgrootte weer ten opzichte van hun bezinkingstijd berekend met behulp van de wet van Stokes. De wet van Stokes wordt gekenmerkt door een zeer snelle

afname van de korrelgrootte gedurende de eerste 500 s. Daarna krijgt men een zeer traag, bijna asymptotisch, verloop naar een nulwaarde voor de korrelgrootte.



Figuur 19: Wet van Stokes

Bron: Eigen onderzoek



Figuur 20: Bezinkingstijd van de glasparels vergeleken met de wet van Stokes

Bron: Eigen onderzoek

Tabel 3: Korrelgrootte berekeningen met de wet van Stokes (bij theoretische aftaptijden)

Bron: Eigen onderzoek

straal buis:	9,50 cm
oppervlakte:	283,53 cm ²
volume 1m:	28,35 cm ³
inhoud trechter:	2,2 l
hoogte voor 1000ml	3,53 cm
hoogte voor 2200ml	7,76 cm
initiele waterhoogte	1,550 m
sedimenthoogte	0,050 m

korrelgr. (µm)	straal (µm)	straal ² (cm)	v (m/s)	v (cm/min)
200	100	1,00E-04	3,60E-02	215,82
135	67,5	4,56E-05	1,64E-02	98,33
110	55	3,03E-05	1,09E-02	65,29
90	45	2,03E-05	7,28E-03	43,70
75	37,5	1,41E-05	5,06E-03	30,35

# vorige aftappingen	daling waterniv. (m)	v (m/s)	straal ² (cm)	straal (µm)	korrelgr. (µm)	valsnelheids-categorieën		# vorige aftappingen	daling waterniv. (m)	v (m/s)	straal ² (cm)	straal (µm)	korrelgr. (µm)
						max	min						
0	0,080	3,556E-02	9,885E-05	99,422	198,844	215,820	98,333	65,286	43,704	30,350	30,350	30,350	30,350
1	0,080	3,444E-02	9,576E-05	97,856	195,713	161,865	73,750	48,964	32,778	22,762	22,762	22,762	22,762
2	0,080	1,520E-02	4,226E-05	65,006	130,011	-1,865	86,250	111,036	127,222	137,238	137,238	137,238	137,238
3	0,080	1,470E-02	4,087E-05	63,928	127,855	-6,865	81,250	106,036	122,222	132,238	132,238	132,238	132,238
4	0,080	3,444E-02	9,576E-05	97,856	195,713	-9,865	78,250	103,036	119,222	129,238	129,238	129,238	129,238
						-14,865	73,250	98,036	114,222	124,238	124,238	124,238	124,238
						-11,888	43,191	79,161	101,417	101,417	101,417	101,417	101,417
						-16,888	38,191	74,161	96,417	96,417	96,417	96,417	96,417
						-19,888	35,191	71,161	93,417	93,417	93,417	93,417	93,417
						-24,888	30,191	66,161	88,417	88,417	88,417	88,417	88,417
						-8,333	42,025	73,184	73,184	73,184	73,184	73,184	73,184
						-13,333	37,025	68,184	68,184	68,184	68,184	68,184	68,184
						-16,333	34,025	65,184	65,184	65,184	65,184	65,184	65,184
						-21,333	29,025	60,184	60,184	60,184	60,184	60,184	60,184
						-20,604	27,247	56,627	56,627	56,627	56,627	56,627	56,627
						-25,604	22,247	51,627	51,627	51,627	51,627	51,627	51,627
						-28,604	19,247	48,627	48,627	48,627	48,627	48,627	48,627
						-33,604	14,247	43,627	43,627	43,627	43,627	43,627	43,627
						-56,627	5,627	31,627	31,627	31,627	31,627	31,627	31,627
						-61,627	0,627	26,627	26,627	26,627	26,627	26,627	26,627
						-64,627	-4,627	21,627	21,627	21,627	21,627	21,627	21,627
						-69,627	-9,627	16,627	16,627	16,627	16,627	16,627	16,627

valsnelheids-categorieën

Hoogte van het deeltje in de bezinkingsbuis

Totale tijd in hondersten

Tijd tussen de verschillende aftappingen

Totale tijd sinds aanvang proef

Arbitrair bepaalde korrelgroottes

Tabel 4: Korrelgrootteberekeningen met de wet van Stokes (bij werkelijke aftaptijden)

Bron: Eigen onderzoek

straal buis:	9,50 cm
oppervlakte:	283,53 cm ²
volume 1m:	28,35 cm ³
inhoud trechter:	2,2 l
hoogte voor 1000ml	3,53 cm
hoogte voor 2200ml	7,76 cm
initiele waterhoogte	1,550 m
sedimenthoogte	0,050 m

korrelgr. (µm)	straal (µm)	straal ² (cm)	v (m/s)	v (cm/min)
200	100	1,00E-04	3,60E-02	215,82
135	67,5	4,56E-05	1,64E-02	98,33
110	55	3,03E-05	1,09E-02	65,29
90	45	2,03E-05	7,28E-03	43,70
75	37,5	1,41E-05	5,06E-03	30,35

		valsnelheidscategorieën										# vorige aftappingsen	daling waterniv. (m)
27/01/2010 14:00:00		215,820	98,333	65,286	43,704	30,350	0	0,080					
27/01/2010 14:00:45	00:00:45	161,865	73,750	48,964	32,778	22,762	0						
		-1,865	86,250	111,036	127,222	137,238							
		-6,865	81,250	106,036	122,222	132,238							
		-9,865	78,250	103,036	119,222	129,238							
		-14,865	73,250	98,036	114,222	124,238							
27/01/2010 14:01:42	00:01:42	0,95	1,70				1	0,060					
		max	max	41,015	77,704	100,406							
		min	min	36,015	72,704	95,406							
		max (na aft)	max (na aft)	33,015	69,704	92,406							
		min (na aft)	min (na aft)	28,015	64,704	87,406							
27/01/2010 14:02:20	00:02:20	0,63	2,33				2	0,075					
		max	max	-8,333	42,025	73,184							
		min	min	-13,333	37,025	68,184							
		max (na aft)	max (na aft)	-16,333	34,025	65,184							
		min (na aft)	min (na aft)	-21,333	29,025	60,184							
27/01/2010 14:03:16	00:03:16	0,93	3,27				3	0,085					
		max	max	-6,765	-6,765	36,858							
		min	min	-11,765	-11,765	31,858							
		max (na aft)	max (na aft)	-14,765	-14,765	28,858							
		min (na aft)	min (na aft)	-19,765	-19,765	23,858							
27/01/2010 14:04:20	00:04:20	1,07	4,33				4	0,090					
		max	max	-3,515	-3,515	-3,515							
		min	min	-8,515	-8,515	-8,515							
		max (na aft)	max (na aft)	-11,515	-11,515	-11,515							
		min (na aft)	min (na aft)	-16,515	-16,515	-16,515							

Tabel 4 (vervolg): Korrelgrootteberekeningen met de wet van Stokes (bij werkelijke aftaptijden)

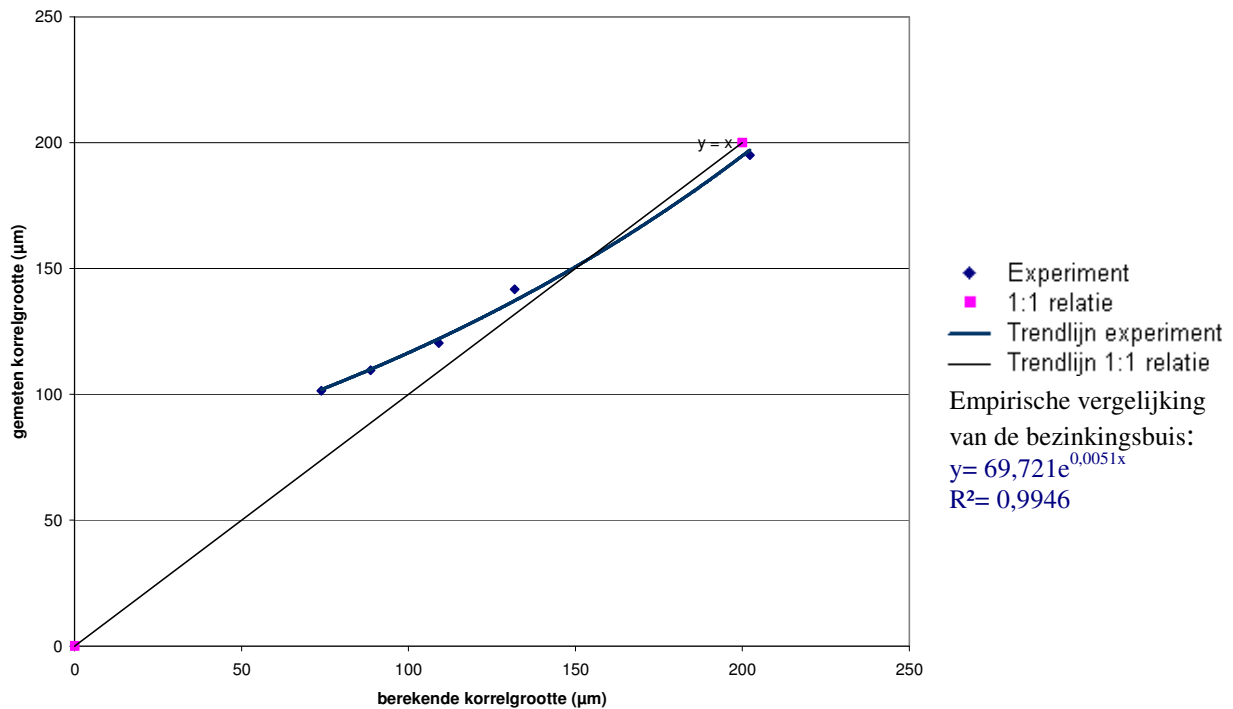
Bron: Eigen onderzoek

Korrelgrootte berekening met behulp van de wet van Stokes:

$$\text{Wet van Stokes: } v = \frac{2}{9} \cdot \frac{(\rho_p - \rho_f)}{\mu} \cdot g \cdot R^2$$

		v (m/s)	straal ² (cm)	straal (µm)	korrelgr. (µm)	Gemeten korrelgr. (µm)	Berekende korrelgr. (µm)
Aftapping 1	min	3,556E-02	1,039E-04	101,924	203,848	194,976	202,242
	max	3,444E-02	1,006E-04	100,319	200,637		
Aftapping 2	min	1,510E-02	4,411E-05	66,417	132,835	141,784	131,748
	max	1,461E-02	4,268E-05	65,330	130,661		
Aftapping 3	min	1,036E-02	3,026E-05	55,010	110,020	120,367	109,063
	max	1,000E-02	2,922E-05	54,053	108,107		
Aftapping 4	min	6,862E-03	2,005E-05	44,777	89,554	109,526	88,714
	max	6,607E-03	1,930E-05	43,937	87,874		
Aftapping 5	min	4,769E-03	1,393E-05	37,329	74,658	101,480	73,898
	max	4,577E-03	1,337E-05	36,569	73,137		

Figuur 20 stelt de bezinkingstijd voor van de gemeten gemiddelde korrelgroottes per aftapping. Deze bevindingen werden uitgezet ten opzichte van de theoretische berekeningen gemaakt met de wet van Stokes. Hier kan worden vastgesteld dat de glasparsels tot 160 µm sneller bezinken dan wordt aangenomen door de wet van Stokes. Glasparsels kleiner dan 160 µm gaan volgens deze berekeningen trager bezinken dan wordt aangenomen door de wet van Stokes. Het trager bezinken van de glasparsels zou kunnen verklaard worden door de opwaartse stromingen (wet van Bernoulli) langs de wanden van de bezinkingsbuis die ervoor zorgen dat kleine partikels langer in suspensie blijven dan aangenomen door de wet van Stokes. Maar het trager bezinken zou eveneens verklaard kunnen worden door botsingen van partikels, waarbij de neerwaartse kracht van de partikels wordt omgezet in een zijwaartse kracht. Men kan ook hier een zeer traag asymptotisch verloop waarnemen naar een nulwaarde voor de korrelgrootte. Aangezien het WL enkel in het bezit is van glasparsels groter dan 75 µm, kon bij het testen van de bezinkingsbuis slechts gebruik gemaakt worden van een mengsel van glasparsels dat behoort tot de grove fractie (>63 µm). Op Figuur 20 werd een extrapolatie gemaakt van de bezinkingstijd voor kleinere korrelgroottes dan deze gebruikt in de bezinkingstest met de glasparsels.



Figuur 21: Empirische bezinkingscurve

Bron: Eigen onderzoek

Om de empirische bezinkingscurve op te stellen van de bezinkingsbuis werden de met de Mastersizer 2000 gemeten gemiddelde korrelgroottes uitgezet in functie van de berekende korrelgroottes (Figuur 21). Indien de bezinkingsbuis zou voldoen aan de wet van Stokes zou deze grafiek een rechte door de oorsprong geven met een 1:1 relatie, deze relatie werd ook op de grafiek weergegeven. De empirische vergelijking van de bezinkingsbuis (Figuur 21) werd gebruikt om de berekeningen gemaakt met de wet van Stokes te corrigeren.

4.2 Resultaten bezinkingsproeven met natuurlijk rivierwater

De resultaten van de laboratoriumtesten van de Gete, de Mangelbeek en de Demer kunnen teruggevonden worden in Bijlagen 5, 8 en 11. In wat volgt zullen de belangrijkste en meest opmerkelijke resultaten uit het onderzoek worden weergegeven. De XRF-analyse zal niet besproken worden in de resultaten daar deze resultaten pas volledig beschikbaar waren half mei. Deze resultaten zullen in verder onderzoek nog geanalyseerd worden.

4.2.1 Bepaling van de aftaptijden

De berekeningen van korrelgrootterange en bezinkingstijden bij de theoretische en werkelijke aftaptijden kunnen worden teruggevonden in Bijlagen 3, 4, 6, 7, 9 en 10. Bij deze berekening (analoog uitgevoerd als hierboven besproken bij de glaspapels) werd de wet van Stokes gebruikt om de optimale aftaptijden vooraf te bepalen, omdat op deze manier men zeker geen fijne fractie zou missen indien het sediment effectief zou bezinken volgens de wet van Stokes. Naderhand werden de gevonden korrelgroottes gecorrigeerd met de empirische vergelijking van de bezinkingsbuis (Figuur 21).

4.2.2 Kwaliteitscontrole van de blanco stalen

Om na te gaan of na het centrifugeren van het rivierwater nog sediment aanwezig was in de waterstalen werden blanco stalen van dit water genomen (Tabellen 5, 6 en 7, blanco a-e). In het kader van het onderzoek was het belangrijk te weten of nog sediment aanwezig was aangezien het gecentrifugeerd rivierwater gebruikt werd in de verwerking van de stalen van alle aftappingen. Men kan waarnemen dat vooral staal e van de Gete (Tabel 5) gekenmerkt wordt door een netto gewichtstoename van 3,1 mg, wat wijst op de aanwezigheid van sediment. De blanco stalen van de Mangelbeek en de Demer daarentegen vertonen een negatief nettogewicht, wat wijst op de afwezigheid van sediment (Tabellen 6 en 7).

De blanco stalen die werden genomen met behulp van gedemineraliseerd water vertonen bij de Gete (Tabel 5, blanco 1-5) een netto gewichtsverschil rond 0 g, enkel blancostaal 3 vormt hier een uitzondering op. Dit geeft aan dat een kleine hoeveelheid sediment of vuil op het filterpapier van dit staal lag. Dit kan te wijten zijn aan een vuiltje in de trechter of de maatbeker waarin de hoeveelheid gedemineraliseerd water werd afgelezen. De blanco stalen van de Mangelbeek (Tabel 6) vertonen afwezigheid van vuil of sediment in het staal. De blanco stalen van de Demer (Tabel 7) worden gekenmerkt door een netto gewichtsverschil <1 mg.

Bij de blanco stalen van het restwater van de Gete en de Demer (Tabellen 5 en 7, blanco I-V) blijkt dat er in de blanco stalen van het restwater van de bezinkingsbuis nog een kleine hoeveelheid sediment aanwezig was na het centrifugeren. De stalen van het restwater van de Mangelbeek (Tabel 6) worden gekenmerkt door een negatief netto gewichtsverschil, waardoor

men kan stellen dat er geen sediment meer aanwezig was in het gecentrifugeerde restwater uit de bezinkingsbuis.

Tabel 5: Kwaliteitscontrole bij de stalen van de Gete

Bron: Eigen onderzoek

Staalnummer	kroes nr.	kroes leeg (g) 105°C	kroes + filterpapier (g)	filteren	Kroes + filter sed drogen (g) 105°C	netto (g)	SSC (mg/l)	Opmerking
blanco 1	110	37,2385	37,3217	x	37,3219	0,0002	4,0	50ml
blanco 2	209	34,2014	34,2842	x	34,2842	0,0000	0,0	100ml
blanco 3	197	33,5485	33,6314	x	33,6339	0,0025	16,7	150ml
blanco 4	256	32,4026	32,4857	x	32,4853	-0,0004	-2,0	200ml
blanco 5	263	34,7689	34,8516	x	34,8512	-0,0004	-1,6	250ml
blanco a	308	35,8099	35,8923	x	35,8933	0,0010	20,0	50ml
blanco b	430	33,9788	34,0613	x	34,0616	0,0003	3,0	100ml
blanco c	437	34,9205	35,0027	x	35,0032	0,0005	3,3	150ml
blanco d	490	34,2710	34,3532	x	34,3535	0,0003	1,5	200ml
blanco e	422	35,9703	36,0529	x	36,0560	0,0031	12,4	250ml
blanco I	269	37,7498	37,8327	x	37,8357	0,0030	30,0	100ml (restemmer 1)
blanco II	272	33,7377	33,8215	x	33,8235	0,0020	13,3	150ml (restemmer 2)
blanco III	303	32,0336	32,1172	x	32,1192	0,0020	10,0	200ml (restemmer 2)
blanco IV	448	34,6030	34,6874	x	34,6892	0,0018	7,2	250ml (restemmer 1)
blanco V	490	34,2722	34,3573	x	34,3588	0,0015	5,0	300ml (150ml emmer 1+2)

1-5: gedemineraliseerd water

a-e: rivierwater (gecentrifugeerd)

I-V: rivierwater (restwater bezinkingsbuis)

Tabel 6: Kwaliteitscontrole bij de stalen van de Mangelbeek

Bron: Eigen onderzoek

Staalnummer	kroes nr.	kroes leeg (g) 105°C	kroes + filterpapier (g)	filteren	Kroes + filter sed drogen (g) 105°C	netto (g)	SSC (mg/l)	Opmerking
blanco 1	240	32,9101	32,9945	x	32,9931	-0,0014	-28,0	50ml
blanco 2	242	33,2634	33,3480	x	33,3467	-0,0013	-13,0	100ml
blanco 3	243	37,4458	37,5308	x	37,5300	-0,0008	-5,3	150ml
blanco 4	244	35,8370	35,9224	x	35,9214	-0,0010	-5,0	200ml
blanco 5	245	33,6505	33,7360	x	33,7351	-0,0009	-3,6	250ml
blanco a	259	35,0723	35,1580	x	35,1572	-0,0008	-16,0	50ml
blanco b	252	37,7492	37,8341	x	37,8332	-0,0009	-9,0	100ml
blanco c	441	36,1997	36,2849	x	36,2842	-0,0007	-4,7	150ml
blanco d	443	33,6227	33,7077	x	33,7070	-0,0007	-3,5	200ml
blanco e	445	33,9571	34,0415	x	34,0410	-0,0005	-2,0	250ml
blanco I	189	34,3680	34,4543	x	34,4531	-0,0012	-24,0	50ml (restemmer 1)
blanco II	194	35,1066	35,1928	x	35,1919	-0,0009	-9,0	100ml (restemmer 2)

blanco III	212	35,9425	36,0296	x	36,0289	-0,0007	-4,7	150ml (restemmer 2)
blanco IV	239	33,9219	34,0087	x	34,0080	-0,0007	-3,5	200ml (restemmer 1)
blanco V	241	35,5071	35,5944	x	35,5940	-0,0004	-1,6	250ml (125ml emmer 1+2)

1-5: gedemineraliseerd water

a-e: rivierwater (gecentrifugeerd)

I-V: rivierwater (restwater bezinkingsbuis)

Tabel 7: Kwaliteitscontrole bij de stalen van de Demer

Bron: Eigen onderzoek

Staalnummer	kroes nr.	kroes leeg (g) 105°C	kroes + filterpapier (g)	filteren	Kroes + filter sed drogen (g) 105°C	netto (g)	SSC (mg/l)	Opmerking
blanco 1	301	34,0196	34,1055	x	34,1059	0,0004	8,0	50ml
blanco 2	419	36,6158	36,7013	x	36,7020	0,0007	7,0	100ml
blanco 3	428	34,8353	34,9207	x	34,9212	0,0005	3,3	150ml
blanco 4	438	35,1408	35,2264	x	35,2270	0,0006	3,0	200ml
blanco 5	497	33,0291	33,1148	x	33,1152	0,0004	1,6	250ml
blanco a	439	35,5246	35,6087	x	35,6068	-0,0019	-38,0	50ml
blanco b	458	33,3721	33,4570	x	33,4557	-0,0013	-13,0	100ml
blanco c	54	33,8019	33,8868	x	33,8852	-0,0016	-10,7	150ml
blanco d	434	33,5656	33,6503	x	33,6483	-0,0020	-10,0	200ml
blanco e	447	34,8489	34,9334	x	34,9317	-0,0017	-6,8	250ml
blanco I	244	35,8366	35,9217	x	35,9228	0,0011	11,0	100ml (emmer 1)
blanco II	249	32,4663	32,5513	x	32,5523	0,0010	8,3	120ml (40 ml emmer 1,2,3)
blanco III	259	35,0720	35,1571	x	35,1581	0,0010	10,0	100ml (emmer 2)
blanco IV	282	42,2460	42,3312	x	42,3322	0,0010	10,0	100ml (emmer 3)
blanco V	430	33,9795	34,0647	x	34,0656	0,0009	15,0	60ml (20 ml emmer 1,2,3)

1-5: gedemineraliseerd water

a-e: rivierwater (gecentrifugeerd)

I-V: rivierwater (restwater bezinkingsbuis)

4.2.3 De gesuspendeerd sediment concentratie (SSC)

De gemeten concentratie van het gesuspendeerd sediment werd uitgezet in grafieken voor de verschillende aftappingen en rivieren (Figuren 22 tot en met 27). Er moet wel vermeld worden dat de rivieren onderling niet kunnen vergeleken worden met elkaar, omdat er in het onderzoek werd gewerkt met een geconcentreerde sedimentconcentratie (die varieerde per rivier) waardoor de SSC in het onderzoek niet overeenkomt met de werkelijke SSC van de rivier. De werkelijke SSC op het moment van de bemonstering werden reeds in 3.1 Studiegebied vermeld. In het onderzoek werd onderscheid gemaakt tussen de gesuspendeerd sediment concentratie van de fractie $<63 \mu\text{m}$ ($\text{SSC}_{<63 \mu\text{m}}$) en de fractie $>63 \mu\text{m}$ ($\text{SSC}_{>63 \mu\text{m}}$). De

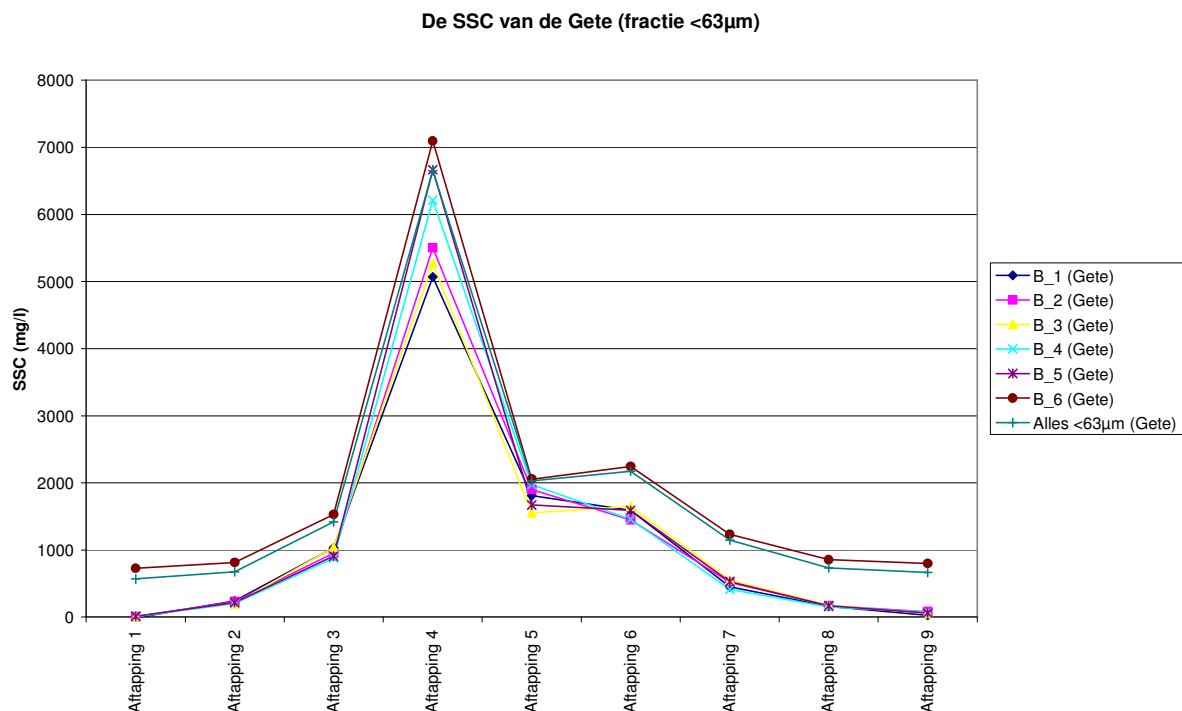
analyse werd op vijf substalen herhaald teneinde aan te kunnen tonen dat de proef representatief is. Substalen B1-5 (Figuren 22, 24 en 26) geven de fractie $<63 \mu\text{m}$ weer die werd bekomen na het zeven van de substalen, bekomen na gebruik van de Churn Sample Splitter (Figuur 16). Substalen C1-5 (Figuren 23, 25 en 27) geven de fractie $>63 \mu\text{m}$ weer die werd bekomen na het zeven van de opgesplitste stalen (met de Churn Sample Splitter) (Figuur 16). B6 en C6 geven respectievelijk de fractie $<$ en $>63 \mu\text{m}$ weer die werden bekomen na het zeven van het reststaal uit de Churn Sample Splitter (Figuur 16). De substalen ‘Alles $<63 \mu\text{m}$ ’ en ‘Alles $>63 \mu\text{m}$ ’ stellen de SSC voor die bepaald werd op de totale massa $<63 \mu\text{m}$ en $>63 \mu\text{m}$ respectievelijk, die aanwezig was in een aftapping. In de figuren 22-27 valt duidelijk op dat de verschillende substalen bij de aftappingen dezelfde trend vertonen. Enkel bij Figuur 23, die de $\text{SSC}_{>63 \mu\text{m}}$ van de Gete voorstelt, zit een verschil in de SSC van de substalen bij de verschillende aftappingen. Uit deze grafieken kan men ook duidelijk afleiden dat de $\text{SSC}_{<63 \mu\text{m}}$ van het substaal B6 beter aansluit bij het substaal ‘Alles $<63 \mu\text{m}$ ’ dan de substalen B1 tot en met B5; hetzelfde kan worden waargenomen bij $\text{SSC}_{>63 \mu\text{m}}$ C6 en $\text{SSC}_{>63 \mu\text{m}}$ ‘Alles $>63 \mu\text{m}$ ’. Een verklaring voor deze constante trend is dat de SSC van de stalen B1-5 en C1-5 wordt bepaald op een klein volume. Dit heeft als gevolg dat op de SSC bepaling van deze stalen wellicht een veel grotere relatieve fout zit. De SSC van de B6 en C6 stalen worden op een veel grotere hoeveelheid sediment bepaald, waardoor de verwachte relatieve fout op deze stalen kleiner zal zijn. De beste waarde voor de SSC, deze met de kleinste relatieve fout, zal men verkrijgen voor ‘alles $<63 \mu\text{m}$ ’ en ‘alles $>63 \mu\text{m}$ ’, omdat hier de SSC wordt bepaald op de volledige massa (respectievelijk $<63 \mu\text{m}$ en $>63 \mu\text{m}$) aanwezig bij een aftapping.

Volgens de wet van Stokes kan men na een bezinkingstijd van 7 min 40 s (= 460 s) korrelgroottes $<63 \mu\text{m}$ terugvinden in de afgetapte fracties. Daarom zou men ten vroegste vanaf aftapping 4 fijn materiaal mogen terugvinden. Op Figuren 22, 24 en 26 kan men echter zien dat in de Gete, de Mangelbeek en de Demer reeds fijne fractie aanwezig is bij de eerste drie aftappingen. Dit kan verklaard worden door het feit dat aggregatie is opgetreden waardoor kleine partikels gehecht aan grotere partikels samen en dus sneller bezinken dan men verwacht. Op deze figuren kan ook worden waargenomen dat de SSC bij de laatste aftappingen steeds kleiner werd.

Zoals hierboven reeds vermeld, terugvallend op de wet van Stokes, wordt verwacht dat na 7 min 40 s fracties kleiner dan $63 \mu\text{m}$ de trechter zullen bereiken, dit wil eveneens zeggen dat volgens de wet van Stokes dan alle grovere partikels bezonken zijn. Indien dit het geval zou

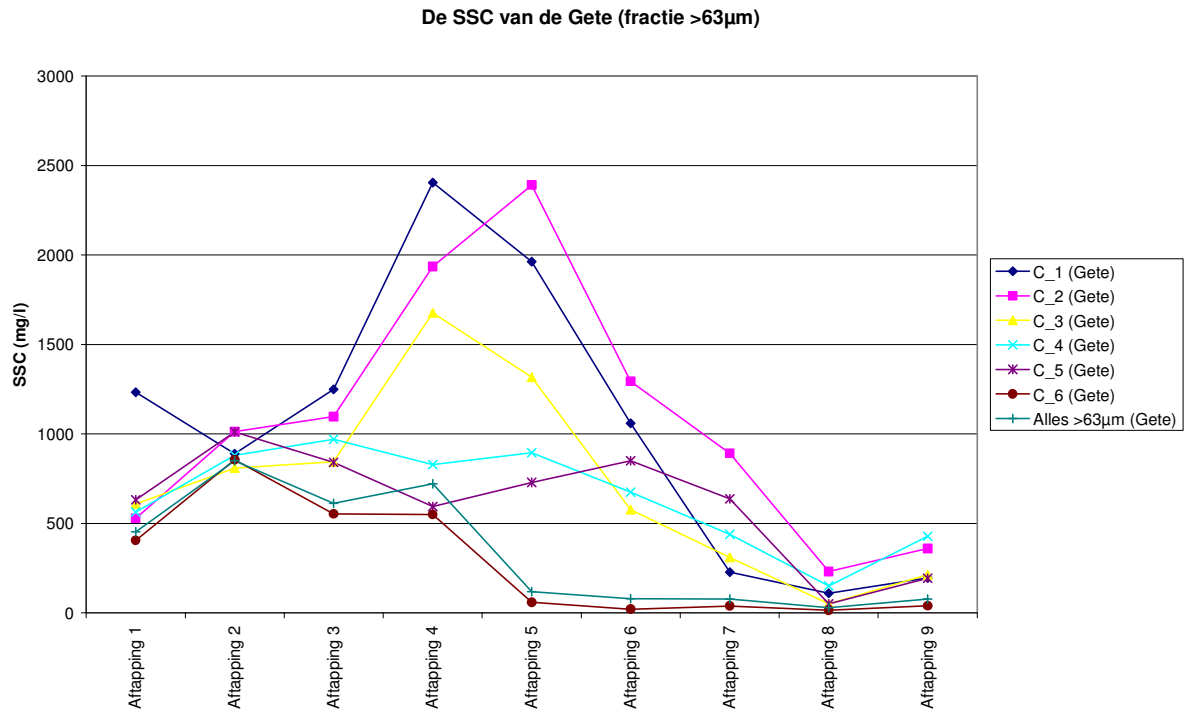
zijn zou men een $SSC_{>63 \mu m}$ van 0 mg/l moeten waarnemen vanaf aftapping 4. Bij de Gete en Mangelbeek (Figuren 23 en 25) nadert de $SSC_{>63 \mu m}$ tot 0 mg/l pas bij aftapping 5. Men kan dit een aanvaardbaar resultaat noemen, onder meer ten gevolge van de beperking van de gebruikte bezinkingsbuis. Bij de Demer (Figuur 27) gebeurt dit pas bij aftapping 7 (met terug een lichte stijging bij aftapping 8 en 9). Dit kan gedeeltelijk te verklaren zijn doordat bij het zeven van het staal nog een klein aandeel van de fractie $<63 \mu m$ achterbleef in het staal $>63 \mu m$. Hier wordt nog dieper op ingegaan in 4.2.6 Korrelgrootte.

Op Figuur 23 kan men in de bezinkingsproeven van de Gete een grote variatie in $SSC_{>63 \mu m}$ waarnemen tussen de verschillende substalen onderling bij aftapping 3 tot en met 7. Een mogelijke verklaring hiervoor is de kleine hoeveelheid sediment waarop de SSC werd bepaald. Dit brengt een grote fout met zich mee zoals reeds eerder werd aangehaald. Een andere mogelijke verklaring kan gevonden worden bij een manipulatiefout bij de vriesdroger. Het is hier aangewezen staal C6 en 'Alles $>63 \mu m$ ' te beschouwen als meest representatief.

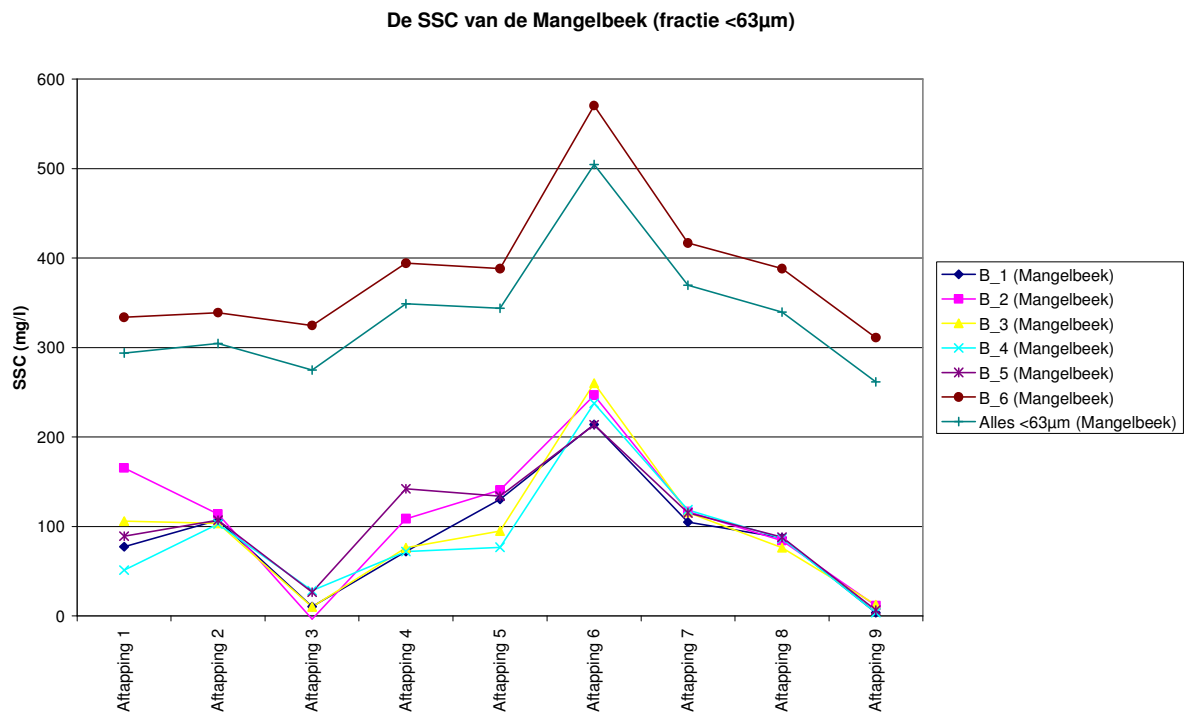


Figuur 22: De gesuspendeerd sediment concentratie van de Gete met organisch materiaal (fractie $<63 \mu m$)

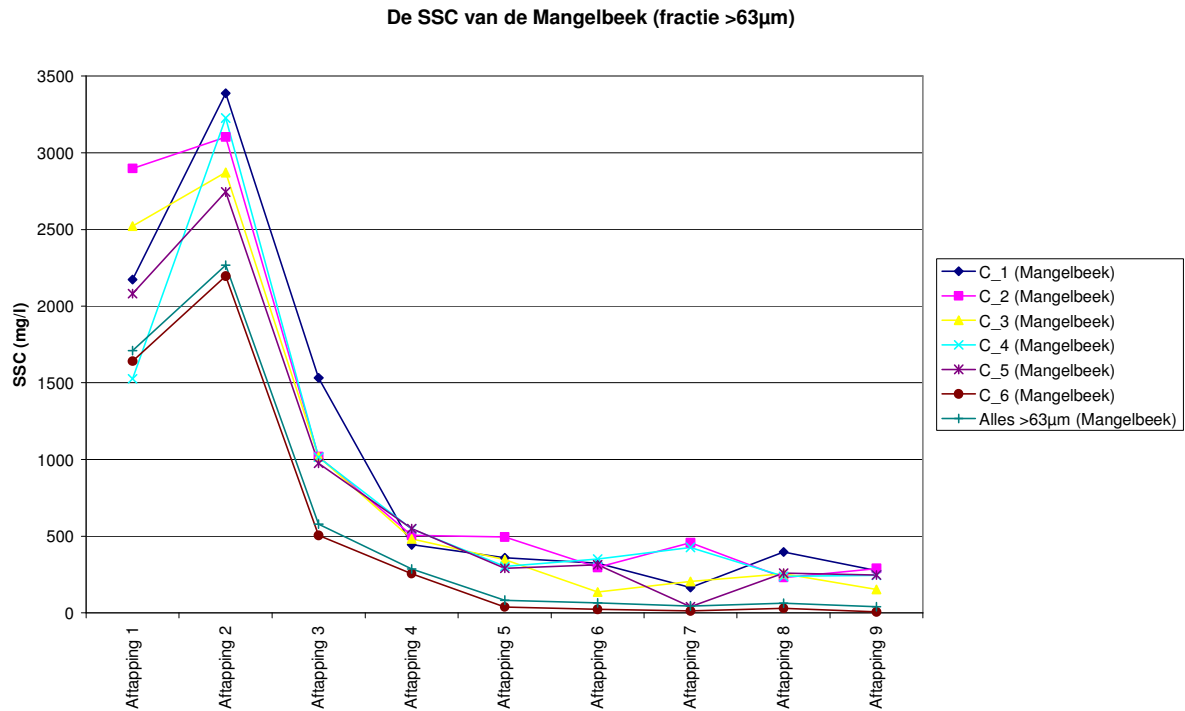
Bron: Eigen onderzoek



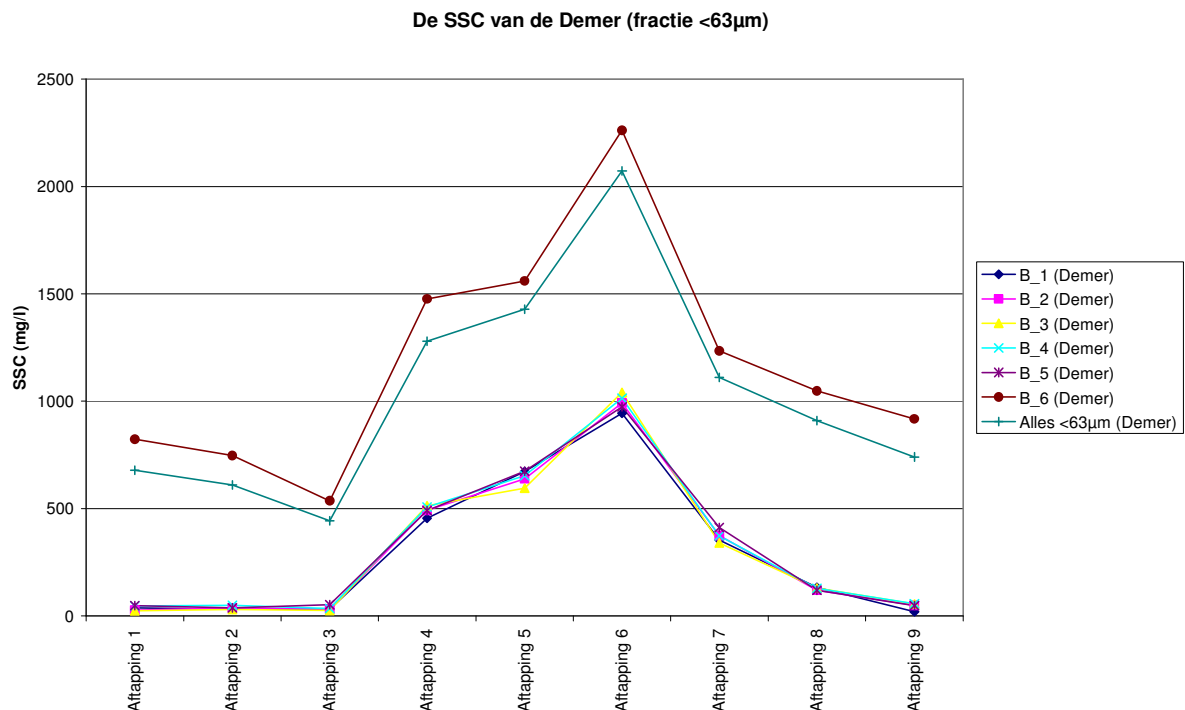
Figuur 23: De gesuspendeerd sediment concentratie van de Gete met organisch materiaal (fractie >63 µm)
Bron: Eigen onderzoek



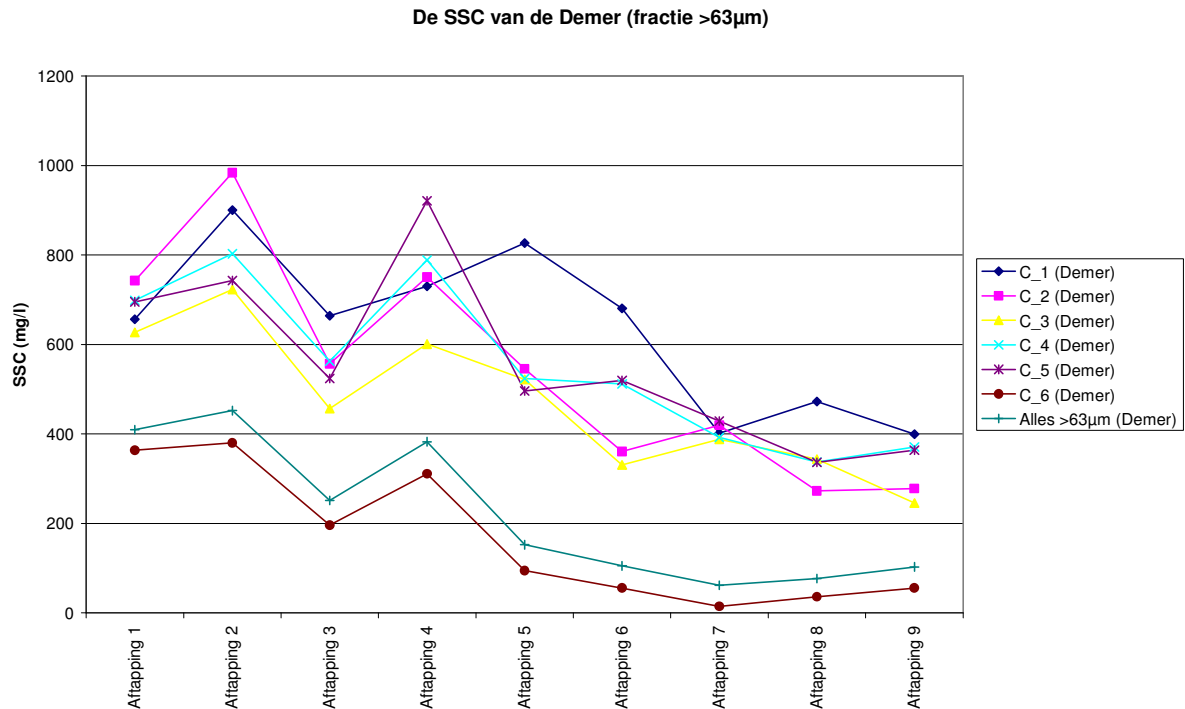
Figuur 24: De gesuspendeerd sediment concentratie van de Mangelbeek met organisch materiaal (fractie <63 µm)
Bron: Eigen onderzoek



Figuur 25: De gesuspendeerd sediment concentratie van de Mangelbeek met organisch materiaal (fractie >63 µm)
Bron: Eigen onderzoek



Figuur 26: De gesuspendeerd sediment concentratie van de Demer met organisch materiaal (fractie <63 µm)
Bron: Eigen onderzoek



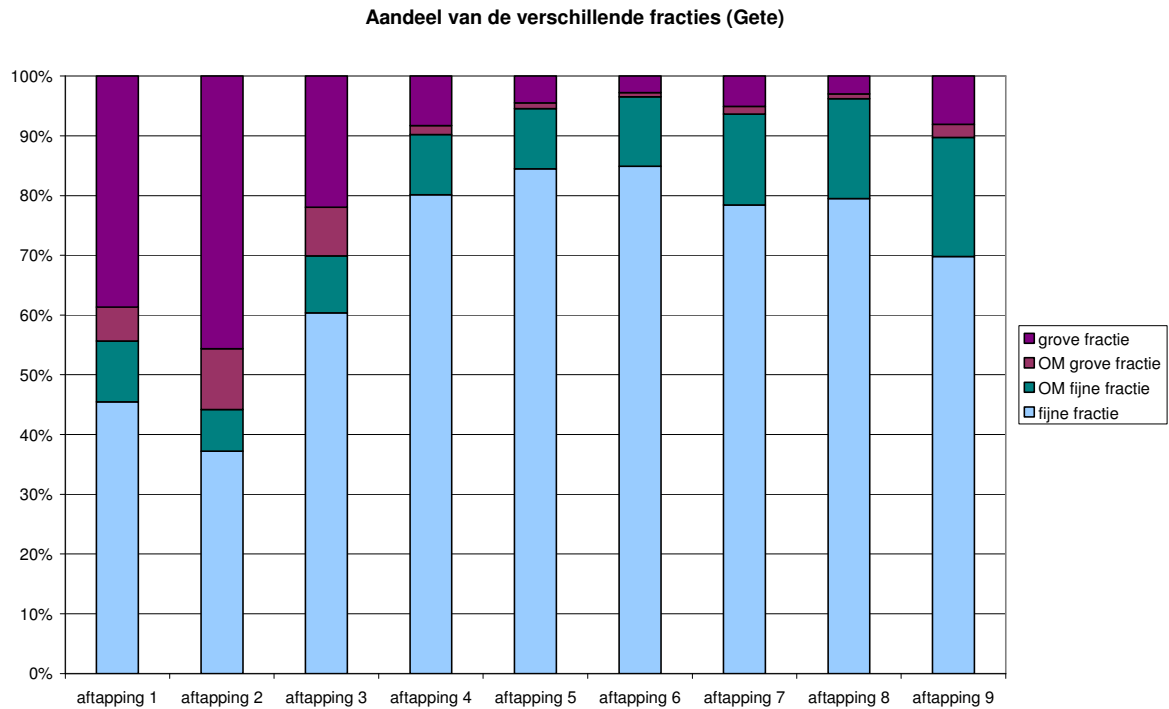
Figuur 27: De gesuspendeerd sediment concentratie van de Demer met organisch materiaal (fractie >63 µm)

Bron: Eigen onderzoek

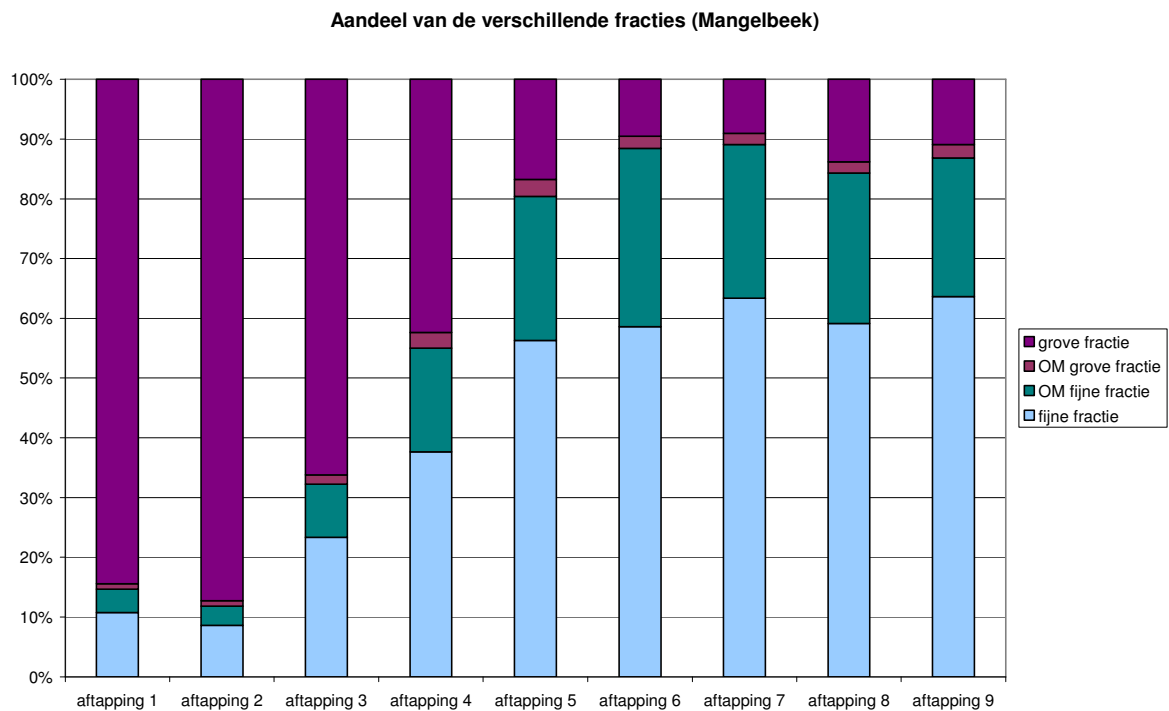
Wat eveneens kan afgeleid worden uit de Figuren 22 tot en met 27 is dat de waarden van de $SSC_{<63 \mu m}$ van B1 tot en met B5 worden onderschat ten opzichte van de waarden van de $SSC_{<63 \mu m}$ van B6 en 'Alles <63 µm'. Bij de fractie >63 µm worden de $SSC_{>63 \mu m}$ C1 en C5 overschat ten opzichte van de $SSC_{>63 \mu m}$ C6 en 'Alles >63 µm'. Een verklaring hiervoor kan mogelijk gezocht worden bij de Churn Sample Splitter. Dit toestel heeft beperkingen bij het werken met partikels >63 µm. Hierdoor kan de fractie >63 µm bevoordeeld worden bij het afchurnen van de substalen. Dit zou impliceren dat in de substalen 1 tot en met 5 relatief gezien meer grof dan fijn materiaal aanwezig is. Wegens de lage concentraties van deze fracties, zal een grote absolute fout gemaakt worden, die de verschillen kan verklaren (Horowitz *et al.*, 2001; Lane *et al.*, 2002).

Figuren 28, 29 en 30 geven de verhouding van de fijne en grove fractie weer per aftapping. Met de fijne fractie wordt bedoeld: materiaal dat is opgevangen bij de aftapping waarbij het beschikbare sediment reeds afgezeefd was en men ervan uitgaat dat het een korrelgrootte heeft van <63 µm. Met grove fractie wordt ervan uitgegaan dat het materiaal dat wordt opgevangen oorspronkelijk niet door de zeef van 63 µm passeerde. Eveneens werd de

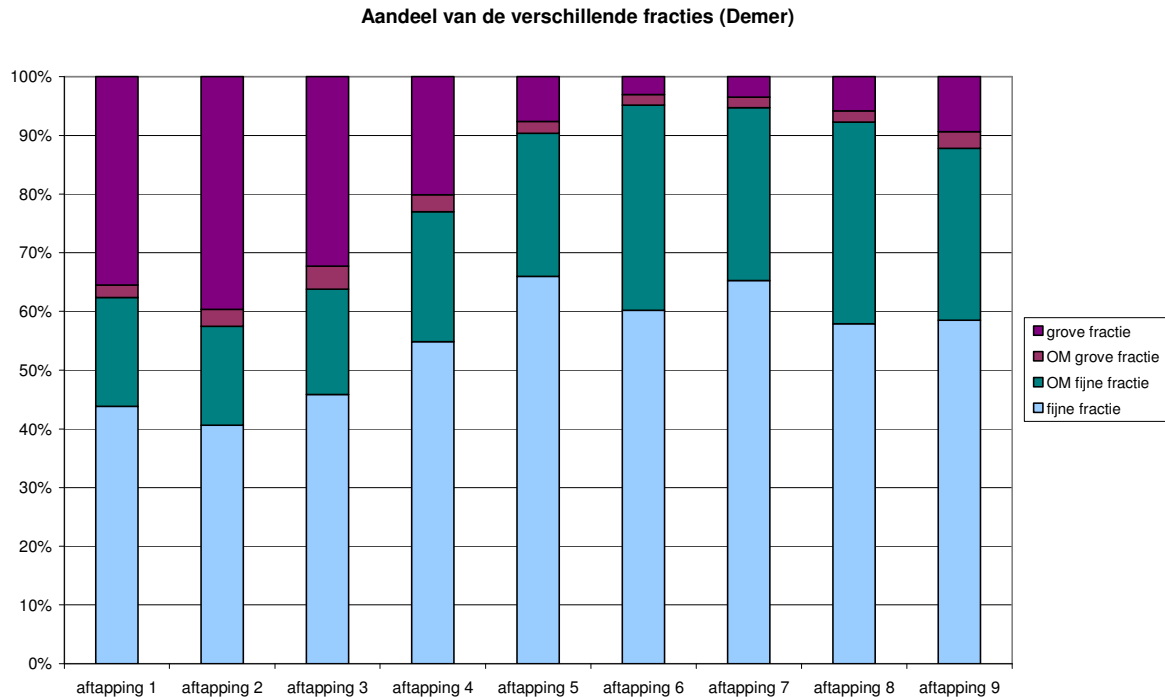
hoeveelheid organisch materiaal aangeduid per fractie, op deze manier krijgt men een idee wanneer het organisch materiaal is bezonken en van welke fractie het deel uitmaakte. Figuur 28 maakt duidelijk dat het relatieve aandeel fijne fractie bij alle aftappingen in de bezinkingsbuis van de Gete steeds overheerst (met uitzondering van aftapping 2). In de Gete kan men waarnemen dat de fijne fractie vanaf aftapping 4 90% van al het afgetapt materiaal voor zich neemt en dit bij de volgende aftappingen min of meer aanhoudt. Het grof organisch materiaal wordt waargenomen bij de eerste drie aftappingen en verminderd vervolgens. Het fijn organisch materiaal neemt toe met de aftappingen. Bij de sedimentverhouding van de Mangelbeek (Figuur 29) kan men waarnemen dat de eerste twee aftappingen worden gekenmerkt door een groot aandeel van de grove fractie. Het aandeel van de fractie fijn materiaal neemt bij de aftappingen 3-6 gestaag toe tot ongeveer 90% van de totale massa. Dit percentage blijft ongeveer constant tot aftapping 9. De Mangelbeek wordt gekenmerkt door een grote hoeveelheid fijn organisch materiaal, waarvan het aandeel eveneens toeneemt naar het einde toe. De Demer (Figuur 30) vertoont een gelijkaardig verloop van het aandeel fijne/grove fractie als de Gete. Men kan echter ook enkel verschillen opmerken, meer bepaald is het startaandeel van de fijne fractie nog hoger (iets minder dan 10%) bij de Demer in vergelijking met de Gete. Het aandeel fijne fractie stijgt in de volgende aftappingen gestaag naar een aandeel fijne fractie van 95% bij aftapping 6. De volgende drie aftappingen worden nog gekenmerkt door een lichte relatieve toename van de grove fractie. De hoeveelheid grove fractie organisch materiaal blijft redelijk constant over de verschillende aftappingen, de fractie fijn organisch materiaal kent net als de Mangelbeek en de Gete een toename over de verschillende fracties heen.



Figuur 28: Verhouding van de fijne en de grove fractie per aftapping (Gete)
Bron: Eigen onderzoek



Figuur 29: Verhouding van de fijne en grove fractie per aftapping (Mangelbeek)
Bron: Eigen onderzoek



Figuur 30: Verhouding van de fijne en de grove fractie per aftapping (Demer)
Bron: Eigen onderzoek

4.2.4 Het organisch materiaal gehalte

De loss on ignition (loss on ignition = LOI) is een maat voor de hoeveelheid aanwezig organisch materiaal. De aanwezige hoeveelheid werd met behulp van formule (5) berekend. De bekomen percentages werden uitgezet op Figuren 31 en 32.

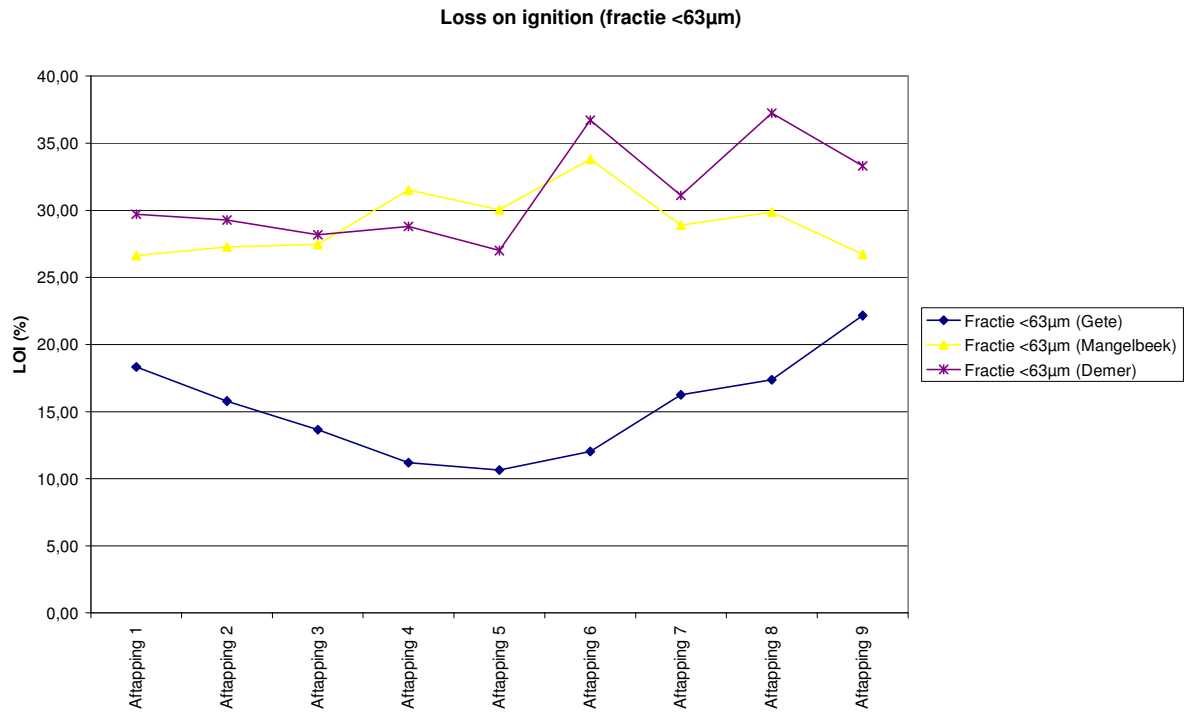
$$LOI(\%) = \frac{m_{dr} - m_{as}}{m_{dr} - m_{lk}} \cdot 100 \quad (5)$$

Met: m_{dr} = massa van de kroes met gedroogd materiaal (g)

m_{as} = massa van de kroes met de gloeirest (g)

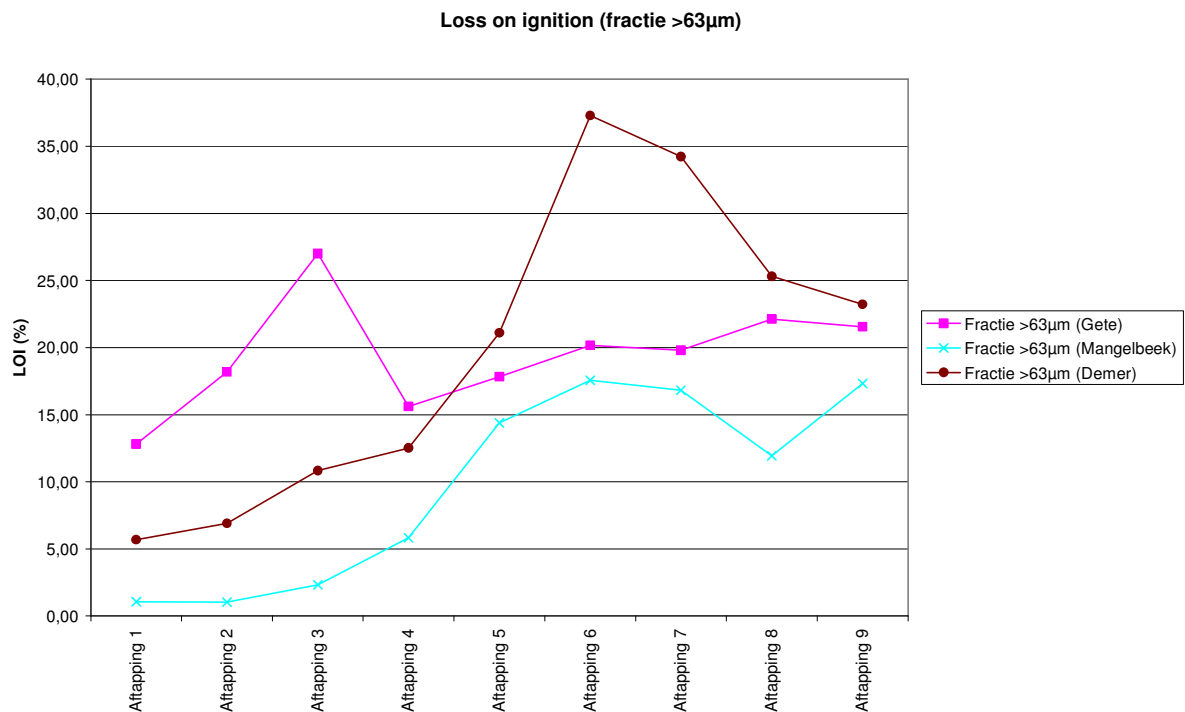
m_{lk} = massa van de lege kroes (g)

Het organisch gehalte in fractie $<63 \mu\text{m}$ van de Gete (Figuur 31) vertoont geen grote variaties. De hoeveelheid organisch materiaal aanwezig in de fractie $>63 \mu\text{m}$ van de Gete (Figuur 32) vertoont een licht stijgende trend en onderling niet echt grote variaties. Aftapping 3 vormt een uitzondering op deze trend, een mogelijke verklaring is een manipulatiefout tijdens het vriesdroog proces van deze stalen.



Figuur 31: Loss on ignition per aftapping (fractie <63 μm)

Bron: Eigen onderzoek



Figuur 32: Loss on ignition per aftapping (fractie >63 μm)

Bron: Eigen onderzoek

De fractie <63 µm van de Mangelbeek wordt gekenmerkt door een hoog percentage organisch materiaal (Figuur 31). Kenmerkend voor de Mangelbeek is het geflocculeerd voorkomen van sedimentpartikels <63 µm met ijzer en organisch materiaal (Vanlierde, persoonlijke mededeling, 9 mei 2010). Het toenemend aandeel organisch materiaal bij de fractie >63 µm (Figuur 32) in de Mangelbeek bij de latere aftappingen is mogelijk te verklaren door het onvoldoende zeven van de substalen (verder besproken in 4.2.6 Korrelgrootte). Dit zou als gevolg hebben dat het aandeel organisch materiaal artificieel zou verhogen wanneer men te maken heeft met weinig materiaal en hier een kleine hoeveelheid fijn materiaal bij zit (met het eraan hangende organisch materiaal).

De fractie <63 µm van de Demer wordt gekenmerkt door een licht stijgende trend in het percentage aanwezig organisch materiaal en vertoont een vergelijkbare trend als de Mangelbeek (Figuur 31). De fractie >63 µm daarentegen wordt gekenmerkt door een sterke toename van het organisch materiaal (Figuur 32).

Het vergelijken van de gloeiverlies van de reststalen van de bezinkingsbuis (aftapping 10) met de andere aftappingen is niet voor de hand liggend, omdat voor de andere stalen twee metingen van het organisch materiaal aanwezig zijn, zowel een fractie <63 µm als een fractie >63 µm. De bepaling van het organisch materiaal van aftapping 10 (Tabel 8) gebeurde op het totale staal en vormt dus een combinatie van de beide fracties die gemeten werden bij de andere aftappingen. De hoeveelheid organisch materiaal van de Gete ligt hoger dan de fracties < en >63 µm gemeten bij aftappingen 1-9. De gemeten hoeveelheid gloeiverlies bij de Mangelbeek ligt veel lager dan de fractie <63 µm en komt in de buurt van de fractie >63 µm, dit zou kunnen wijzen op een grote hoeveelheid grof materiaal in aftapping 10. Dit vermoeden wordt later in 4.2.6 Korrelgrootte bevestigd. De bepaling van de hoeveelheid organisch materiaal in aftapping 10 bij de Demer vertoont gelijkenissen met de hoeveelheid organisch materiaal van de fractie <63 µm bij aftapping 1-9. Dit zou kunnen wijzen op een overheersende aanwezigheid van sediment van de fijne fractie, dit zal bevestigd kunnen worden in 4.2.6 Korrelgrootte.

Tabel 8: Percentage aanwezig organisch materiaal bij aftapping 10

Bron: Eigen onderzoek

	Gete	Mangelbeek	Demer
Loss on ignition (%)	27,18	12,82	33,13

4.2.5 De densiteit

De densiteiten van de verschillende aftappingen kunnen teruggevonden worden in Tabel 9. De densiteiten die rood gekleurd zijn, zijn densiteiten die verworpen werden omdat te weinig sediment aanwezig was om de densiteit nauwkeurig te bepalen, dit wordt ook weerspiegeld in de grotere standaard deviatie.

Men kan waarnemen dat de dichtheden van substalen toenemen nadat de stalen werden verast. Dit is een logisch gevolg van het feit dat bij het bepalen van de densiteiten na het verassen men geen organisch materiaal meeneemt in de bepaling van de densiteiten. Organisch materiaal heeft namelijk een kleine dichtheid, zo heeft eikenhout bijvoorbeeld een densiteit van $0,78 \text{ g/cm}^3$, waardoor men een lagere dichtheid krijgt indien men de dichtheid bepaalt van een staal met organisch materiaal nog aanwezig.

De dichtheid van de Gete fractie $<63 \mu\text{m}$ vóór verassen verschilt weinig tussen de onderlinge aftappingen. Bij de fractie $<63 \mu\text{m}$ vóór het verassen vindt men een relatief grote afwijking voor de dichtheid bij aftapping 6, hiervoor is geen verklaring gevonden. Na het verassen van de Gete stalen vindt men voor de fracties $<63 \mu\text{m}$ en $>63 \mu\text{m}$ gelijkaardige dichtheden, deze benaderen de dichtheid van kwarts die gelijk is aan $2,65 \text{ g/cm}^3$. Dit wijst op de aanwezigheid van löss, wat voornamelijk bestaat uit kwarts.

De dichtheid van de fractie $<63 \mu\text{m}$ van de Mangelbeek werd verworpen (zowel voor als na het verassen), omdat te weinig sediment aanwezig was om met voldoende nauwkeurigheid de dichtheid te bepalen. Om dezelfde reden werd eveneens een groot deel van de dichtheden van de fractie $>63 \mu\text{m}$ verworpen (zowel voor als na het verassen). Men kan hier echter wel nog stellen dat de dichtheid van de fractie $>63 \mu\text{m}$ iets is gestegen na het verassen, maar dat beide dichtheden de dichtheid van kwarts ($2,65 \text{ g/cm}^3$) benaderen.

De dichtheid van de fractie $<63 \mu\text{m}$ van de Demer voor verassen is redelijk constant voor alle stalen en de gemiddelde dichtheid ligt rond $2,0056 \text{ g/cm}^3$. De dichtheid van deze fractie is toegenomen na het verassen, met een gemiddelde dichtheid rond $2,5002 \text{ g/cm}^3$. De grove fractie heeft een grotere dichtheid dan de fijne fractie, dit zowel voor als na het verassen.

Tabel 9: Dichtheid van de verschillende aftappingsen per fractie

Bron: Eigen onderzoek

Gete									
Voor verassen									
	Aftapping 1	Aftapping 2	Aftapping 3	Aftapping 4	Aftapping 5	Aftapping 6	Aftapping 7	Aftapping 8	Aftapping 9
Fractie <63µm	2,2719±0,0044	2,3531±0,0038	2,4200±0,0021	2,4923±0,0013	2,4876±0,0013	1,7380±0,0012	2,3535±0,0027	2,3112±0,0042	2,1587±0,0051
Fractie >63µm	2,4355±0,0053	2,2295±0,0015	2,1261±0,0056	2,3331±0,0019	2,3455±0,0083	2,3752±0,0100	2,3905±0,0086	2,6832±0,0359	2,3438±0,0080
Na verassen									
	Aftapping 1	Aftapping 2	Aftapping 3	Aftapping 4	Aftapping 5	Aftapping 6	Aftapping 7	Aftapping 8	Aftapping 9
Fractie <63µm	2,6335±0,0037	2,6375±0,0017	2,6833±0,0012	2,6941±0,0012	2,6949±0,0018	2,7035±0,0031	2,6865±0,0023	2,6497±0,0190	2,6297±0,0039
Fractie >63µm	2,6889±0,0038	2,6748±0,0027	2,7329±0,0056	2,6984±0,0016	2,6975±0,0191	3,0901±0,0219	2,9863±0,0244	3,6383±0,1384	2,8720±0,0381
Mangelbeek									
Voor verassen									
	Aftapping 1	Aftapping 2	Aftapping 3	Aftapping 4	Aftapping 5	Aftapping 6	Aftapping 7	Aftapping 8	Aftapping 9
Fractie <63µm	2,3459±0,0082	2,3523±0,0106	2,3213±0,0128	2,3387±0,0114	2,2680±0,0082	2,3259±0,0170	2,2662±0,0057	2,2798±0,0095	2,2136±0,0065
Fractie >63µm	2,6726±0,0018	2,6567±0,0007	2,6530±0,0038	2,6303±0,0041	2,5517±0,0086	2,5458±0,0089	2,7277±0,0194	2,9350±0,0147	2,9519±0,0233
Na verassen									
	Aftapping 1	Aftapping 2	Aftapping 3	Aftapping 4	Aftapping 5	Aftapping 6	Aftapping 7	Aftapping 8	Aftapping 9
Fractie <63µm	2,9550±0,0088	2,9646±0,0128	2,7957±0,0141	2,9372±0,0180	2,8778±0,0085	3,1317±0,0251	3,0146±0,0134	2,8690±0,0127	2,6641±0,0110
Fractie >63µm	2,6648±0,0009	2,6784±0,0017	2,6875±0,0013	2,6929±0,0050	2,7629±0,0181	2,7942±0,0222	2,5929±0,0428	2,7839±0,0475	2,7044±0,0367
Demer									
Voor verassen									
	Aftapping 1	Aftapping 2	Aftapping 3	Aftapping 4	Aftapping 5	Aftapping 6	Aftapping 7	Aftapping 8	Aftapping 9
Fractie <63µm	1,9991±0,0016	1,9725±0,0037	1,9635±0,0003	2,0866±0,0033	2,1221±0,0020	1,8837±0,0038	2,0602±0,0024	1,9671±0,0075	1,9569±0,0043
Fractie >63µm	2,5482±0,0026	2,5261±0,0048	2,4277±0,0086	2,3604±0,0032	2,1742±0,0044	1,8437±0,0095	1,9878±0,0107	2,1623±0,0096	2,2315±0,0136
Na verassen									
	Aftapping 1	Aftapping 2	Aftapping 3	Aftapping 4	Aftapping 5	Aftapping 6	Aftapping 7	Aftapping 8	Aftapping 9
Fractie <63µm	2,4592±0,0028	2,4360±0,0020	2,4238±0,0023	2,5703±0,0032	2,5718±0,0027	2,5833±0,0055	2,5564±0,0019	2,5288±0,0029	2,4551±0,0022
Fractie >63µm	2,6393±0,0030	2,6325±0,0034	2,6163±0,0043	2,6120±0,0035	2,6310±0,0084	2,6383±0,0153	2,4065±0,0203	2,4921±0,0108	2,4979±0,0108

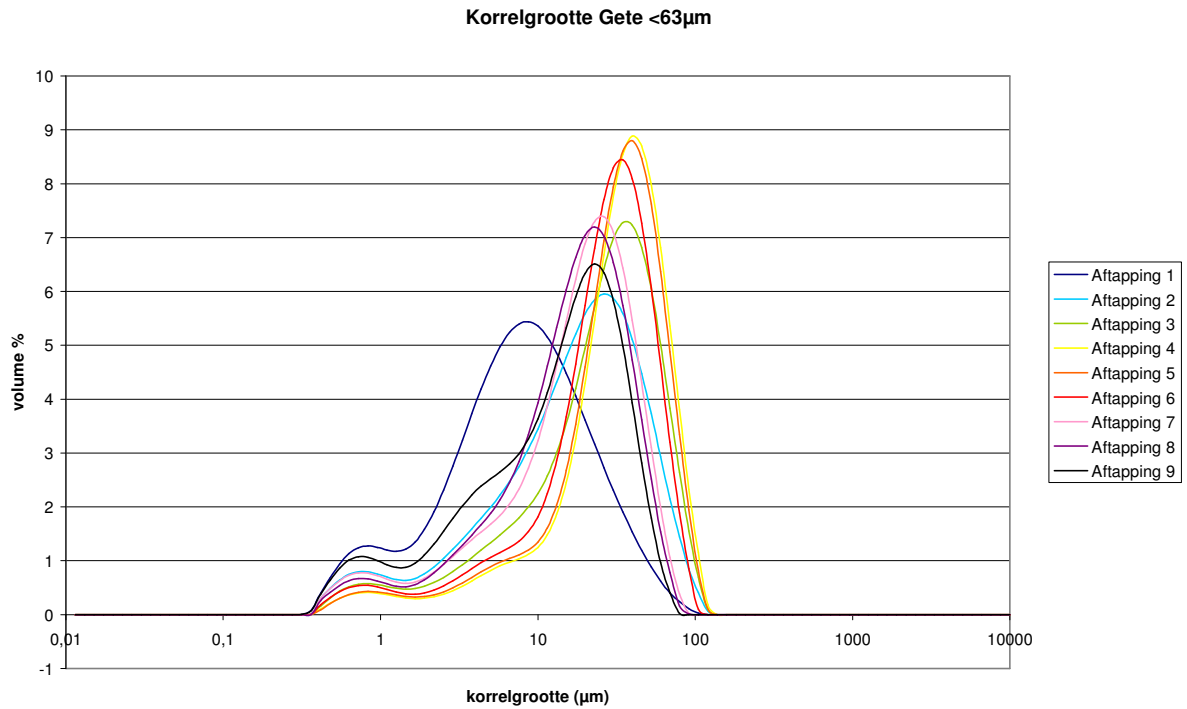
De densiteiten van de stalen van het restwater uit de bezinkingsbuis (aftapping 10) werden eveneens bepaald (Tabel 10). Het is moeilijk om deze metingen te vergelijken met de densiteitsmetingen van de andere aftappingen, aangezien de aftappingen 1-9 werden gezeefd en de densiteit werd bepaald op de fractie < en >63 µm. Aftapping 10 werd niet gezeefd waardoor de densiteit hier werd bepaald op het totale staal. Indien het zelfde principe wordt gebruikt als hierboven, dient men de densiteitsbepaling van de Gete na verassing te verwerpen omdat deze werd uitgevoerd op een (te) kleine hoeveelheid sediment, wat onnauwkeurige resultaten geeft (en een grote relatieve fout). Er kan ook bij deze densiteitsmetingen worden opgemerkt dat de dichtheid toeneemt na het verassen, ten gevolge van het verwijderen van het organisch materiaal in de staalname.

Tabel 10: Densiteitsbepalingen bij aftapping 10 (sedimentrijk restwater bezinkingsbuis)
Bron: Eigen onderzoek

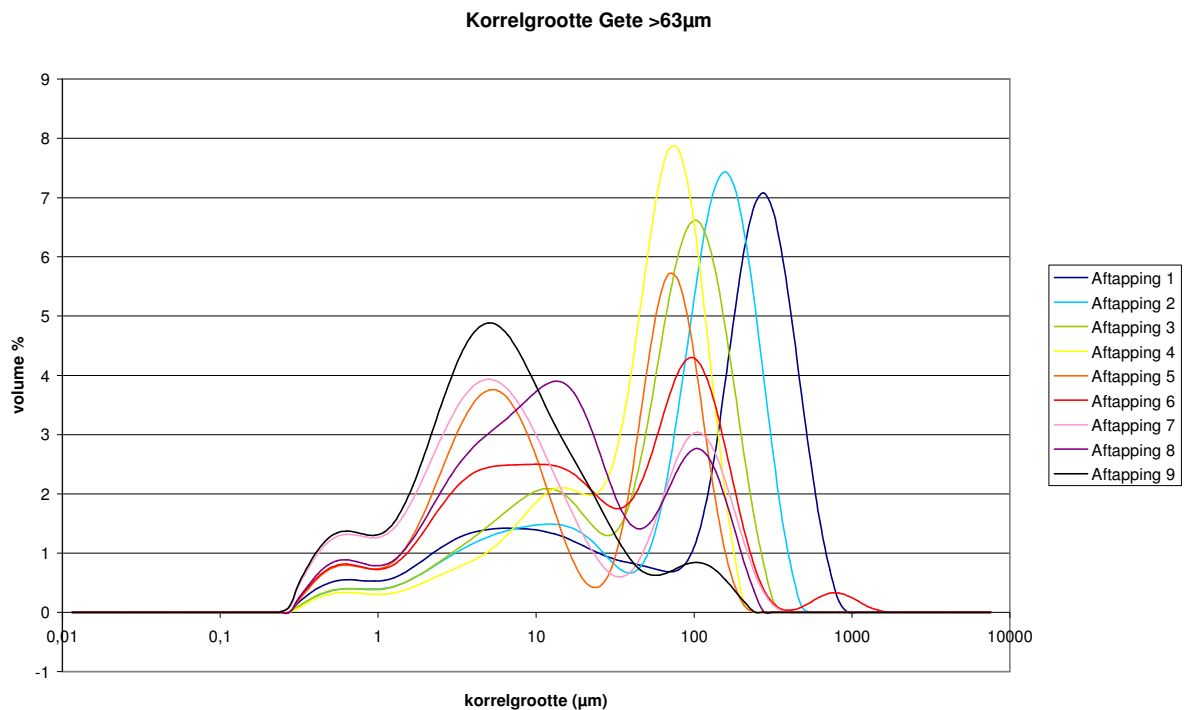
	Densiteit voor verassen	Densiteit na verassen
Gete	2,2284±0,0037	2,8206±0,0083
Mangelbeek	2,4765±0,0027	2,7680±0,0039
Demer	1,9953±0,0017	2,4582±0,0048

4.2.6 Korrelgrootteanalyse

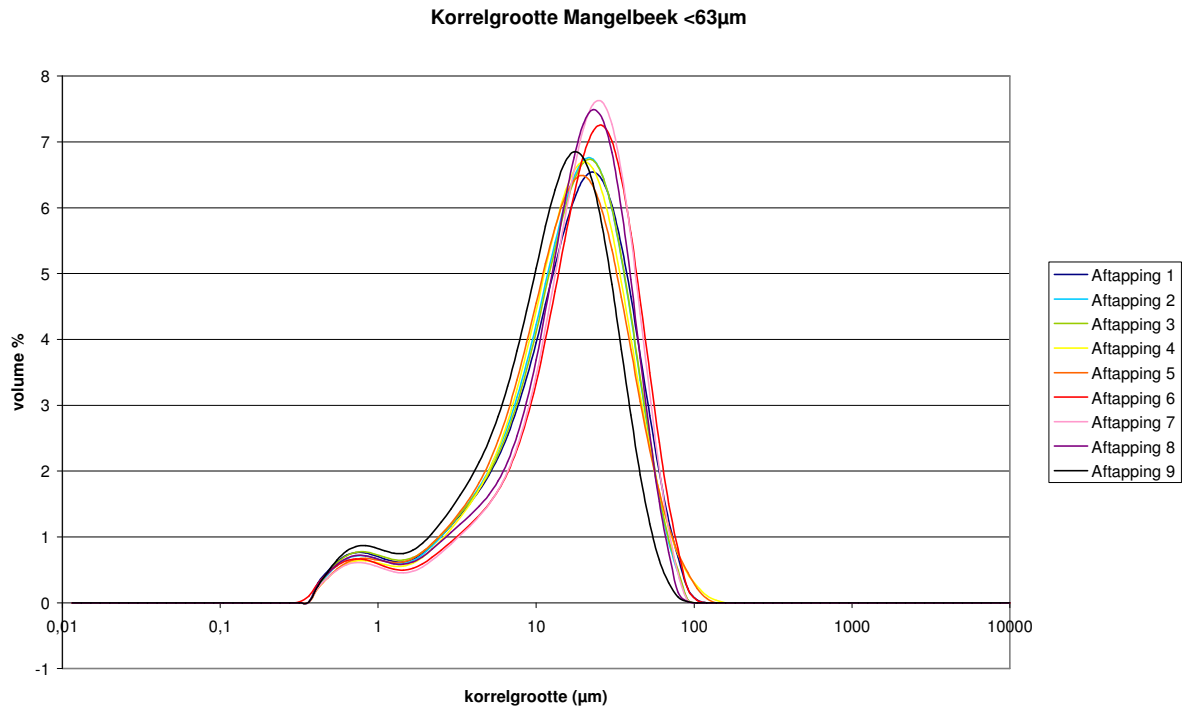
Men kan waarnemen dat de fracties <63 µm (Figuren 33, 35 en 37) allen nog een zeer kleine fractie grof materiaal bezitten. Dit kan worden verklaard door de onregelmatige vorm van de sedimentpartikels. Een langwerpige partikel kan immers langs de smalle kant door de nylon zeef worden gezeefd, tevens kan de meetmethode van de mastersizer ook als mogelijke oorzaak worden aangegeven. Figuur 33 geeft ook weer dat de fijnste korrelgroottes konden worden teruggevonden bij de eerste aftappingen. Bij de Aftappingen 2-4 ziet men een langzame shift naar iets grovere korrelgroottes. Vanaf Aftapping 5 kan men weer een trend naar fijnere fracties waarnemen. Bij Figuur 35 is het moeilijker een trend terug te vinden omdat alle aftappingen hier zeer dicht bij elkaar liggen. Figuren 34, 36 en 38 stellen de fracties >63 µm voor. Hier wordt duidelijk dat in alle gezeefde aftappingen (op aftappingen 1-3 van de Mangelbeek na) nog fijn materiaal aanwezig was. Deze aanwezigheid kan men verklaren door het niet lang genoeg zeven van de stalen, waardoor niet de volledige <63 µm fractie door de nylon zeef geraakte. De kleine hoeveelheid fijn materiaal die aanwezig is in de grove fractie van de Mangelbeek (Figuur 36), zorgt ervoor dat het aandeel organisch materiaal bij deze aftappingen artificieel groter werd gemaakt. Het organisch materiaal in de Mangelbeek komt namelijk geflocculeerd voor aan de fijne fractie in combinatie met ijzer.



Figuur 33: Korrelgrootteverdeling van de Gete zonder organisch materiaal (fractie <63µm)
Bron: Eigen onderzoek

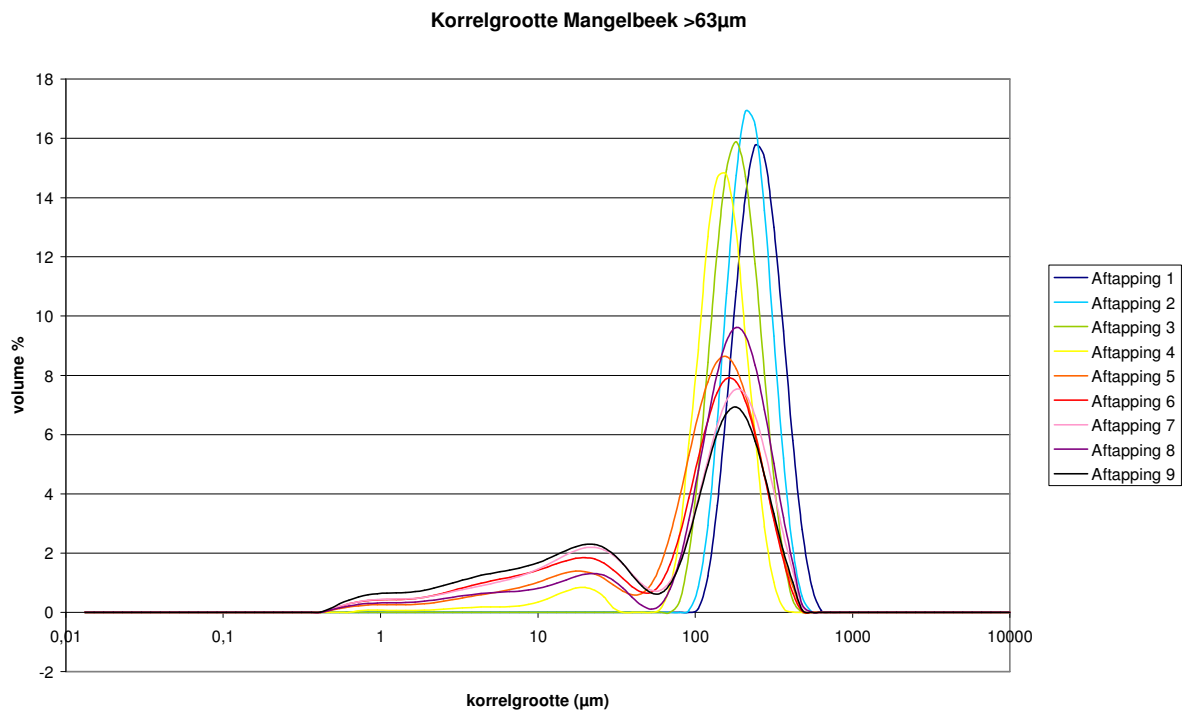


Figuur 34: Korrelgrootteverdeling van de Gete zonder organisch materiaal (fractie >63µm)
Bron: Eigen onderzoek



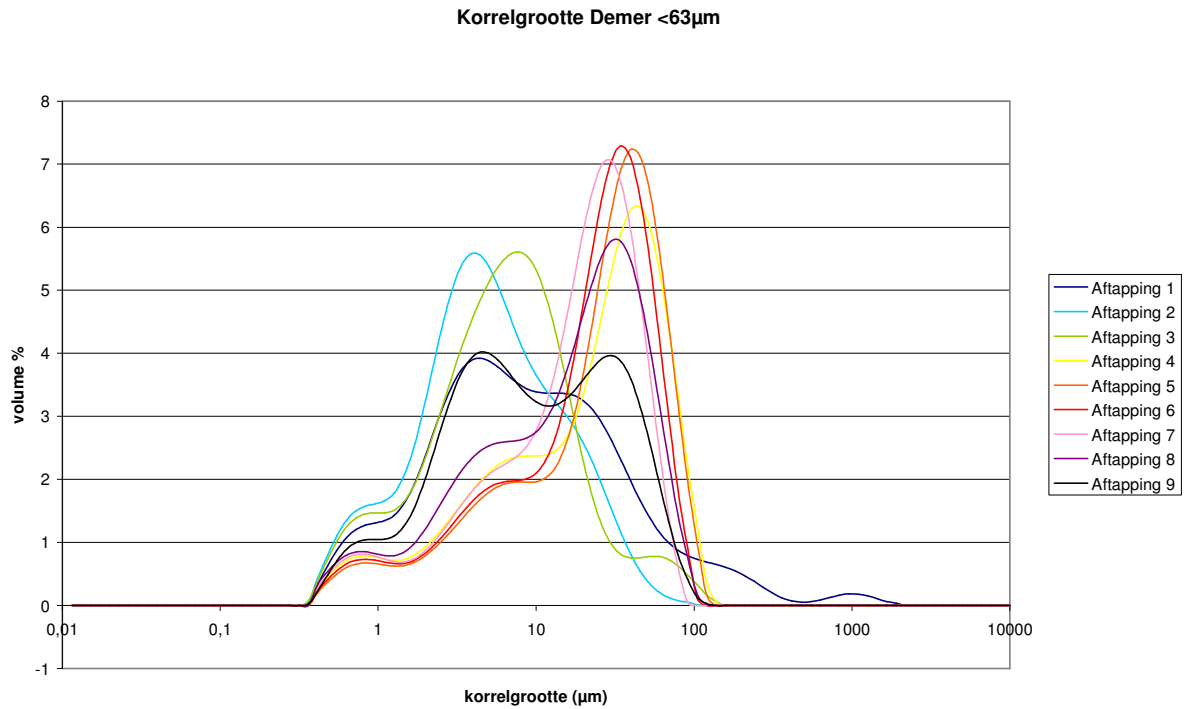
Figuur 35: Korrelgrootteverdeling van de Mangelbeek zonder organisch materiaal (fractie <63µm)

Bron: Eigen onderzoek

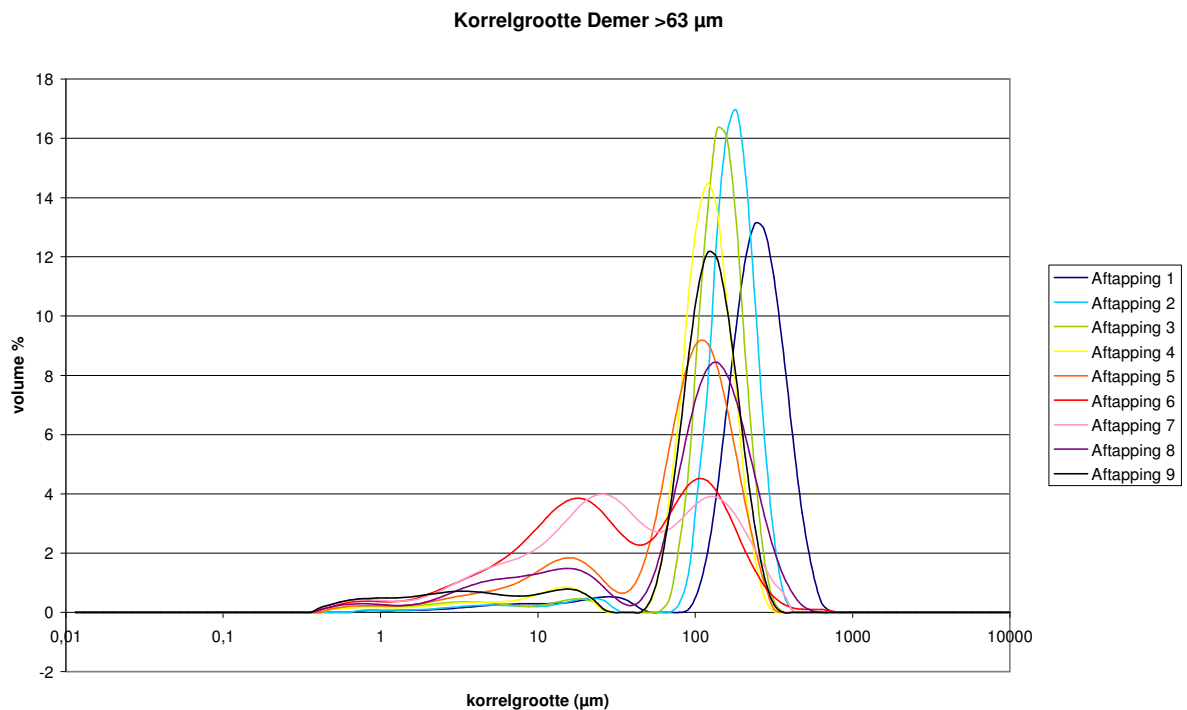


Figuur 36: Korrelgrootteverdeling van de Mangelbeek zonder organisch materiaal (fractie >63µm)

Bron: Eigen onderzoek



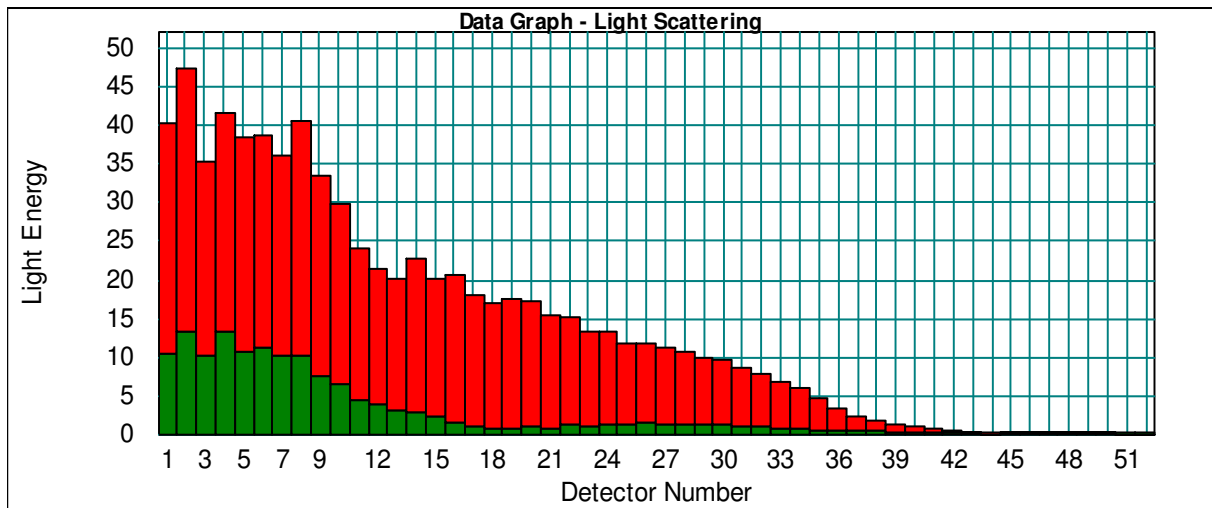
Figuur 37: Korrelgrootteverdeling van de Demer zonder organisch materiaal (fractie <63µm)
 Bron: Eigen onderzoek



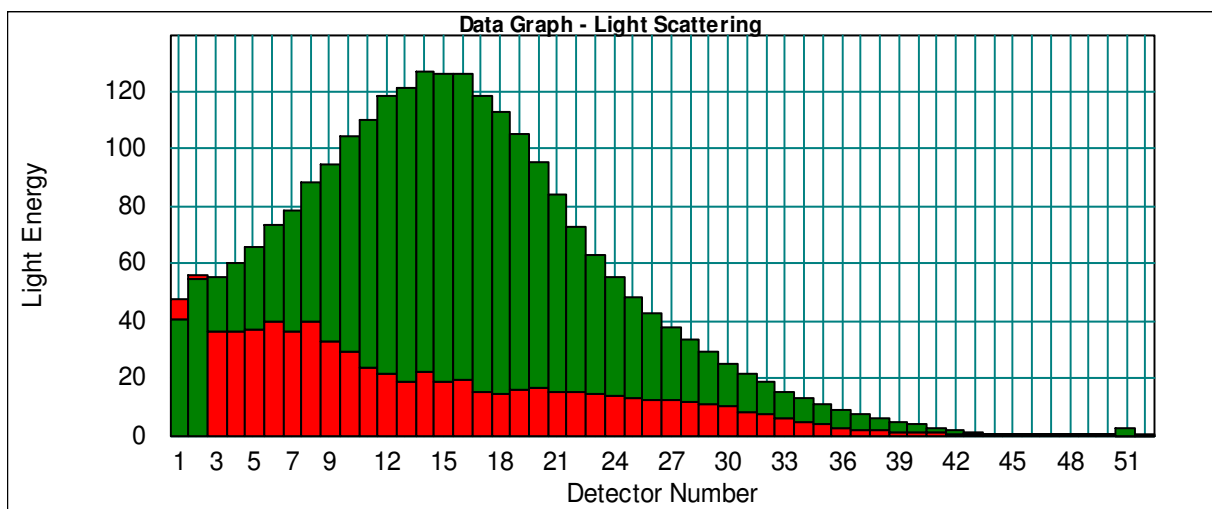
Figuur 38: Korrelgrootteverdeling van de Demer zonder organisch materiaal (fractie >63µm)
 Bron: Eigen onderzoek

Bij het opstellen van de korrelgroottecomposiet kreeg men te maken met het probleem dat ten gevolge van een te kleine hoeveelheid sediment om de dichtheid nauwkeurig te bepalen, slechte resultaten verkregen werd voor een aantal densiteitsmetingen. De densiteiten die werden verworpen (zie Tabel 9) werden bij de Gete en de Demer vervangen door het gemiddelde van de aanvaarde densiteiten van dezelfde fractie (< of > 63 μm), dit werd eveneens gedaan voor de fractie >63 μm van de Mangelbeek. Omdat geen enkele dichtheidsmeting van de Mangelbeek <63 μm weerhouden werd (men beschikte bij alle stalen over te weinig sediment), werd een gemiddelde genomen uit densiteitsbepalingen van de Mangelbeek analyses (eveneens gezeefd op 63 μm) aan het WL. Men rekende hier met een densiteit van 3,5357 g/cm³ (Vanlierde, persoonlijke mededeling, 3 mei 2010).

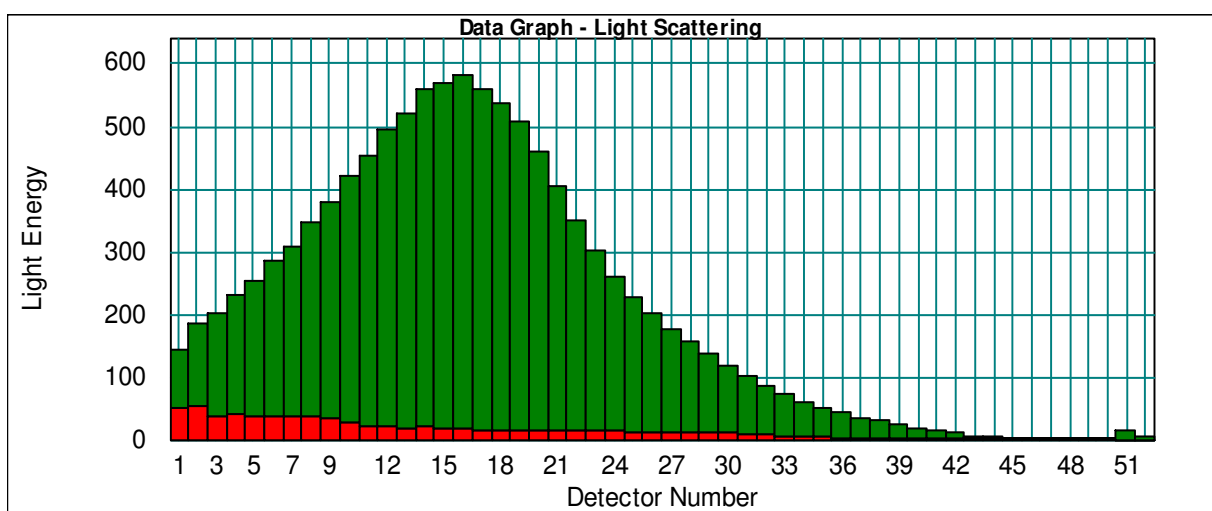
Na het bepalen van de volumepercenten van de composieten werden een aantal grafieken opgesteld, rekening houdend met de betrouwbaarheid van de volumepercenten gemeten door de Mastersizer, die de korrelverdeling van de bezinkingstesten per aftapping voorstellen. De verschillende grafieken worden hieronder besproken. Deze grafieken worden eveneens vergeleken met de korrelgrootteverdelingen van substaal A1 (voor de betekenis van dit substaal wordt verwezen naar Figuur 16), deze korrelverdelingen vertonen in vele gevallen een slechte signaal/ruisverhouding (Figuur 39), maar ondanks deze slechte verhouding kunnen in vele gevallen toch nog zinvolle conclusies getrokken worden in verband met de korrelverdeling per aftapping. Over de korrelgroottes kan men bij deze grafieken enkel iets met zekerheid zeggen wanneer enkel gewerkt wordt met korrelverdelingen die gekenmerkt worden door een goede signaal/ruisverhouding (Figuur 41). Bij de grafieken of verdelingen waarbij de signaal/ruisverhouding slecht is kan men niets zeggen over de exacte korrelgrootte van een piek of meting, maar deze laten wel toe om de trends te bespreken (in de Tabellen 11-16 wordt telkens weergegeven of de gemeten signaal/ruis-verhouding goed, matig of slecht was).



Figuur 39: Korrelgroottemeting met een slechte signaal (groen)/ruisverhouding (rood)
Bron: Eigen onderzoek



Figuur 40: Korrelgrootteverdeling met een matige signaal (groen)/ruisverhouding (rood)
Bron: Eigen onderzoek



Figuur 41: Korrelgrootteverdeling met een goede signaal (groen)/ruisverhouding (rood)
Bron: Eigen onderzoek

De eerste en tweede aftapping van de Gete worden gekenmerkt door een bimodale korrelverdeling (Figuur 42). Dit kan verklaard worden door aggregatie van de fijne partikels aan de grove partikels, ook op Figuur 28 werd reeds waargenomen dat een grote hoeveelheid van de eerste aftapping bestond uit fijne partikels. De grofste deeltjes bij aftapping 2 zijn, zoals verwacht, fijner dan de grofste deeltjes van aftapping 1. Aftapping 3 wordt gekenmerkt door een kleinere korrelgrootte dan aftapping 4 en 5 en wordt eveneens gekenmerkt door een scheve verdeling naar de fijne fracties (Figuur 42). Aftappingen 4-8 kennen een gelijkaardig verloop. De pieken van aftapping 4 en 5 liggen zeer dicht bij elkaar (Figuur 42). Men kan eveneens waarnemen dat aftapping 4 meer grof en minder fijn materiaal bevat dan aftapping 5 (Figuur 42).

Op Figuur 42 werd eveneens de verwachte korrelgrootte (berekend met behulp van de wet van Stokes) en de gecorrigeerde verwachte korrelgrootte (volgens de empirische vergelijking van de bezinkingsbuis) geplot. De wet van Stokes en de empirische vergelijking schatten de partikels bij aftapping 1 kleiner dan deze die bekomen worden bij de eerste piek. Men kan dit ook waarnemen bij aftapping 2, waarbij de empirische vergelijking iets grovere partikels verwacht dan de wet van Stokes. De gecorrigeerde korrelgrootte die bekomen wordt bij aftapping 3 komt overeen met het kleinere piekje dat men kan waarnemen bij de grove fractie. Vanaf aftapping 4 kan men waarnemen dat de gecorrigeerde korrelgroottes zeer dicht bij elkaar liggen, en de afwijking met de gemeten korrelgroottes (met de Malvern Mastersizer) steeds groter wordt. Hier kan men zeggen dat de wet van Stokes de korrelgroottes beter voorspelt dan de empirische bezinkingsvergelijking van de buis. Dit kan te verklaren zijn door het feit dat de buis maar gekalibreerd is voor glaspereels tot 75 μm , waardoor langere bezinkingstijden voor kleinere glaspereels en eventuele afwijkingen voor deze kleinere deeltjes niet in rekening konden gebracht worden in de empirische bezinkingsvergelijking.

Aftapping 10 op de Figuur 42 geeft het sedimentrijk staal weer van het water dat zich nog in de bezinkingsbuis bevond na de 9 aftappingen. Dit staal sedimentrijk staal werd bekomen na het decanteren van het gecentrifugeerde restwater in een sedimentloos substaal (waarvan de blanco's werden genomen) en een sedimentrijk substaal. In de Figuur 42 kan men waarnemen dat de piek van aftapping 10 in de omgeving valt van aftapping 6, waardoor men kan stellen dat het restwater uit de buis grover materiaal dan aftappingen 7-9 bevat. Dit kan te verklaren zijn doordat het materiaal dat aan de bezinkingstrechter was blijven hangen tussen aftapping 7-9 bij het aftappen van al het water mee is gekomen, waardoor er een vertekend beeld wordt

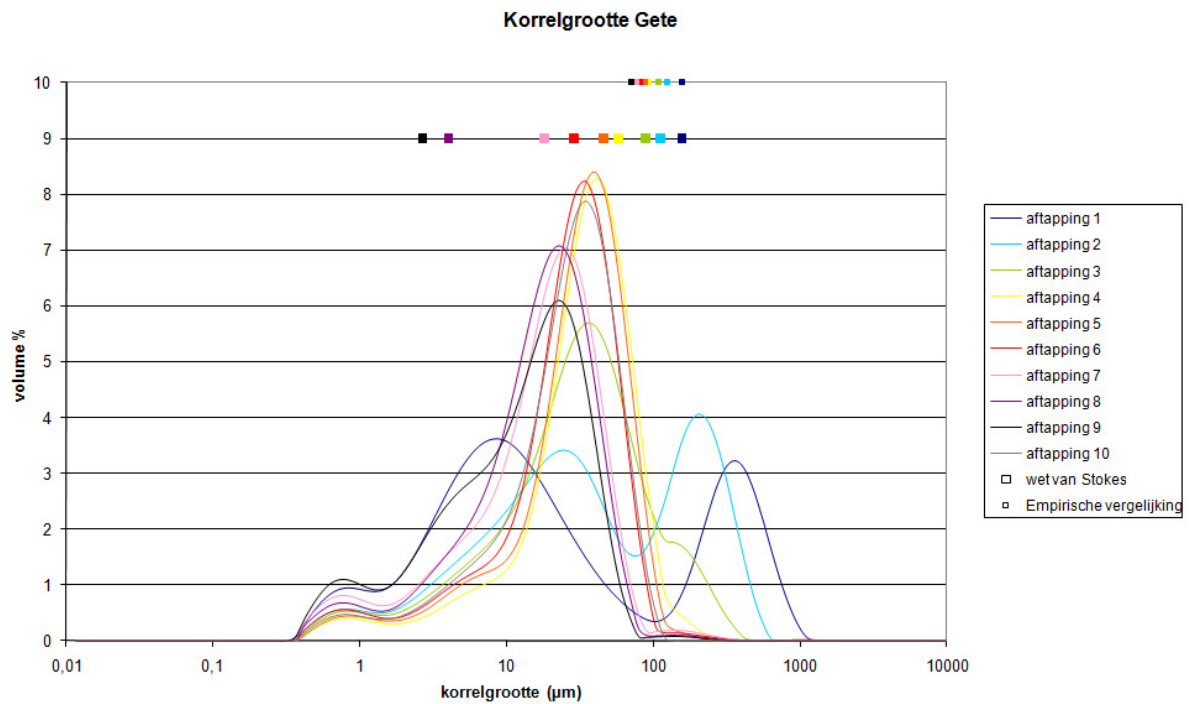
verkregen van de deeltjes die nog in de bezinkingsbuis aanwezig waren na de negen berekende aftappingen. Bij Figuur 43 kan men afleiden dat aftapping 10 een kleine hoeveelheid grof materiaal bevat, dit is te verklaren door de aanwezigheid van organisch materiaal daar de een grote hoeveelheid van dit grof materiaal verdwenen is op Figuur 42 waar er geen organisch materiaal meer aanwezig is. De piek van aftapping 10 valt in Figuur 43 net iets later dan de piek van aftapping 8.

Ondanks het feit dat de A1 stalen (betekenis zie Figuur 16) van de Gete gekenmerkt worden door een slechte signaal/ruisverhouding, met uitzondering van aftapping 4, is het wel mogelijk iets over de algemene patronen van de stalen te zeggen en ze te vergelijken met de composieten. Men moet bij deze figuur wel rekening worden gehouden met het feit dat er nog organisch materiaal aanwezig was wanneer deze stalen werden gemeten. Figuur 43 geeft eveneens aan dat de stalen gekenmerkt worden door een uitloper naar links. Aftapping 1 heeft hier ook een aandeel in de fijne fractie maar dit is veel minder uitgesproken dan bij de Figuur 42. De bimodale verdeling van aftapping 2 (Figuur 42) kan men slechts in zeer kleine mate terugvinden in Figuur 43. Men zou hier zelfs kunnen zeggen dat aftapping 2 wordt gekenmerkt door een zeer trage afname van het aandeel van de fijne korrelgroottefracties, wat resulteert in een lange uitloper naar links. De aftappingen 3-8 komen overeen met wat men verwacht. De korrelgroottepiek van deze fracties wordt bij elke aftapping namelijk kleiner, dit deel komt het best overeen met Figuur 42. Men kan echter op Figuur 43 waarnemen dat aftappingen 3-9 eveneens worden gekenmerkt door een kleine hoeveelheid sediment van de grove fractie. Het voorkomen van de kleine piek bij de grove fracties bij aftapping 3-9 kan verklaard worden door de aanwezigheid van organisch materiaal.

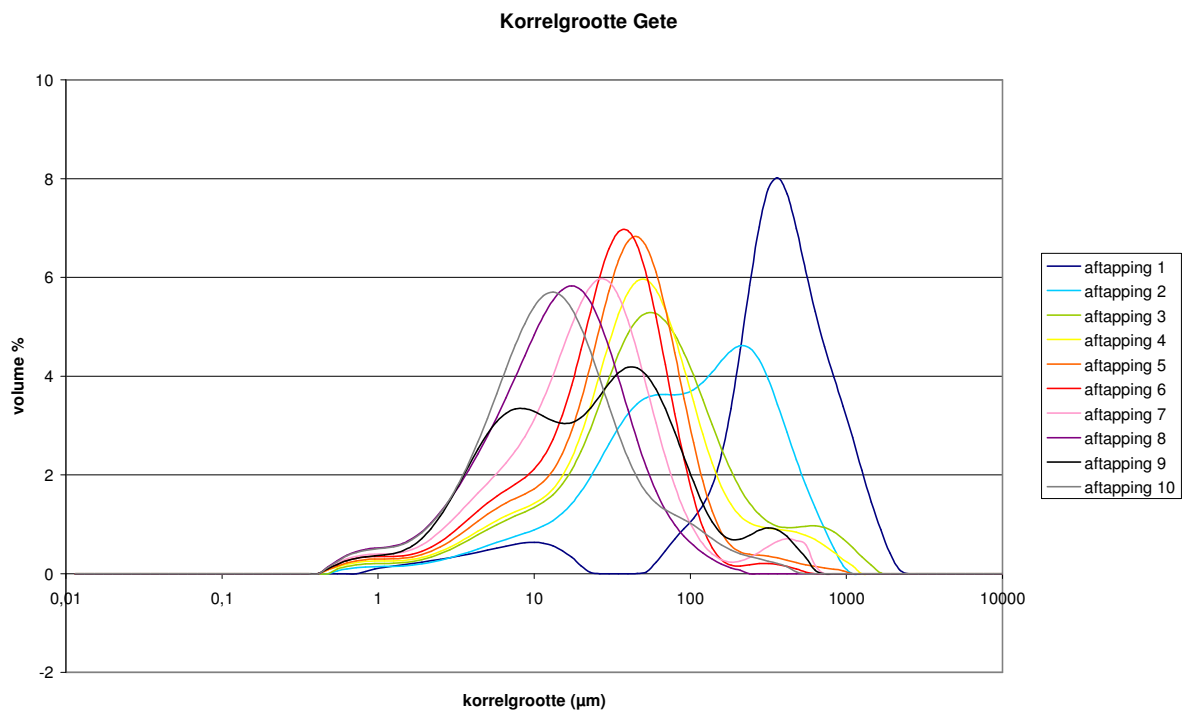
Tabel 11: Bepaling van de signaal/ruisverhouding van de verschillende fracties gebruikt bij het samenstellen van de korrelgroottecomposiet van de Gete (zonder organisch materiaal)

Bron: Eigen onderzoek

	fractie <63 μm	fractie >63 μm
Aftapping 1	goed	goed
Aftapping 2	goed	matig
Aftapping 3	matig	goed
Aftapping 4	goed	goed
Aftapping 5	goed	matig
Aftapping 6	goed	matig
Aftapping 7	goed	matig
Aftapping 8	goed	slecht
Aftapping 9	goed	goed



Figuur 42: Korrelgroottecompositie van de Gete (zonder organisch materiaal)
Bron: Eigen onderzoek



Figuur 43: Korrelgrootteverdeling van de Gete met organisch materiaal
Bron: Eigen onderzoek

Tabel 12: Bepaling van de signaal/ruisverhouding van de verschillende A1 substalen van de Gete (met organisch materiaal)

Bron: Eigen onderzoek

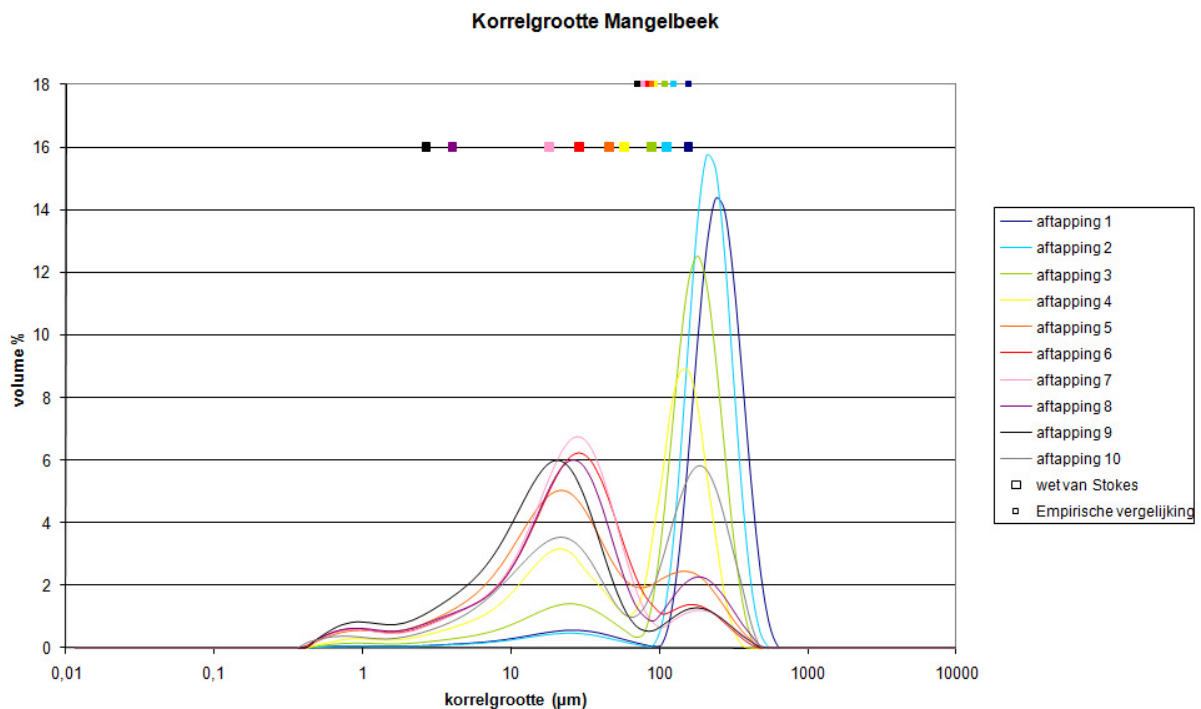
	substaal A1
Aftapping 1	slecht
Aftapping 2	slecht
Aftapping 3	matig
Aftapping 4	goed
Aftapping 5	matig
Aftapping 6	matig
Aftapping 7	matig
Aftapping 8	slecht
Aftapping 9	slecht

Aftapping 1-4 vertonen een steeds kleiner wordende korrelgroottepiek en nog een kleinere piek bij de fijne sedimentfractie (Figuur 44). Alle aftappingen worden gekenmerkt door een bimodaal verloop, waarbij dit niet bij alle fracties even uitgesproken is. Aftapping 6-9 worden gekenmerkt door een slechte signaal/ruisverhouding voor de grove fracties (Tabel 13). Alle aftappingen worden gekenmerkt door een scheefheid naar links (Figuur 44).

Bij de korrelgrootteanalyse van de Mangelbeek (Figuur 44) kan men eveneens waarnemen dat de empirische bezinkingsvergelijking de korrelgrootte van aftapping 1-3 kleiner schat dan de piek bij de grove fractie. De gecorrigeerde korrelgrootte van aftapping 4 komt ongeveer overeen met het dal dat men kan waarnemen bij de bimodale verdeling van deze aftapping. Bij de volgende aftappingen kan men, net als bij de Gete, een steeds groter wordende afwijking terugvinden tussen de gecorrigeerde en gemeten korrelgroottes. Bij de verwachte korrelverdelingen bepaald met de wet van Stokes kan men waarnemen dat de meerderheid van de gemeten korrelgroottes bij aftapping 1 en 2 reeds bezonken waren (op het kleine deeltje fijn materiaal na). De verwachte korrelgrootte bepaald met de wet van Stokes komt overeen met de piek van aftapping 6. De verwachte korrelgrootte bij aftapping 4 komt overeen met het minimum tussen de twee pieken. Bij aftapping 8 en 9 kan men waarnemen dat de verwachte korrelgroottes veel kleiner zijn dan deze werkelijk gemeten.

Aftapping 10 van de Mangelbeek (Figuur 44) wordt gekenmerkt door een bimodale verdeling. Een verklaring voor de piek bij de grove fracties werd niet gevonden, maar er werd uit de bepaling van de hoeveelheid organisch materiaal ook al gesuggereerd dat dit op de aanwezigheid van een grote hoeveelheid grof materiaal zou kunnen wijzen. Op Figuur 45 wordt aftapping 10 gekenmerkt door een mooie Gauss curve.

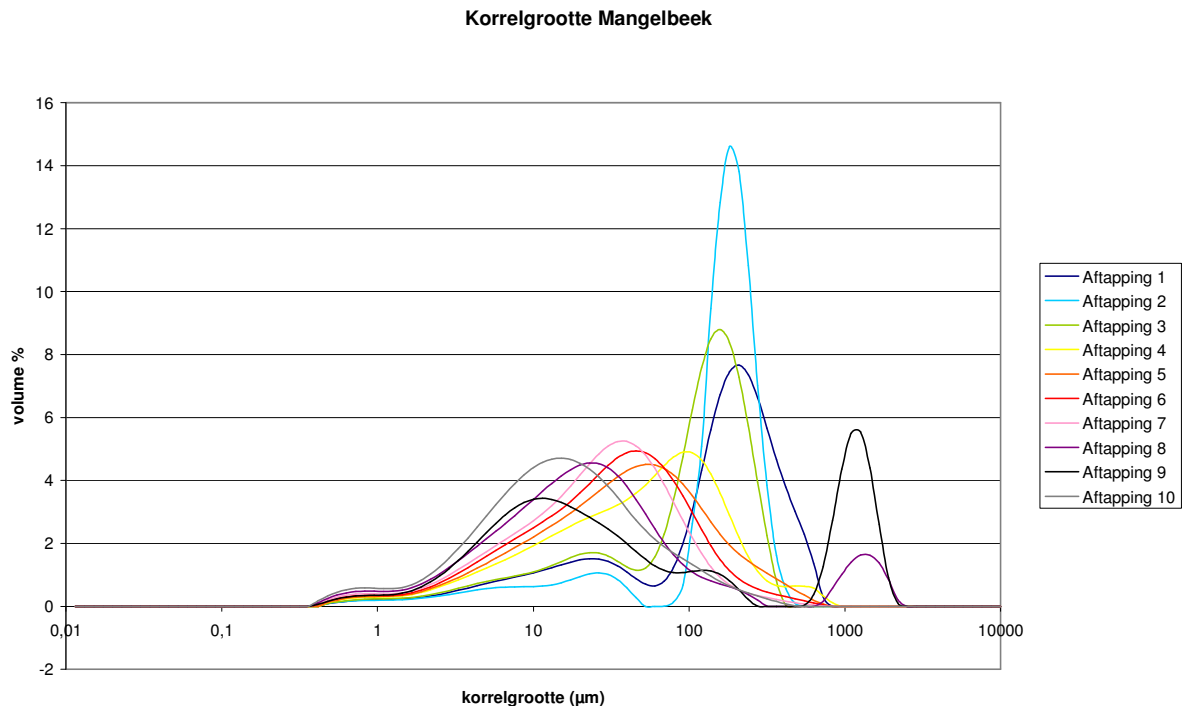
Bij de Mangelbeek had geen enkel van de A1 stalen een goede signaal/ruisverhouding. De pieken van de eerste drie aftappingsen liggen zeer dicht bij elkaar (Figuur 45). Ook kan men bij deze eerste drie aftappingsen een klein aandeel fijn materiaal waarnemen. Vanaf aftapping 4 kan men waarnemen dat korrelgroottes over een veel grotere range worden gemeten. Figuur 29 geeft aan dat vanaf aftapping 4 het aandeel van het fijn materiaal groter is dan 50% (vanaf aftapping 5 zelfs meer dan 80%). De grotere korrelgrootterange die bij deze aftappingsen gemeten wordt is te verklaren door de flocculatie die optreedt in de Mangelbeek.



Figuur 44: Korrelgroottecomposiet van de Mangelbeek (zonder organisch materiaal)
Bron: Eigen onderzoek

Tabel 13: Bepaling van de signaal/ruisverhouding van de verschillende fracties gebruikt bij het samenstellen van de korrelgroottecomposiet van de Mangelbeek (zonder organisch materiaal)
Bron: Eigen onderzoek

	fractie <63 µm	fractie >63 µm
Aftapping 1	matig	goed
Aftapping 2	goed	goed
Aftapping 3	goed	goed
Aftapping 4	goed	goed
Aftapping 5	goed	matig
Aftapping 6	goed	slecht
Aftapping 7	goed	slecht
Aftapping 8	goed	slecht
Aftapping 9	goed	slecht



Figuur 45: Korrelgrootteverdeling van de Mangelbeek met organisch materiaal
Bron: Eigen onderzoek

Tabel 14: Bepaling van de signaal/ruisverhouding van de verschillende A1 substalen van de Mangelbeek (met organisch materiaal)

Bron: Eigen onderzoek

	substaal A1
Aftapping 1	slecht
Aftapping 2	matig
Aftapping 3	slecht
Aftapping 4	matig
Aftapping 5	slecht
Aftapping 6	matig
Aftapping 7	matig
Aftapping 8	slecht
Aftapping 9	slecht

Aftapping 1 van de Demer (Figuur 46) wordt gekenmerkt door een zeer uitgesproken piek bij 240 µm. De piek die kan waargenomen worden bij de fijne fractie vormt geen uitgesproken piek, maar is redelijk afgevlakt. Aftapping 2 geeft een meer uitgesproken bimodale korrelverdeling weer. De eerste piek is bij deze aftapping gesitueerd rond 182 µm, de tweede piek bevindt zich rond 4 µm. Bij aftapping 3 kan men eveneens een bimodaal verloop terugvinden. De grove fractie piek situeert zich hier rond 138 µm en de fijne fractie piekt rond 7,5 µm. Aftapping 4 wordt gekenmerkt door twee korter op elkaar volgende pieken, gevolgd door een uitloper naar links. Aftappingen 5, 6 en 7 kennen een gelijklopend verloop. Deze

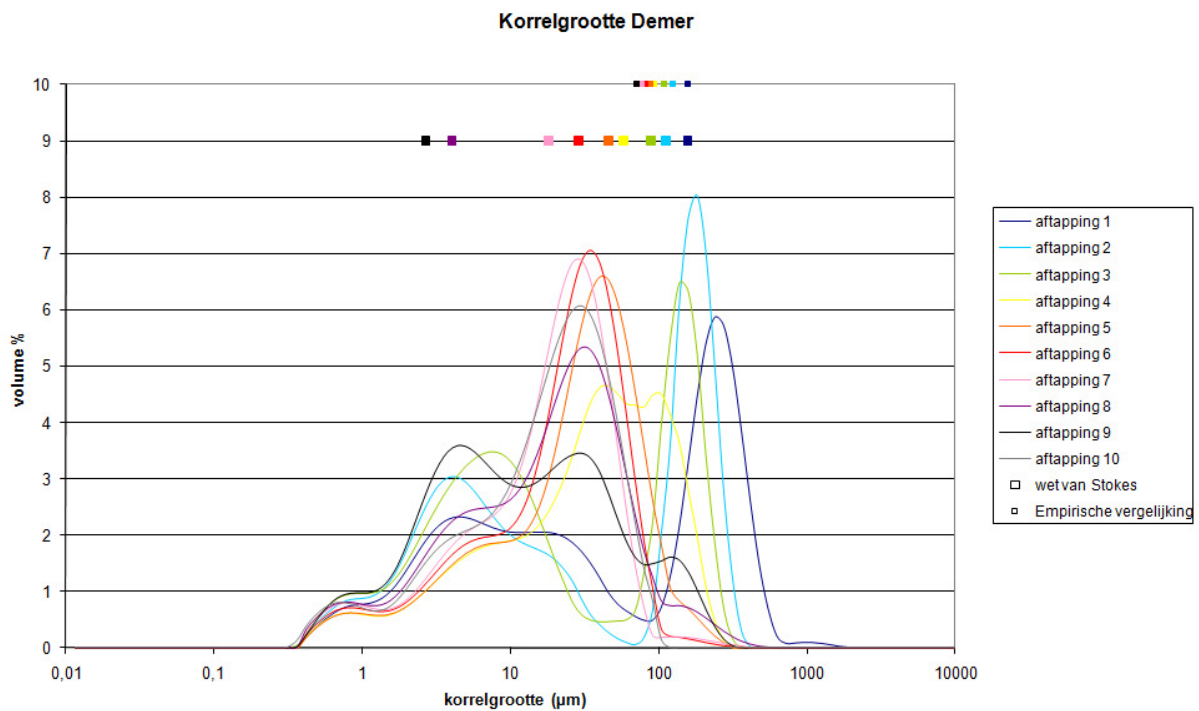
aftappingen hebben hun pieken op respectievelijk 45,7; 34,7 en 30 μm , eveneens kan men een uitloper naar links waarnemen bij deze aftappingen. De piek van aftapping 8 wordt teruggevonden rond 30,2 μm . Dit impliceert dat aftapping 8 bestaat uit grover materiaal dan aftapping 7. Ook het aandeel grove deeltjes van deze aftapping is grover dan aftapping 6 en 7, zoals bijvoorbeeld bij korrelgrootte 158 μm (Figuur 46). Bij de fijne fractie kent aftapping 8 een gelijkaardig verloop als de aftappingen 5-7, maar het aandeel van de aftapping 8 is belangrijker bij de korrelgrootte <10 μm . Aftapping 9 kent een trimodale verdeling. Men vindt hier nog een redelijk groot aandeel bij de grovere fracties. Dit is tegen de verwachting in aangezien men bij aftapping 9 de kleinste korrelgroottes verwacht.

De pieken van aftappingen 1-3 (Figuur 46) vallen vroeger dan de korrelgrootte die verwacht wordt door de wet van Stokes en de gecorrigeerde met behulp van de empirische bezinkingsvergelijking. Bij aftapping 4 valt de gecorrigeerde korrelgrootte samen met de piek die wordt teruggevonden bij de grootst gemeten korrelgroottes. De korrelgrootte berekend met de wet van Stokes komt overeen met het minimum dat bij deze aftapping bereikt wordt tussen de twee pieken. Vanaf aftapping 5 zijn de gecorrigeerde korrelgroottes veel groter dan diegene die werkelijk gemeten worden. De pieken van aftapping 4 en 5 vallen bijna samen met de korrelgrootte die men verwacht op basis van de wet van Stokes. De verwachte korrelgrootte van aftapping 8 komt ongeveer overeen met de afvlakking die men kan waarnemen rond een korrelgrootte van 6 μm . De verwachte korrelgrootte van aftapping 9 komt overeen met de fijnste korrelgroottepiek van de trimodale korrelgrootteverdeling.

Aftapping 10 van de Demer wordt gekenmerkt door een zeer grote hoeveelheid sediment van de fijne fractie (Figuur 46), men kan dus stellen dat de suggestie die werd gemaakt in 4.2.3 Het organisch materiaal gehalte correct was. In Figuur 47 wordt aftapping 10 gekenmerkt door een gaussiaans verloop.

Bij de afgechurnde stalen van de Demer was geen enkel staal dat voldeed aan de 10/1 signaal/ruisverhouding. Ondanks het feit dat de ruis bij alle stalen te hoog was, kon men toch een vergelijking maken met de composieten. Aftapping 1 wordt gekenmerkt door een trimodale verdeling (Figuur 47). Men kon twee pieken waarnemen bij de grove fractie en een kleinere piek bij de fijne fractie. Het feit dat de kleine piek van zeer grof materiaal kan teruggevonden worden bij alle aftappingen op Figuur 46 kan verklaard worden door de aanwezigheid van organisch materiaal in de geteste stalen die werden weergegeven op Figuur

47. Aftappingen 3-8 worden gekenmerkt door een enkele piek met een afnemende korrelgrootte tussen 100 en 10 μm . De pieken schuiven bij elke aftapping op naar links.



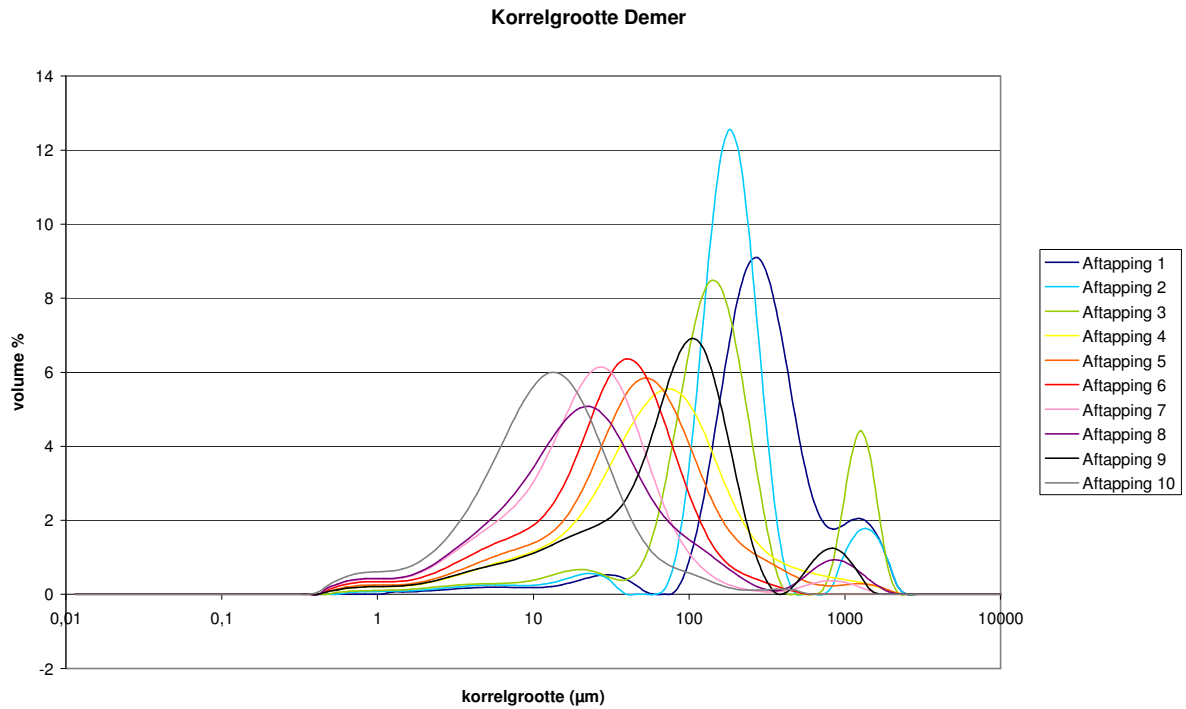
Figuur 46: Korrelgroottecomposiet van de Demer (zonder organisch materiaal)

Bron: Eigen onderzoek

Tabel 15: Bepaling van de signaal/ruisverhouding van de verschillende fracties gebruikt bij het samenstellen van de korrelgroottecomposiet van de Demer (zonder organisch materiaal)

Bron: Eigen onderzoek

	fractie <63 μm	fractie >63 μm
Aftapping 1	goed	goed
Aftapping 2	goed	goed
Aftapping 3	goed	goed
Aftapping 4	goed	goed
Aftapping 5	goed	goed
Aftapping 6	goed	goed
Aftapping 7	goed	slecht
Aftapping 8	goed	goed
Aftapping 9	goed	goed



Figuur 47: Korrelgrootteverdeling van de Demer met organisch materiaal
Bron: Eigen onderzoek

Tabel 16: Bepaling van de signaal/ruisverhouding van de verschillende A1 substalen van de Demer (met organisch materiaal)
Bron: Eigen onderzoek

	substaal A1
Aftapping 1	slecht
Aftapping 2	slecht
Aftapping 3	slecht
Aftapping 4	matig
Aftapping 5	matig
Aftapping 6	matig
Aftapping 7	matig
Aftapping 8	matig
Aftapping 9	matig

5. BESLUIT

Men kan stellen dat het sediment dat in Aarschot gemeten wordt een combinatie van kenmerken heeft van alle bijrivieren die in de Demer terecht gekomen zijn. In de rivier treden daarnaast nog tal van processen op. Bij te trage stroming zal een deel van het sediment op de rivierbodem terecht komen, bij snellere stromingen zal hersuspensie optreden van het bodemsediment.

De sedimentfingerprinting focust op de fijnere fractie (<63 μm), omdat deze fractie de grootste kans heeft om in suspensie te blijven gedurende het hele traject. Afhankelijk van het riviersysteem is dit echter niet steeds zo. Daarom wordt in de literatuur vaak gewezen op de noodzaak om correcties op sortering te maken. Het in kaart brengen en beter begrijpen van de sorteringsmechanismen was dan ook een doelstelling van deze masterproef. De thesis beoogde eveneens in zijn opzet de gevolgen van sortering op de chemische samenstelling van het sediment te kunnen inschatten. De gevolgde werkwijze is gericht op het bepalen van de fysische parameters van het sediment en beoogt tegelijk het chemisch onderzoek eraan te koppelen.

Het sedimentatieproces werd bestudeerd door het uitvoeren van bezinkingsproeven. Hierin legt men de stroming van de rivier stil en kijkt wat er achtereenvolgens sedimenteert. Men bepaalt hoeveel sedimenteert en wat de karakteristieken van het sediment zijn. In normale omstandigheden verwacht men dat eerst de grove fracties bezinken en geleidelijk aan de fijnere fractie. Deze aanname is gebaseerd op de wet van Stokes die uitgaat van bolvormige korrels met een constante dichtheid. Fenomenen als flocculatie, aggregatie van fijne korrels aan grove korrels zijn niet vervat in de wet van Stokes, waardoor een theoretische benadering onvoldoende is en experimenten dienen uitgevoerd te worden met natuurlijk sediment in natuurlijk rivierwater om het chemisch evenwicht tussen het sediment en het water niet te verstoren.

Er werd een bezinkingsbuis geconstrueerd, die in de mate van het mogelijke werd gekalibreerd met glasparsels en werd gebruikt om de bezinking van natuurlijk sediment in rivierwater te bestuderen.

Op vooraf berekende tijdstippen werd het bezonken sediment afgetapt, dat de bezinking gedurende een bepaald tijdsinterval vertegenwoordigt. Indien men ervan uitgaat dat alles wat reeds bezonken was in de vorige aftappingen verdwenen is, dan mag men verwachten dat de grove fractie verdwenen is na een aantal aftappingen. Dit is echter niet het geval. Eveneens valt het op dat reeds bij de eerste aftappingen een niet onbelangrijke hoeveelheid fijn materiaal is meegekomen, waardoor de curve bimodaliteit vertoont. Tevens sedimenteert nog steeds grof materiaal bij de laatste aftappingen. Dit kan een combinatie zijn van volgende factoren:

- De sedimentatiebuis die niet naar behoren functioneert
- Flocculatie die ervoor zorgt dat veel fijn materiaal bezinkt onder de vorm van vlokken die tijdens de korrelgroottemeting uit elkaar vallen
- Flocculatie kan ook grovere partikels hechten aan organisch materiaal en voor tragere bezinkingstijden zorgen, wat de grovere fracties in latere aftappingen kan verklaren
- Aggregatie waarbij fijn materiaal aan grof materiaal vasthangt

Hoeveelheid afgetapt sediment per aftapping

De verschillende rivieren worden gekenmerkt door een duidelijk verschil in de hoeveelheid opgevangen materiaal bij de verschillende aftappingen. De curves mogen niet kwantitatief met elkaar vergeleken worden want de staalname had als doel het sediment aan te rijken, omdat werken met werkelijke hoeveelheden sediment een nog veel grotere sedimentatiebuis zou vereisen. Het is hierbij dan ook voorbarig om conclusies te trekken uit het patroon van de proef voor de Demer als een combinatie van de instroom van rivieren zoals de Gete en de Mangelbeek. Men kan echter wel voorspellen dat de input van andere rivieren uit het zuiden gelijkenissen zullen vertonen met de Gete en rivieren uit het noorden gelijkenissen zullen vertonen met de Mangelbeek. Het relatieve aandeel van de noordelijke en zuidelijke rivieren is niet geweten, dit viel buiten de scope van dit onderzoek. Men kan dus ook niet inschatten of het Demerstaal een weerspiegeling is van dit aandeel.

Bij de Gete is aftapping 4 de dominante aftapping (fractie $<63 \mu\text{m}$), bij de Mangelbeek wordt de belangrijkste hoeveelheid sediment opgevangen bij aftapping 6 (fractie $<63 \mu\text{m}$). Men kan hier stellen dat het materiaal in de Gete wellicht iets grover is. De afkomst uit het erosiegevoelige lössgebied doet vermoeden dat heel wat lössfractie in de rivier aanwezig is. De Mangelbeek is afkomstig uit een zandig gebied. Bij de monding zal de grove zandfractie

ondertussen al grotendeels gesedimenteerd zijn, waardoor het enkel de fijnere fracties zijn die in suspensie blijven. Aangezien men mag aannemen dat de Mangelbeek veel authigeen sediment bevat, dat in belangrijke mate flocculeert, moet men zich afvragen bij welke aftappingen we dergelijk materiaal terugvinden. Ondanks het feit dat, indien we de wet van Stokes theoretisch toepassen, men enkel materiaal groter dan $63\ \mu\text{m}$ verwacht in de aftappingen 1-3, kan men ook hier reeds relatief veel fijn materiaal waarnemen. Dit geeft aan dat wellicht relatief grote vlokken werden gevormd die reeds bij de eerste aftappingen konden opgevangen worden. De Mangelbeek-fractie $>63\ \mu\text{m}$ bevindt zich vooral in de eerste drie aftappingen, zoals verwacht, indien men uitgaat van het feit dat al het sediment van de fijne fractie werd weggezeefd. De Demer te Aarschot geeft voor de fractie $<63\ \mu\text{m}$ eveneens een verhoging rond aftapping 4, wat op de invloed van de zuidelijke rivieren kan wijzen, maar vooral de volgende aftappingen (inclusief aftapping 6) geeft veel sediment aan.

Het aandeel van de verschillende fracties per aftapping

Wanneer de informatie wordt samengebracht van de verschillende proeven op respectievelijk de fractie kleiner en groter dan $63\ \mu\text{m}$ kan men vaststellen dat in zowel de Gete, Mangelbeek als Demer in de aftappingen 4 tot 9 nog grof materiaal aanwezig is, zelfs na een lange bezinkingstijd wordt nog grof materiaal afgezet. De opmerking dient hierbij echter gemaakt te worden dat niet al het materiaal dat als grof wordt weergegeven op de Figuren 28-30 echt grof is. Uit de korrelgrootteanalyses uitgevoerd op de grove fractie kon afgeleid worden dat in een aantal gevallen nog materiaal van de fijne fractie aanwezig was in deze fractie. Dit heeft als gevolg dat men een onderschatting krijgt van de hoeveelheid aanwezig fijn materiaal en een overschatting van de hoeveelheid grof materiaal binnen een bepaalde aftapping.

Ondanks bovenstaande vaststellingen krijgt men voor de verschillende rivieren een ander beeld. In de Gete bijvoorbeeld sedimenteert reeds in de eerste drie aftappingen veel fijner materiaal. De korrelgrootteverdelingen voor de verschillende stalen dragen bij tot een verklaring voor de verschillen. Volgende verklaringen zijn mogelijk:

- Fijn materiaal sedimenteert in de buis te vroeg door vlokvorming. Deze lijkt belangrijker te zijn in de Gete en de Demer, hoewel men net meer flocculatie verwacht (inclusief vlokken die reeds bij de eerste aftappingen bezinken) in de Mangelbeek
- Een andere mogelijke verklaring is dat in de Mangelbeek een significante hoeveelheid echt grof materiaal aanwezig is (zandfractie) in de geconcentreerde sedimentoplossing

waardoor de verhouding natuurlijk beïnvloed wordt in vergelijking met de Gete en de Demer waar minder echt grof materiaal aanwezig is.

- Een fout in een van de fracties heeft gevolgen voor de verhouding

Korrelgroottes per aftapping

De analyse van de korrelgrootteverdelingen toont aan dat de sortering van het sediment per aftapping redelijk slecht is en dat er korrelgroottes worden verkregen (zowel fijn als grof) bij aftappingen waar men ze niet verwacht. De korrelgroottebepalingen werden uitgevoerd op stalen waarvan het organisch materiaal reeds verwijderd was.

Voor alle rivieren blijkt er een kleine fractie $>63 \mu\text{m}$ door de mazen van de zeef te zijn geglipt. Dit kan echter ook te wijten zijn aan de meetmethode van de Mastersizer, stel dat men een niet sferisch deeltje heeft dat op zijn kleinste kant ongeveer $63 \mu\text{m}$ groot is, dan wordt dit deeltje door de Mastersizer omgezet tot een sferisch deeltje met hetzelfde volume als het niet sferisch deeltje, maar met een diameter die groter is dan $63 \mu\text{m}$.

Fractie $<63 \mu\text{m}$

Bij de *Gete* wordt veel fijn materiaal waargenomen bij de aftappingen 1 en 2, waardoor deze niet beantwoorden aan de verwachtingen die stellen dat eerst de grofste fracties sedimenteren en pas later de fijnste. Omdat elke proef slechts één keer werd uitgevoerd bestaat de mogelijkheid dat deze metingen een fout bevatten. Aftappingen 3-6 vertonen slechts kleine verschuivingen naar fijnere fracties.

De *Mangelbeek* vertoont nauwelijks differentiatie tussen de verschillende aftappingen. De verschillende valsnelheden van de stalen vertonen analoge korrelgrootteverdelingen die enkel verklaard kunnen worden door flocculatie. Dit betekent dat wellicht chemisch ook niet veel zal wijzigen in de samenstelling van het sediment, tenzij de reden voor de vroegere sedimentatie chemisch is.

Bij de *Demer* kan men het fenomeen waarnemen dat bij de aftappingen 1-3 zeer fijn materiaal wordt waargenomen, dit is een analoog verschijnsel als voor de Gete. De aftappingen 4-8 hebben hun piek in de lössfractie en verschillen enkel van elkaar door een toenemende fijne fractie van klei en fijn silt.

Het ontbreken van grof siltig materiaal in de fractie 100-40 μm bij de eerste aftappingen van de Gete en de Demer kan enkel verklaard worden wanneer flocculatie van fijn materiaal in rekening wordt gebracht.

Fractie >63 μm

Bij de *Gete* valt op dat een groot aandeel van de korrelverdeling kleiner is dan 63 μm ondanks de voorafgaande zeving. Dit is simpelweg te verklaren door het onvoldoende zeven van de stalen. In de eerste drie aftappingen kan eveneens een zandfractie worden waargenomen.

In de *Mangelbeek* kan men niet alleen zandfractie waarnemen in aftappingen 1-3, maar ook in de latere aftappingen was er een hoeveelheid zand aanwezig. Verschillen in dichtheid en flocculatie kunnen een verklaring zijn voor het niet even snel sedimenteren van de zandfractie. De fracties grof materiaal die in Figuur 29 werden weergegeven blijken wel degelijk aanwezig in de latere aftappingen.

De korrelgrootteverdeling van de *Demer* per aftapping vertoont een duidelijke aanwezigheid van fijn materiaal, wat aanleiding geeft tot het ontstaan van bimodale curves. Ook de aanwezigheid van de zandfractie kan duidelijk waargenomen worden.

Composietstalen

Het gebruik van de composietstalen lost het probleem van de slechte zeving op. De fijne fractie die verkeerdelijk bij de grove fractie was terechtgekomen wordt bij de composieten opgeteld bij de andere fijne fractie. Hierdoor krijgt men een totaalbeeld van de korrelgrootteverdeling per aftapping. In een aantal gevallen komt de bimodale structuur veel sterker naar voor dan wanneer men de fracties apart voorstelt.

De hoeveelheid organisch materiaal per aftapping

Op de Figuren 42-47 werd er een vergelijking gemaakt tussen de composietstalen inclusief en exclusief het organisch materiaal. Hieruit kan een verband worden gezocht tussen de hoeveelheid organisch materiaal per aftapping en wanneer het organisch materiaal met een bepaalde korrelgrootte bezinkt.

De Gete wordt gekenmerkt door organisch materiaal met een vrij grove korrelgrootte. De Mangelbeek daarentegen heeft een belangrijke grove fractie organisch materiaal in de aftapping 9, terwijl ook in de grove fractie van aftapping 1 veel organisch materiaal kan worden waargenomen. De Demer wordt voor een aantal aftappingen (1, 2, 3, 8 en 9) gekenmerkt door een grove staart in de korrelgrootteverdeling rond 1000 μm die kan verklaard worden door de aanwezigheid van organisch materiaal.

Uit de Figuren 28-30 blijkt dat het procentuele aandeel van organisch materiaal groter is voor de bestudeerde fractie fijner dan 63 μm ten opzichte van de grovere fractie.

De loss on ignition van de Mangelbeek- en Demerstalen is sterk vergelijkbaar voor alle fracties afgetapt tijdens de proef, althans voor de fractie <63 μm . De LOI van de Gete ligt lager voor de fractie <63 μm . De LOI van de fracties >63 μm lijkt in de eerste plaats chaotischer, maar ook hier kan een gelijkaardig patroon voor Mangelbeek en Demer worden waargenomen. De Gete wordt hier eveneens gekenmerkt door een lagere LOI.

Organisch materiaal kan eveneens chemisch een invloed uitoefenen. Stalen die gekenmerkt worden door een gelijkaardige fijne fractie, maar een andere verdeling aan organisch materiaal geassocieerd aan deze fijne fractie zouden chemische verschillen kunnen geven.

De dichtheid van het sediment per aftapping

Een nauwkeurige bepaling van de dichtheid van de afgetapte sedimentfracties werd bemoeilijkt door de te geringe aanwezigheid van sediment. De resultaten van deze metingen moeten dus eerder beschouwd worden als indicatief.

Besluitende beschouwingen over de waarde van deze parameters voor de sedimentfingerprinting.

Men kan stellen dat de korrelgrootteverdelingen, het organisch materiaal en de dichtheid een potentieel bezitten voor de toepassing als een aantal parameters om sedimentfingerprinting te kunnen realiseren. In elk van de voorgaande paragrafen werd op het verband gewezen waarbij steeds wordt aangenomen dat X% van de kenmerken van de Mangelbeek (en andere noordelijke bijrivieren) + Y% van de kenmerken van de Gete (en andere zuidelijke

bijrivieren) = de kenmerken van de Demer ± andere effecten zoals sortering. Fingerprinting moet het mogelijk maken de X en Y (die zowel tijd- als omstandigheidgerelateerde formules kunnen zijn) te bepalen zodat de samenstelling van de Demer te Aarschot een indicatie kan geven van de invloeden van de verschillende beken.

Besluitende beschouwingen over de methode die werd toegepast

De toegepaste methode had als doel het gecombineerd onderzoek van zowel fysische parameters (korrelgrootte, organisch materiaal, SSC en dichtheid) als van chemische karakteristieken. Dit ter ondersteuning van de fingerprinting enerzijds en anderzijds ter onderbouwing van het fenomeen sortering. Deze combinatie vergde een complexe werkwijze die veel tijd en experimenteel vooronderzoek heeft gevegd waardoor de link tussen de fysische parameters en de chemie nog niet werd gerealiseerd. Het uittesten van een methode kan gezien worden als een proces van vallen en opstaan waarbij onderweg onverwachte hindernissen optreden die lange aanpassingen vergen. Omdat het onderzoek kadert in een breder programma van sedimentonderzoek in rivieren, waaronder de methode van de fingerprinting, is het niet voltooiën van de link tussen de fysische parameters en de chemie geen nadeel. Het heeft de inzichten en de complexiteit van verschillende processen in de verf kunnen zetten. Het dient dus duidelijk te zijn dat de werkwijze nog verschillende keren herhaald zal moeten worden voor het tot een echt protocol kan evolueren waarbij minder geslaagde onderdelen kunnen weggelaten worden.

Volgende aanbevelingen en opmerkingen kunnen nog gemaakt worden rond de methode:

- Men moet zorgen voor voldoende sediment, het opsplitsen in vele substalen dient men te vermijden. Tevens levert werken met kleine hoeveelheden grote fouten op
- Het leggen van de focus op de fractie kleiner dan 63 µm lijkt een logische suggestie maar het feit dat de fractie grover dan 63 µm toch nog als een aanzienlijk fijne fractie aanwezig is moet nog beter begrepen worden indien men deze fractie volledig buiten beschouwing wil laten
- Men dient nog beter te zeven, indien men een goed gescheiden fractie >63 µm wil bekomen
- De methode is niet geschikt om in de routine vele malen herhaald te worden in een korte tijd, om statistisch verantwoorde resultaten te krijgen. De operator heeft tevens een grote kans op het maken van fouten door de complexiteit van de methode.

- Men zou moeten uitkijken naar een grotere sedimentatiebuis en een bemonsteringsmethode die het mogelijk maakt om preciezere fracties te bemonsteren. Het aftappen en moeten corrigeren van de bezinkingshoogte, alsook het mengen van meerdere fracties is niet ideaal.
- Men zou op een ondubbelzinnige wijze moeten kunnen aantonen dat materiaal flocculeert en wat de korrelgrootte van deze vlokken is. Hierbij zou gebruik kunnen gemaakt worden van een visuele techniek (zoals fotografie, korrelgroottemeting) langsheen de sedimentatiebuis waarbij de water-sedimentkolom niet steeds hoeft verstoord te worden door processen als aftapping.

6. REFERENTIELIJST

- Amptek Inc. (2010) *X-ray Fluorescence (XRF)*.
<http://www.amptek.com/xrf.html>
Geraadpleegd op: 20/04/2010.
- Belien, H. (2006) *Studie van geflocculeerd ijzerhoudend sediment in de Kleine Nete*. Onuitgegeven scriptie – Universiteit Gent: Faculteit Ingenieurswetenschappen.
- Berckmans, J. (2005) *Suspensietransport in het Demerbekken: een verband met de geologische gesteldheid?* Onuitgegeven scriptie - Universiteit Gent: Vakgroep Geologie en Bodemkunde.
- Caitcheon, G.G. (1993) “Sediment source tracing using environmental magnetism: a new approach with examples from Australia”. *Hydrological Processes*. 7 (4), 349-358.
- Collins, A.L., Walling, D.E., Leeks, G.J.L. (1997) “Source type ascription for fluvial suspended sediment based on a quantitative composite fingerprinting technique”. *Catena*. 29 (1), 1-27.
- Collins, A.L., Walling, D.E., Leeks, G.J.L. (1998) “Fingerprinting the origin of fluvial suspended sediment in larger river basins: combining assessment of spatial provenance and source type”. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*. 79 A (4), 239-254.
- Collins, A.L., Walling, D.E., Sickingabula, H.M. (2001) “Suspended sediment source fingerprinting in a small tropical catchment and some management implications”. *Applied Geography*. 21 (4), 387-412.
- Collins, A.L., Walling, D.E., Webb, L., King, P. (2010) “Apportioning catchment scale sediment sources using a modified composite fingerprinting technique incorporating property weightings and prior information”. *Geoderma*. 155 (3-4), 249-261.
- De Bruyn, L., De Schutter, J., Mostaert, F., Cools, G. (2009a) *Instructie: Centrifugeren – I-WL-PP31-2 Versie 01*. Antwerpen: Waterbouwkundig Laboratorium.
- De Bruyn, L., De Schutter, J., Mostaert, F., Cools, G. (2009b) *Instructie: Vriesdrogen – I-WL-PP31-3 Versie 01*. Antwerpen: Waterbouwkundig Laboratorium.
- Droppo, I.G., Leppard, G.G., Liss, S.N., Milligan, T.G. (Eds.) (2005) *Flocculation in Natural and Engineered Environmental Systems*. Florida: CRC Press
- He, Q., Walling, D.E. (1996) “Interpreting particle size effects in the adsorption of ¹³⁷Cs and unsupported ²¹⁰Pb by mineral soils and sediments”. *Journal of Environmental Radioactivity*. 30 (2), 117-137.

- Horowitz, A.J., Elrick, K.A. (1987) “The relation of stream sediment surface area, grain size and composition to trace element chemistry”. *Applied Geochemistry*. 2 (4), 437-451.
- Horowitz, A.J. (1991) *A Primer on sediment-trace element chemistry. Second edition.* Michigan: Lewis Publishers, Inc.
- Horowitz, A.J., Smith, J.J., Elrick, K.A. (2001) *Selected laboratory evaluations of the whole-water sample-splitting capabilities of a prototype fourteen-liter Teflon® churn splitter.*
<http://pubs.usgs.gov/of/2001/ofr01-386/>
Geraadpleegd op 21/05/2010
- Integraal Waterbeleid (2008) *Het bekkenbeheerplan van het Demerbekken (2008-2013).* *Integraal waterbeleid in de praktijk.*
http://www.bekkenwerking.be/documenten/vastgestelde-bekkenbeheerplannen-2008-2013/9_demerbekken
Geraadpleegd op: 20/04/2010
- Krause, A.K., Franks, S.W., Kalma, J.D., Loughran, R.J., Rowan, J.S. (2003) “Multi-parameter fingerprinting of sediment deposition in a small gullied catchment in SE Australia”. *Catena*. 53 (4), 327-348.
- Krumbein, W., Pettijohn, F. (1938) *Manual of sedimentary petrography.* New York: Appleton-Century-Crofts, Inc.
- Lane, S.L., Flanagan, S., Wilde, F.D. (2002) “National field manual for the collection of water-quality data: Selection of equipment for water sampling”. In: Wilde, F.D., Radtke, D.B., Gibs, J., Iwatsubo, R.T. (Eds.) *Techniques of Water-Resources Investigation - Book 9.* Denver: US Geological Survey, pp. 1-125.
- Malvern Instruments Ltd. (2007) *Mastersizer 2000 User Manual – Mano384 Issue 1.0.* Worcestershire: Malvern Instruments Ltd.
- Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH. (2007) *Operation Manual Freeze Dryer – Gamma 1-16 LSC/ Gamma 2-16 LSC.* Osterode: Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH.
- Matthijs, J. (1999) *Kaartblad 25 Hasselt. Toelichtingen bij de geologische kaart van België – Vlaams Gewest.* Brussel: Belgische Geologische Dienst en Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie.
- Michelin (2009) *Maps*
<http://www.viamichelin.nl/>
Geraadpleegd op 20/05/2010

- Micromeritics Instrument Corporation (2007) *AccuPyc II 1340 for Windows – Operator’s Manual v1.02*. Norcross: Micromeritics Instrument Corporation.
- PANalytical B.V. (2002) *Principles of x-ray fluorescence*. Eindhoven: PANalytical B.V.
- Pannekoek, A.J., van Straaten, L.M.J.U. (Red.) (1992) *Algemene geologie*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Rickly Hydrological Company (2009) *Churn Sample Splitter*.
<http://www.rickly.com/sai/ChurnSplitter.htm>
Geraadpleegd op: 05/04/2010.
- Thomas, P. (2004) *De overstromingsvoorspeller van de Demer. Computermodellering als methode, hoogwaterbeheer als doel*.
http://publicaties.vlaanderen.be/docfolder/7125/Overstromingsvoorspeller_Demer.pdf
Geraadpleegd op: 28/03/2010.
- Van Meel, K., Vanlierde, E., Collins, A.L., De Cooman, W., Makarovska, Y., Mostaert, F., Jacobs, P., Van Grieken, R. (2008) “EDXRF for fingerprinting fine-grained sediment sources in the Demer basin, Belgium”. In: Fazinic, S., Jaksic, M. (Eds.) *European Conference on X-Ray Spectrometry, 16th – 20th June 2008, Cavtat, Dubrovnik, Croatia: Book of abstracts*. Dubrovnik: Cavtat, pp.77.
- Van Meel, K. (2009) *Application of High-energy Polarized-beam Energy-dispersive X-ray Fluorescence for Industrial and Environmental Purposes*. Proefschrift voorgelegd tot het behalen van de graad van Doctor in de Wetenschappen aan de Universiteit Antwerpen – Universiteit Antwerpen: department Chemie.
- Vanlierde, E., De Schutter, J., Meys, J.F.A., Mostaert, F., Jacobs, P. (2005) “Contributions of authigenic iron compounds to fluvial suspended sediment concentrations and fluxes in the Nete sub-basin, Belgium.” In: Walling, D.E., Horowitz, A.J. (Eds.) *IAHS publication 291: Sediment Budgets 1*. Oxfordshire: IAHS Press, pp.54-63.
- Vanlierde, E., Collins, A. L., Mostaert, F., Berckmans, J., Van Grieken, R., Jacobs, P. (2006) “Fingerprinting the origin of fluvial suspended sediment in the Demer basin, Belgium: a preliminary assessment of spatial provenance”. In: *Geophysical Research Abstracts, Vol. 8, 04086, 2006, EGU General Assembly, Vienna, Austria 02-07 April 2006*.
- Vanlierde, E., De Schutter, J., Jacobs, P., Mostaert, F. (2007a) “Estimating and modeling the annual contribution of authigenic sediment to the total suspended sediment load in the Kleine Nete Basin, Belgium”. *Sedimentary Geology*. 202 (1-2), 317-332.

- Vanlierde, E., De Schutter, J., Jacobs, P., Mostaert, F. (2007b) *Authigeen sediment: Een belangrijke bijdrage tot de totale sedimentlading van de Kleine Nete*.
<http://www.tijdschriftwater.be/water26-16HI.pdf>
Geraadpleegd op: 18/03/2010.
- Vanlierde, E., Collins, A.L., De Cooman, W., Makarovska, Y., Van Meel, K., Van Grieken, R., Mostaert, F., Jacobs, P. (2008) “Supporting spatial targeting of sediment mitigation methods in the Demer catchment, Belgium, using the fingerprinting approach”. In: The 11th International Symposium on the Interactions between Sediments and Water (IASWS 2008), Esperance, Australia 17-22 February 2008.
- Vanlierde, E., De Schutter, J., Mostaert, F., Cools, G. (2009a) *Instructie: Bepalen van droogrest – I-WL-PP31-5 Versie 01*. Antwerpen: Waterbouwkundig Laboratorium.
- Vanlierde, E., De Schutter, J., Mostaert, F., Cools, G. (2009b) *Instructie: Bepalen van as-(gloei-)rest en gloeiverlies – I-WL-PP31-6 Versie 01*. Antwerpen: Waterbouwkundig Laboratorium.
- Vanlierde, E., De Schutter, J., Mostaert, F., Cools, G. (2009c) *Instructie: Bepalen van de dichtheid volgens gaspycnometrie – I-WL-PP31-10 Versie 01*. Antwerpen: Waterbouwkundig Laboratorium.
- Vold, R.D, Vold, M.J. (1983) *Colloid and Interface Chemistry*. Londen: Addison-Wesley.
- Walling, D.E., Woodward, J.C., Nicholas, A.P. (1993) “A multi-parameter approach to fingerprinting suspended-sediment sources”. In: Peters, N.E., Hoehn, E., Leibundgut, Ch., Tase, N., Walling, D.E. (Eds.) *IAHS publications 215: Tracers in Hydrology*. Wallingford: IAHS Press, pp. 329-337.
- Walling, D.E., Collins, A.L. (2000) *Integrated Assessment of Catchment Sediment Budgets: a Technical Manual*. Exeter: University of Exeter.

Persoonlijke communicatie

- Van Meel, persoonlijke mededeling, 10 mei 2010
- Vanlierde, persoonlijke mededeling, 3 mei 2010
- Vanlierde, persoonlijke mededeling, 9 mei 2010
- Vanlierde, persoonlijke mededeling, 18 mei 2010

BIJLAGEN

Bijlage 1: Materiaal

De gebruikte toestellen staan allemaal in het sedimentologisch laboratorium van het WL. Enkel de XRF-analyse werden uitbesteed aan de Onderzoeksgroep Milieuanalysen, Departement Chemie, Universiteit Antwerpen.

1 Bezinkingsbuis

De bezinkingsbuis is een doorschijnende pvc buis van 2 m, met een diameter van 19 cm. Onderaan deze buis werd een plastic afsluitbare trechter bevestigd, zodat op eenvoudige wijze stalen kunnen worden afgetapt.

2 Weegschalen

De stalen die werden verkregen in de loop van het onderzoeksproces werden afgewogen op verschillende weegschalen aanwezig in het sedimentologisch laboratorium van het WL. De ene balans is een bovenweger, meer bepaald een Sartorius AC2105. Deze balans weegt met een nauwkeurigheid van 0,01 g en heeft een maximumbereik van 6200,00 g. De andere balans is een analytische balans van het merk Mettler AT200, die een nauwkeurigheid van 0,0001 g en een maximale capaciteit van 205,0000 g heeft.

3 Centrifuge

Om sedimentloos rivierwater te verkrijgen, werd gebruik gemaakt van de Centrifuge Avanti J-26XPI en polycarbonaat flessen van 1000 ml. Het doel van het centrifugeren van het rivierwater is de scheiding van het sediment en het water, dit ten gevolge van het verschil in densiteit (De Bruyn *et al.*, 2009a). Het rivierwater met sediment werd gedurende 30 minuten op 7000 toeren per minuut gecentrifugeerd, bij een temperatuur van 20 °C. Na het centrifugeren werd het sedimentloos rivierwater verzameld in witte plastic emmers. Het rivierwater dat in deze emmers werd verzameld, gebruikt men bij het vullen van de bezinkingsbuis en de verwerking van de substalen.

Het rivierwater dat in nog in de bezinkingsbuis aanwezig was na de aftappingen werd eveneens gecentrifugeerd op 7000 toeren per minuut gedurende 30 minuten. Na centrifugatie werd het sedimentloos rivierwater voorzichtig gedecanteerd in een plastic emmer en werd het sedimentrijk rivierwater verzameld in een andere plastic emmer.



Figuur 1: De centrifuge

4 Mastersizer

De Malvern Mastersizer 2000 wordt gebruikt om de deeltjesgrootteverdeling in sedimentstalen te bepalen met behulp van laserdiffractie. Dit toestel kan de grootte van deeltjes bepalen die een afmeting hebben tussen 0,02 μm en 2000 μm . Voor een correcte meting mag de lengte-breedte verhouding van het deeltje niet groter zijn dan 1/3 (Malvern Instruments Ltd., 2007).

De doelstelling van deze techniek is het bepalen van de deeltjesgrootte van een partikel in een enkel getal. Aangezien deeltjes drie dimensionele objecten zijn, dient men over minstens drie parameters (lengte, breedte en hoogte) te beschikken om een volledige beschrijving te geven van een partikel. De Mastersizer beschrijft een deeltje als een sfeer die hetzelfde volume heeft als het te meten deeltje. Een sfeer is namelijk de enige vorm die toelaat een deeltje met één parameter te beschrijven, hierom wordt de onregelmatige vorm van een deeltje gereduceerd.

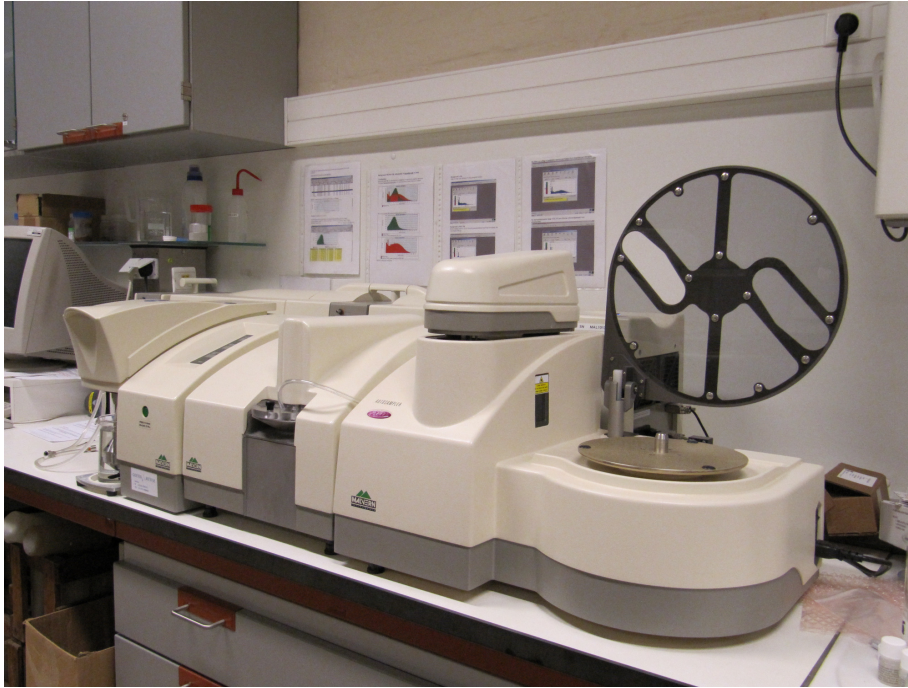
Wanneer de korrelgrootte berekend is voor een bepaald staal, wordt de korrelgrootteverdeling van dit staal voorgesteld onder de vorm van een histogram. Hierbij wordt het volumepercentage van deeltjes met een bepaalde grootte voorgesteld, dit komt overeen met de massaverdeling wanneer de dichtheid van de partikels gelijk is voor alle korrelgroottes. (Malvern Instruments Ltd., 2007).

Laserdiffractie werkt volgens het principe waarbij een invallende laserstraal op een deeltje zowel absorptie als verstrooiing onder een bepaalde hoek zal meebrengen, dat gerelateerd is aan de grootte van het partikel. Grote sedimentpartikels zullen de laserstraal onder een kleinere hoek en met een grotere intensiteit verstrooien dan kleine partikels (Malvern Instruments Ltd., 2007).

De korrelgrootteverdeling wordt berekend door vergelijking van het verstrooiingspatroon met een optisch model dat gebruik maakt van een mathematisch invers proces. De Malvern Mastersizer 2000 werkt volgens het principe van de Mie theorie. Deze theorie geeft een resultaat voor de korrelgrootteverdelingen uit de verstrooiingsgegevens. De Mie theorie is echter wel gebaseerd op een aantal aannames:

- De gemeten deeltjes zijn sferisch
- Er is sprake van een niet geconcentreerde suspensie zodanig dat het verstrooide licht gemeten wordt vooraleer het wordt herverstrooid door andere deeltjes
- De optische eigenschappen van de deeltjes en het hen omgevende medium is gekend
- De deeltjes zijn homogeen

De Mie theorie maakt een voorspelling van de primaire verstrooiing van het licht door een deeltje. De intensiteit hiervan wordt voorspeld door de index van het refractieverschil tussen het deeltje en het verspreidingsmedium. Tevens wordt een voorspelling gemaakt van de beïnvloeding van het secundaire verstrooiingssignaal door de absorptie van een deeltje, veroorzaakt door lichtrefractie binnen dit deeltje. Dit laatste fenomeen is vooral belangrijk voor deeltjes met een diameter kleiner dan 50 μm en zeer belangrijk wanneer het deeltje transparant is (zoals het geval is met de glaspereels die gebruikt werden ter kalibratie van de bezinkingsbuis, zie hoofdstuk 3.2.3 Test bezinkingsbuis) (Malvern Instruments Ltd., 2007).



Figuur 2: De Malvern Mastersizer 2000

5 Droogstoof T20 (Thermo)

De droogstoof werd gebruikt om de kroesjes na het wassen te drogen gedurende een uur op een temperatuur van 105 °C. Tevens werden alle gefiltreerde substalen met de droogstoof gedroogd.



Figuur 3: de droogstoof T20 (Thermo)

6 *Electronic dessiccator, 203 V*

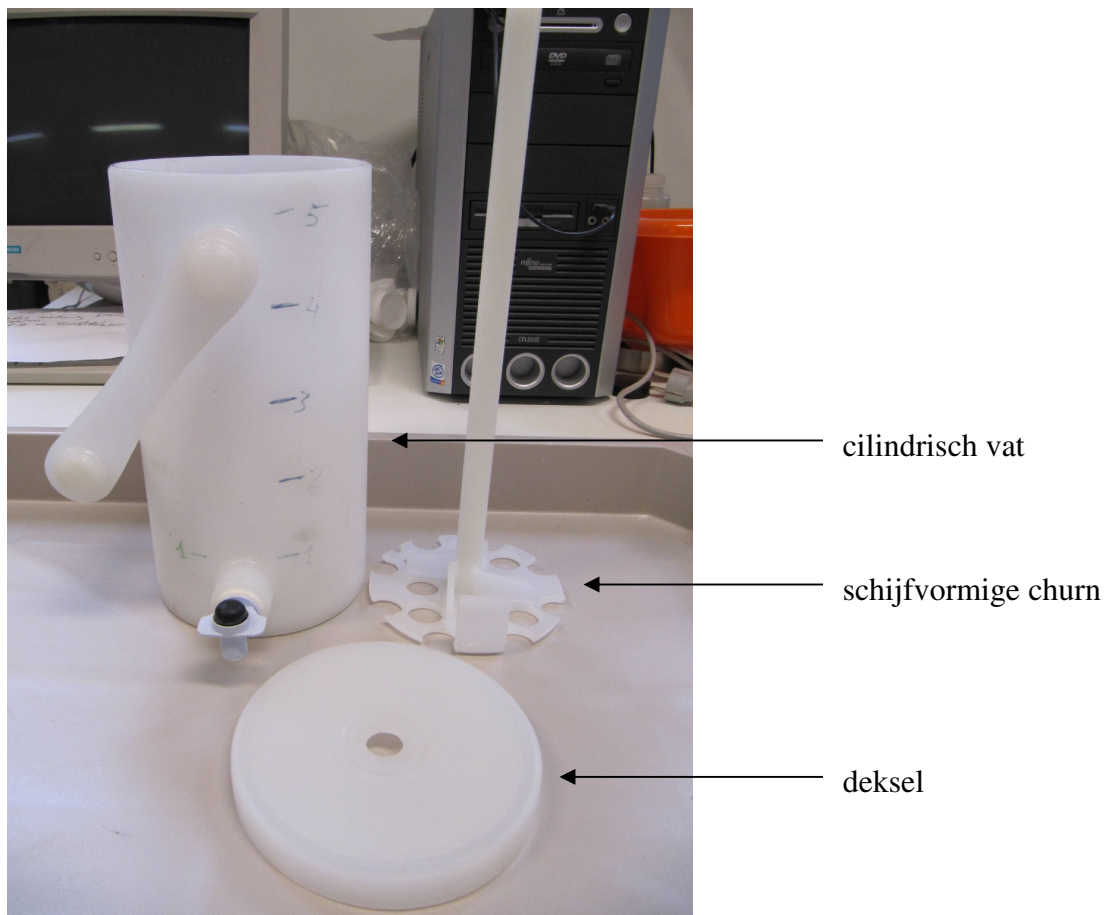
De dessiccator is een toestel dat automatisch de luchtvochtigheid aan de stalen onttrekt. 25 tot 35% van de luchtvochtigheid wordt behouden. De dessiccator werd in deze studie gebruikt om de kroesjes en stalen in te zetten nadat ze uit de droogstoof worden gehaald.



Figuur 4: de electronic dessiccator, 203 V

7 *Churn Sample Splitter*

De Churn Sample Splitter zorgt voor een efficiënte methode om de afgetapte stalen te verdelen in substalen. De Sample Splitter bestaat uit een cilindrisch vat met een schijfvormige churn. Deze schijfvormige churn heeft een gaatjespatroon, in het midden een handvat en een inkeping die ervoor zorgt dat de schijfvormige churn op zijn plaats blijft (zie Figuur 5). Langs de zijkant onderaan het cilindrisch vat zit een kraantje waarlangs de substalen worden afgetapt (Rickly Hydrological Company, 2009).



Figuur 5: de Churn Sample Splitter

Om van een water-sedimentmengsel representatieve substalen te nemen gaat men als volgt te werk: men giet het te splitten water-sedimentstaal in de Churn Sample Spitter, vervolgens wordt de schijfvormige churn in het vat geplaatst en het deksel erop gezet. Dan wordt het staal gehomogeniseerd door de schijfvormige churn minstens tien keer op en neer te brengen op een zelfde tempo, tot de hoogte van het wateroppervlak. Na tien keer is het staal voldoende gehomogeniseerd en mag men aanvangen met het aftappen van substalen. Tijdens het aftappen van de substalen moet men de schijfvormige churn evenwel gelijkmatig op en neer blijven bewegen.

8 Vriesdroger

Het vriesdrogen van de stalen gebeurde met de Martin Christ Gamma 1-16LSC vriesdroger. Bij het vriesdrogen wordt water onttrokken aan bevroren materiaal. Het drogen gebeurt door middel van sublimatie waarbij het ijs onmiddellijk wordt omgezet naar waterdamp. Het hele vriesdroogproces vindt plaats onder vacuüm omstandigheden, waarbij de temperatuur van het

bevroren materiaal lager moet zijn dan $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (De Bruyn et al., 2009b). De waterdamp die wordt onttrokken aan de stalen tijdens het proces zal terug aanvriezen op de ijscondenser (Martin Christ Gefriertrocknungsanlagen GmbH, 2007).

Voor de werkwijze van de Martin Christ Gamma 1-16LSC vriesdroger werd de instructie ‘Vriesdrogen’ (De Bruyn *et al.*, 2009b) gevolgd.



Figuur 6: de vriesdroger

9 Gaspycnometer

De gaspycnometer bepaalt het volume van het droge sedimentmonster door drukverandering van helium tussen kalibratiekamers en de meetkamer. Op basis van de vooraf gemeten massa en het voor de gaspycnometer gemeten volume wordt de dichtheid van het staal bepaald (Micromeritics Instrument Corporation, 2007).

De gaspycnometer maakt gebruik van drie mogelijke recipiënthouders met een verschillend volume waarin het te analyseren sediment wordt gebracht. De recipiënthouders zijn gemaakt van aluminium of roestvrij staal en hebben een volume van 1 cm^3 , $3,5\text{ cm}^3$ en 10 cm^3 .

Wanneer voor een bepaalde recipi ntheolder wordt gekozen, moet rekening gehouden worden met de volgende basisregels:

- Hoe groter de recipi ntheolder (volledig gevuld met sediment), hoe beter de nauwkeurigheid
- Hoe kleiner de hoeveelheid sediment in de recipi ntheolder, hoe lager de nauwkeurigheid

Men moet dus steeds kiezen voor de grootste recipi ntheolder die zo goed mogelijk kan gevuld worden met de beschikbare hoeveelheid droog materiaal (Vanlierde *et al.*, 2009c).



Figuur 7: de gaspycnometer

Voor de werkwijze bij het uitvoeren van de kalibratie en de metingen werd de instructie ‘Bepalen van de dichtheid volgens gaspycnometrie’ (Vanlierde *et al.*, 2009c) gevolgd.

10 Moffeloven

Voor het verassen van de stalen werd gebruik gemaakt van de Moffeloven type L5/11 B170 (Nabertherm). Door het verassen van de stalen kon de gloeirest van deze stalen bepaald worden, wat een maat is voor hoeveelheid organisch materiaal aanwezig in de stalen. De verassing van stalen gebeurt door de moffeloven gedurende 3 uur op te warmen tot 550 °C, vervolgens 3 uur op een temperatuur van 550 °C te behouden en nadien te laten afkoelen. Wanneer de moffeloven is afgekoeld tot een temperatuur van 50 à 60 °C worden de kroezen

met asrest uit de oven gehaald en in de dessiccator geplaatst tot ze op kamertemperatuur zijn gekomen (Vanlierende, 2009b).



Figuur 8: de moffeloven

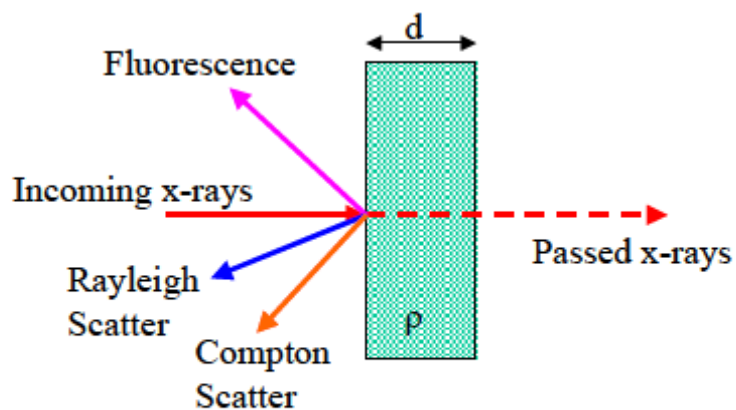
11 XRF

XRF-analyse is een methode waarmee de chemische samenstelling van verschillende materialen bepaald kan worden. XRF-analyse kan onderverdeeld worden in twee grote groepen, Energy Dispersive X-ray Fluorescence spectrometry (ED-XRF) en Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence spectrometry (WD-XRF). De gefiltreerde stalen die werden verkregen uit de analyses van de Demer, de Gete en de Mangelbeek werden geanalyseerd door middel van de ED-XRF. De ED-XRF kan chemische elementen analyseren met een bereik van natrium (Na) tot uranium (U). Elementen met een hoog atoomnummer hebben een betere detectielimiet dan lichtere elementen (PANalytical B.V., 2002). De gebruikte spectrometer meet echter enkel elementen vanaf aluminium (Al) (Van Meel, persoonlijke mededeling, 10 mei 2010).

Bij XRF wordt een staal bestraald door X-straling die geproduceerd wordt door een bron. De chemische elementen die aanwezig zijn in het staal zullen fluorescentie X-stralen (of

röntgenstralen) uitstralen met een bepaalde hoeveelheid energie, die kenmerkend is voor het element. Door de uitgestraalde energie van het staal te meten is het mogelijk de chemische elementen te bepalen die aanwezig zijn in het staal (de kwalitatieve analyse). Wanneer de intensiteiten van de uitgestraalde energie worden gemeten kan men bepalen hoeveel van elk element aanwezig is in het staal indien een geschikte kalibratiecurve is opgesteld (de kwantitatieve analyse) (PANalytical B.V., 2002).

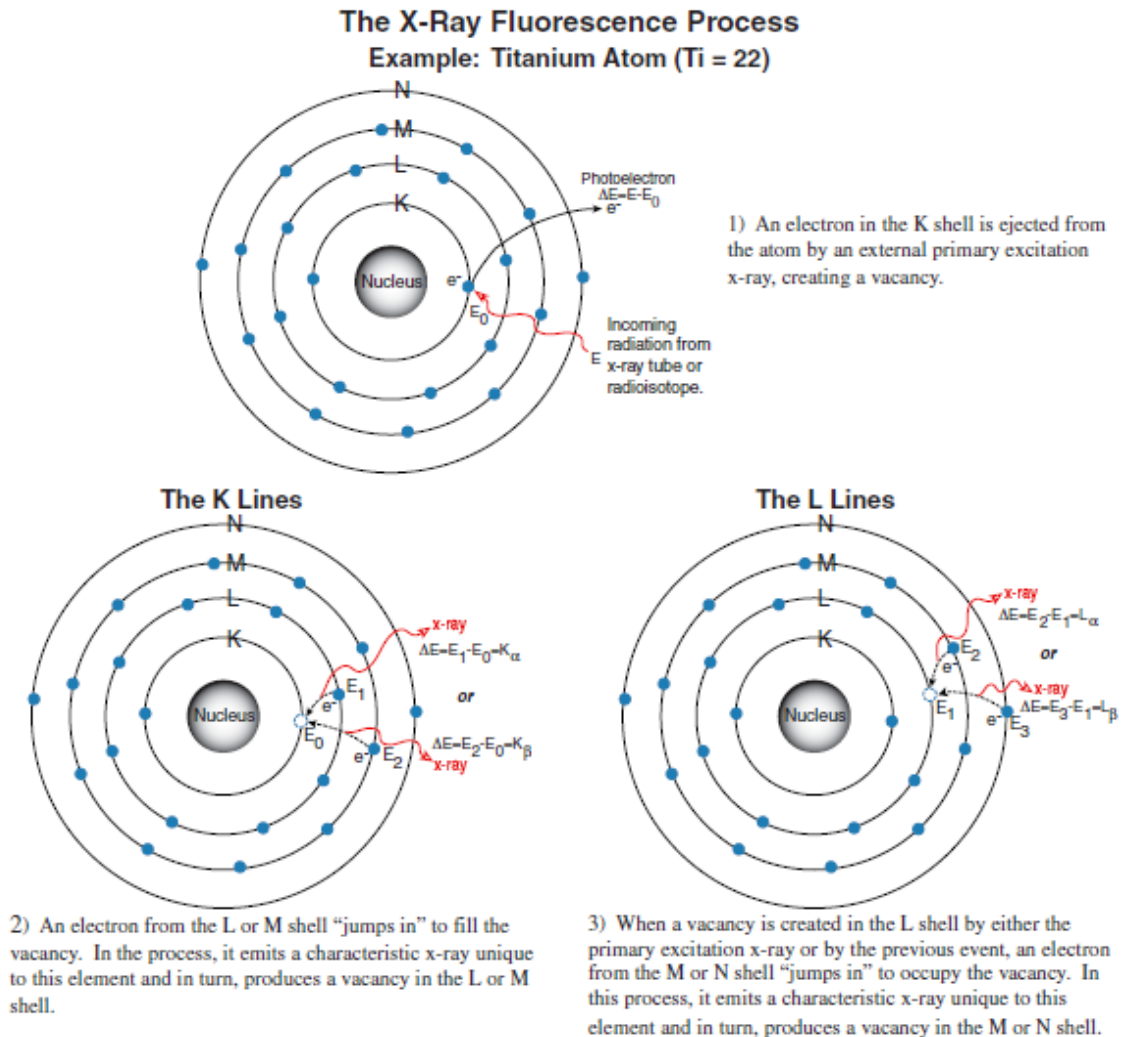
Bij het uitzenden van de X-stralen kan men drie belangrijke interacties waarnemen: fluorescentie, Compton verstrooiing en Rayleigh verstrooiing (zie Figuur 9). Wanneer de X-straling invalt op de filter met sediment zal een fractie door de filter heen gaan, een fractie zal geabsorbeerd worden door het staal en produceert de fluorescentie, en een fractie wordt verstrooid. De Compton verstrooiing treedt op wanneer een verlies van energie plaatsvindt, de Rayleigh verstrooiing treedt op wanneer men geen verlies van energie kan waarnemen (PANalytical B.V.,2002).



Figuur 9: De interacties die kunnen waargenomen worden bij x-stralen
Bron: PANalytical B.V., 2002.

Bij XRF wordt een monster bestraald met X-stralen. Als de invallende X-stralen een juiste energie hebben, zullen zij een elektron wegschieten uit de binnenste schillen van het blootgesteld atoom (de K-, L-, M- en N-schillen). Op deze manier krijgt men een vacature in deze schillen en wordt een onstabiele toestand in het atoom gecreëerd (Figuur 10(1)). De fluorescentie X-stralen ontstaan doordat elektronen van een lagere schil de vacature opvullen door terug te vallen naar een hogere schil (Figuur 10(2)). Door het energieverval tussen de oorspronkelijke plaats van het terugvallend elektron en de nieuwe plaats, ontstaat een geëxciteerde toestand. Wanneer het elektron terugvalt naar zijn grondtoestand zal het zijn teveel aan energie uitzenden onder de vorm van X-straling (Figuur 10(3)). Dit proces wordt

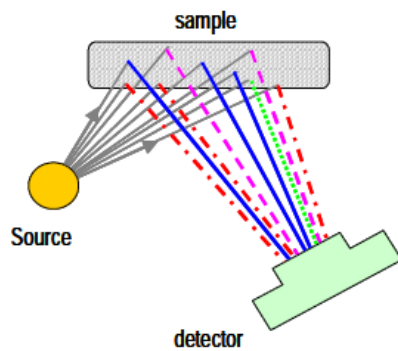
fluorescentie genoemd. Het energieverval is kenmerkend voor elk element en de resulterende X-stralen worden daardoor karakteristieke X-stralen genoemd (PANalytical B.V., 2002; Berckmans, 2005).



Figuur 10: Het principe van x-stralen fluorescentie

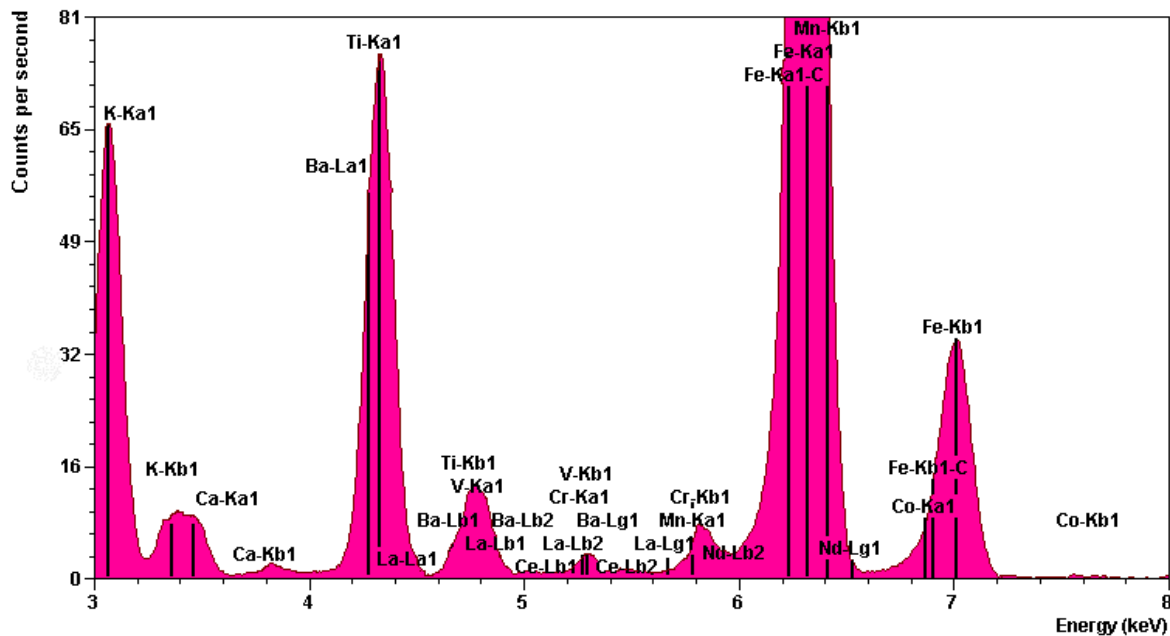
Bron: Amptek Inc., 2010.

Het concept voor alle spectrometers is een bron (de X-stralen buis), een staal (de filter) en een detectiesysteem (zie Figuur 11). De filter wordt bestraald door de bron en detectoren meten de stralen komende van het filtertje. De ED-XRF spectrometer heeft een detector die verschillende stralingsenergieën kan meten afkomstig van de filtertjes. Hierdoor verkrijgt men een spectrum, zoals weergegeven op Figuur 12. De positie van de pieken bepalen de elementen die aanwezig zijn in het staal, terwijl de hoogte van de pieken de concentratie weergeeft.



Figuur 11: Basis ontwerp van een ED-XRF spectrometer

Bron: PANalytical B.V., 2002.



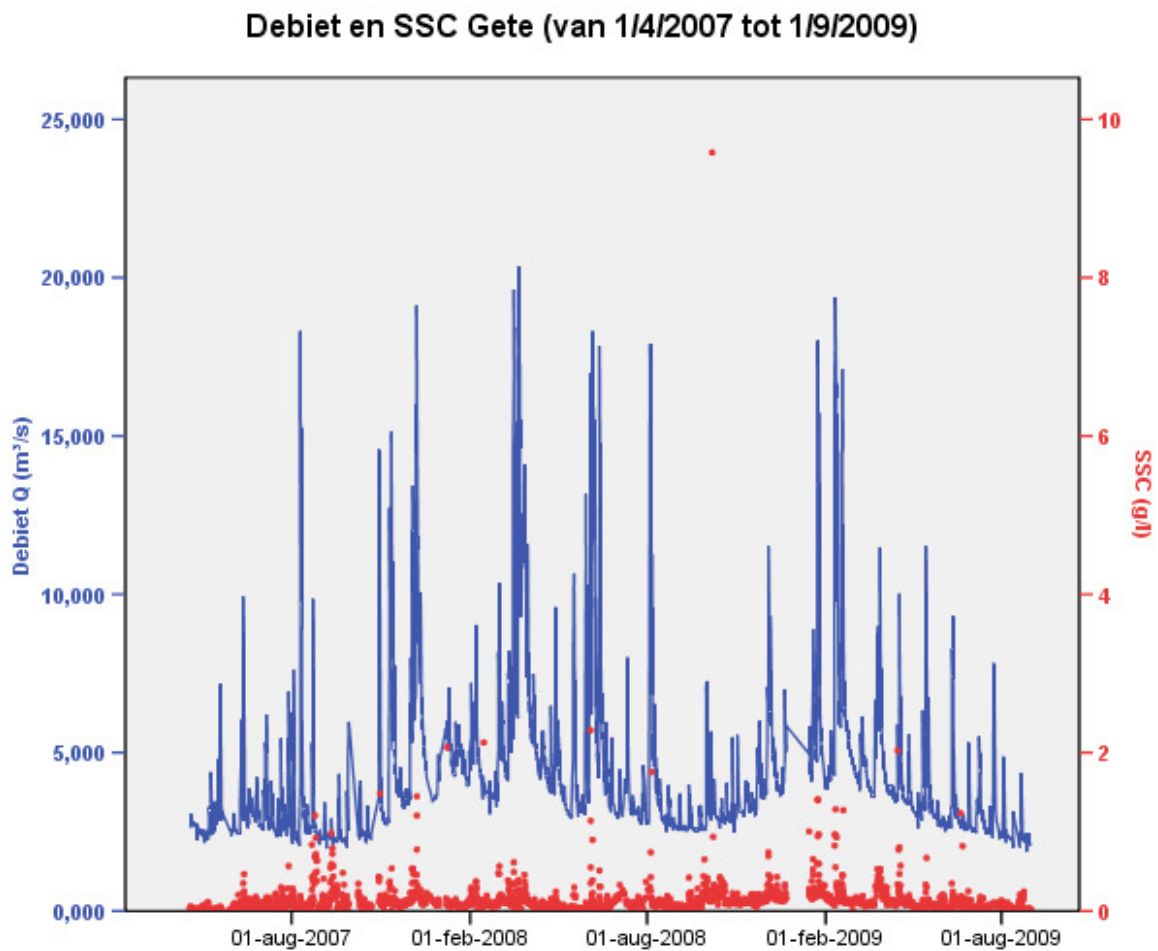
Figuur 12: Een typisch spectrum van een bodemstaal gemeten met de ED-XRF spectrometer

Bron: PANalytical B.V., 2002.

De gebruikte spectrometer (Epsilon 5, PANalytical) heeft echter een speciale soort bron. In plaats van de energie van de X-stralen buis rechtstreeks op het staal te laten invallen, valt het in op de zogenaamde secundaire targets. Buis, target en staal staan in een hoek van 90° met elkaar, de polarisatie hoek van X-stralen. Op het staal zal dus zowel de gepolariseerde straling van de buis als de straling van deze targets invallen. Er zijn meerdere mogelijke secundaire targets en ze kunnen dus in functie van het gewenste element gekozen worden. Door deze constructie krijgt men een verlaagde achtergrond-ruis en de mogelijkheid tot selectieve excitatie, wat leidt tot betere detectielimieten (Van Meel, 2009).

De methode die werd gebruikt bij de XRF-analyse staat beschreven in deel 2 (hoofdstuk 2) van ‘Application of High-energy Polarized-beam Energy-dispersive X-ray Fluorescence for Industrial and Environmental Purposes’ (Van Meel, 2009).

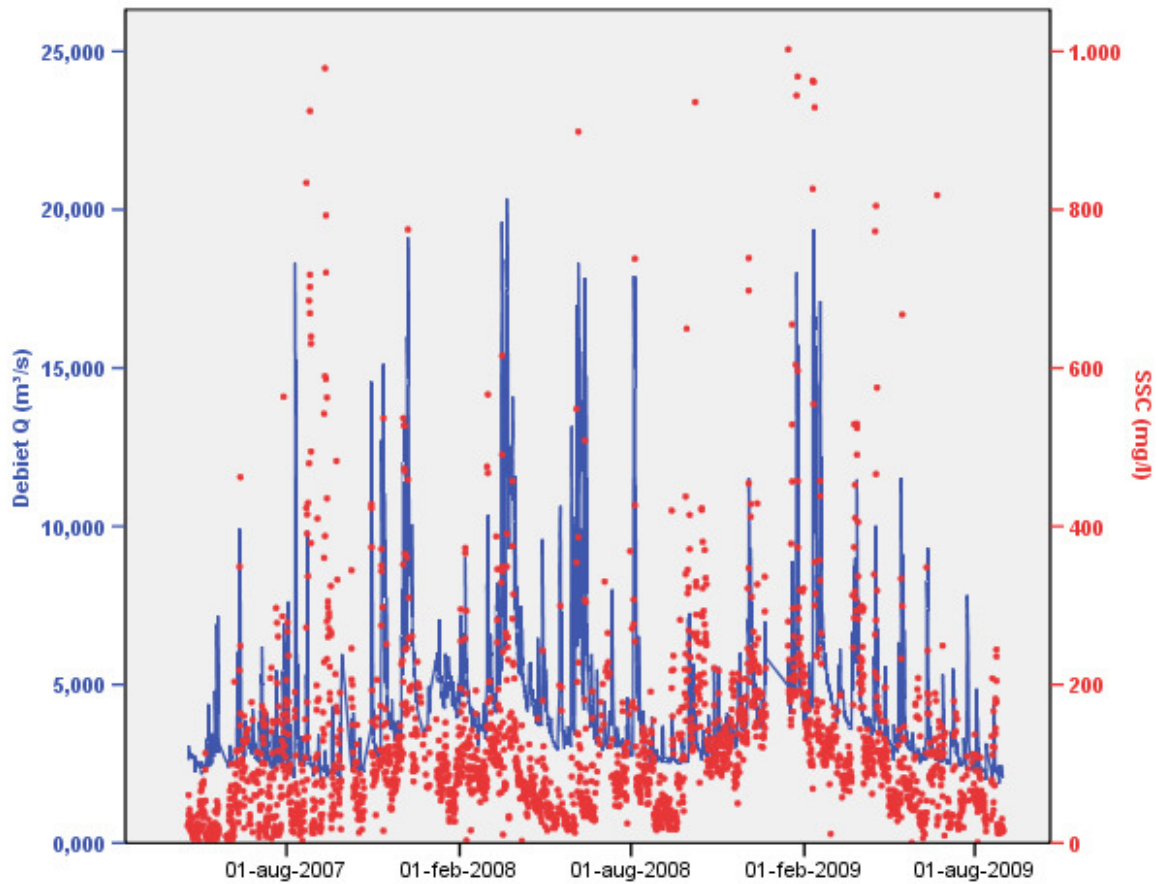
Bijlage 2: Debieten en SSC van de Gete, de Mangelbeek en de Demer



Figuur 1: Debiet en SSC van de Gete (van 1/4/2007 tot 1/9/2009)

Bron: Gegevens verkregen van het WL; Eigen verwerking

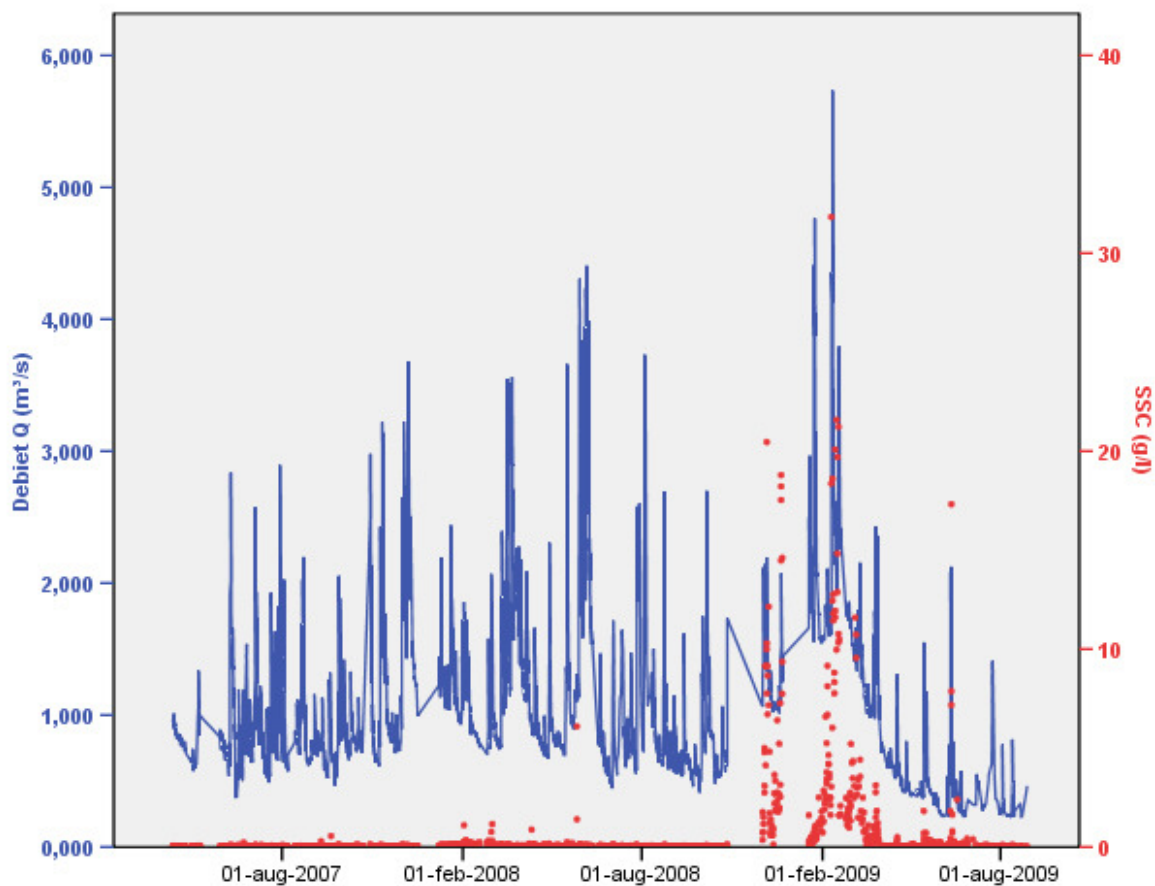
Debiet en SSC Gete (van 1/4/2007 tot 1/9/2009)



Figuur 2: Debiet en SSC van de Gete (van 1/4/2007 tot 1/9/2009) met aandacht voor de lage SSC waarden

Bron: Gegevens verkregen van het WL; Eigen verwerking

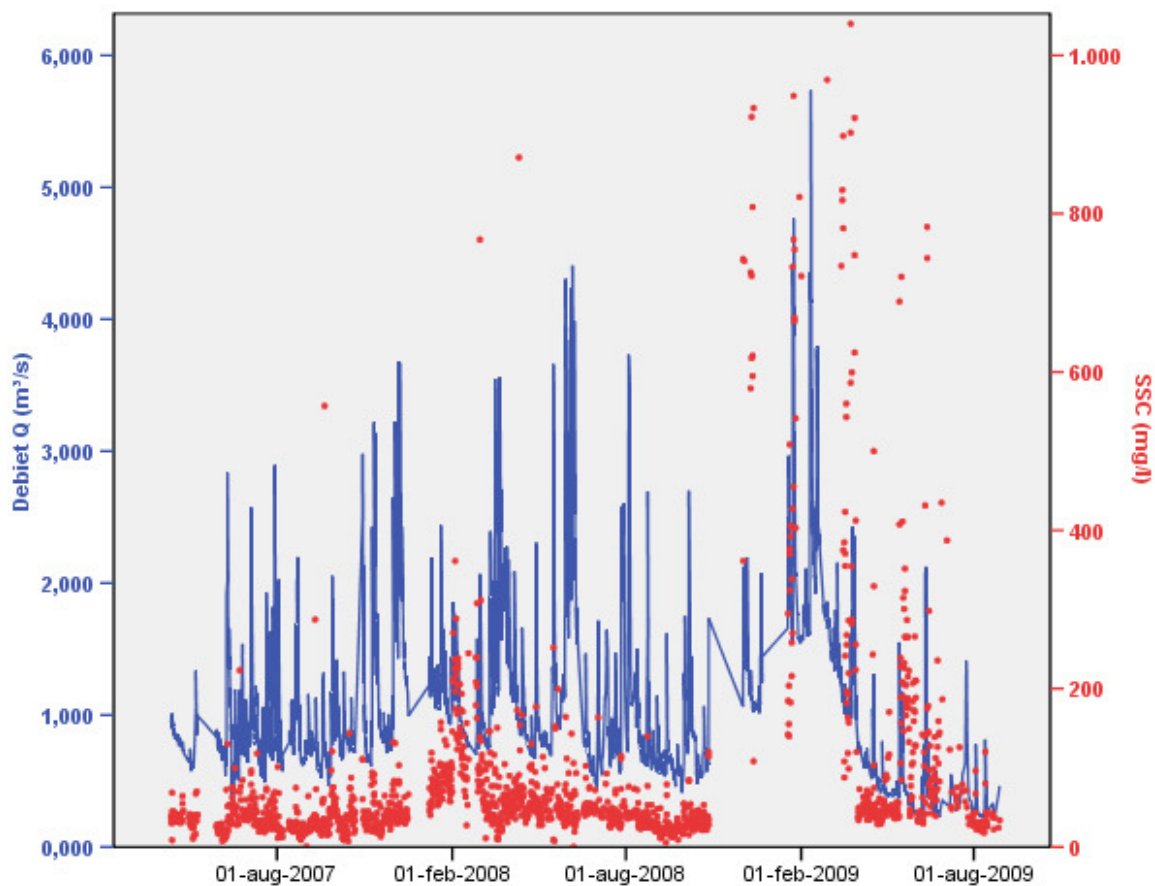
Debiet en SSC Mangelbeek (van 1/1/2007 tot 1/9/2009)



Figuur 3: Debiet en SSC van de Mangelbeek (van 1/1/2007 tot 1/9/2009)

Bron: Gegevens verkregen van het WL; Eigen verwerking

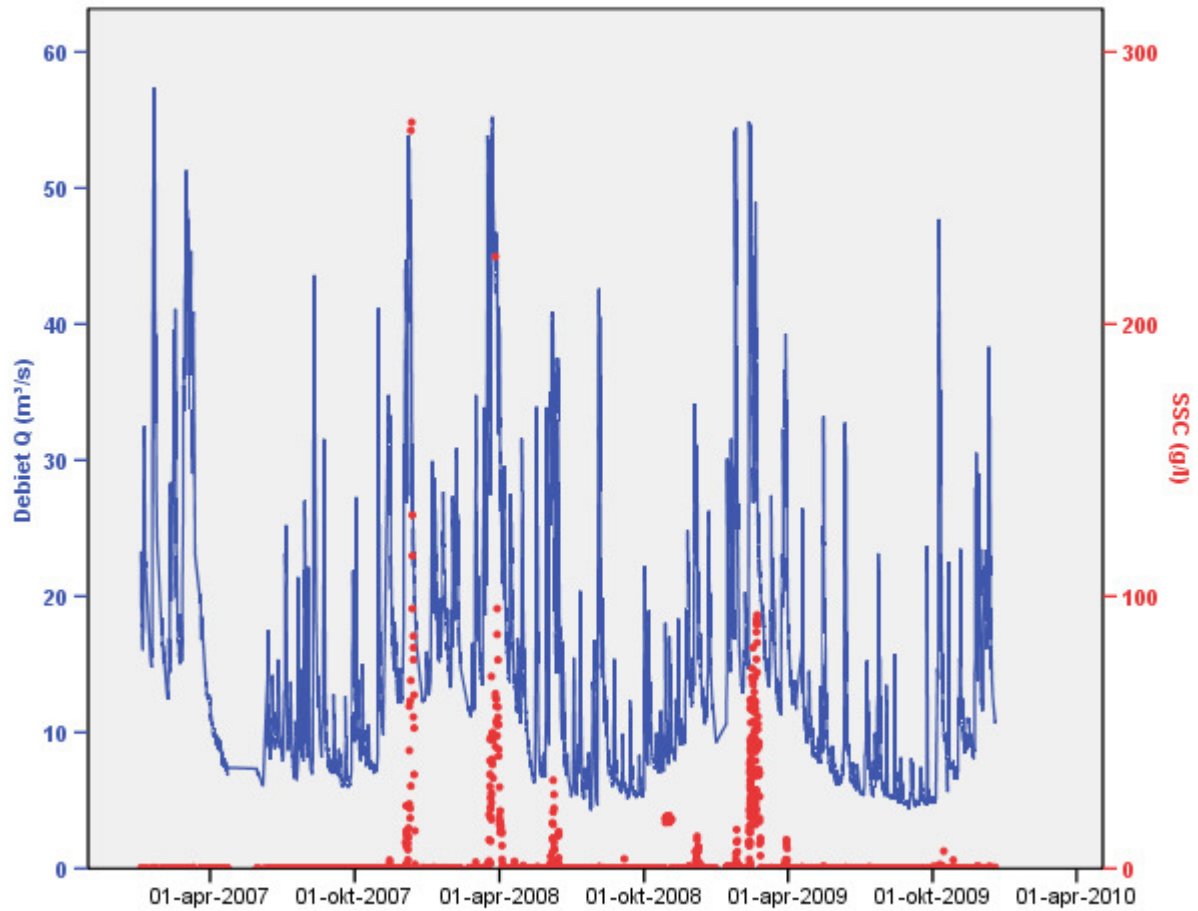
Debiet en SSC Mangelbeek (van 1/1/2007 tot 1/9/2009)



Figuur 4: Debiet en SSC van de Mangelbeek (van 1/1/2007 tot 1/9/2009) met aandacht voor lage SSC waarden

Bron: Gegevens verkregen van het WL; Eigen verwerking

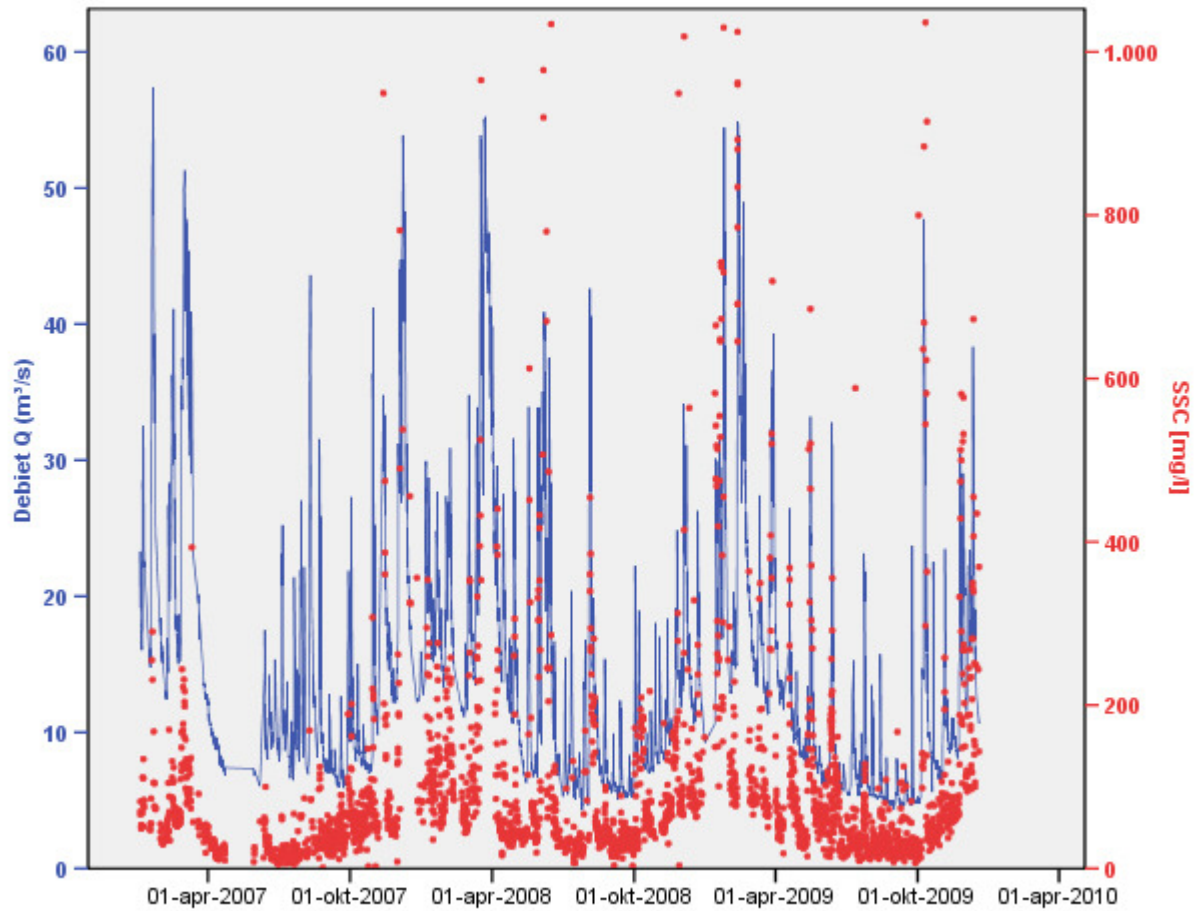
Debiet en SSC Demer (van 1/1/2007 tot 31/12/2009)



Figuur 5: Debiet en SSC van de Demer (van 1/1/2007 tot 31/12/2009)

Bron: Gegevens verkregen van het WL; Eigen verwerking

Debiet en SSC Demer (van 1/1/2007 tot 31/12/2009)



Figuur 6: Debiet en SSC van de Demer (1/1/2007 tot 31/12/2009) met aandacht voor de lage SSC waarden

Bron: Gegevens verkregen aan het WL; Eigen verwerking

Bijlage 3: Korrelgrootteberekeningen met de wet van Stokes voor de Gete (bij theoretische aftaptijden)

Bron: Eigen onderzoek

Wet van Stokes: $V = \frac{2}{9} \frac{(\rho_p - \rho_f) r^2 g}{\mu}$

	200	150	100	63	50	40	30	20	10	5	3	1
v in m/s	3,597E-02	2,023E-02	8,993E-03	3,569E-03	2,248E-03	1,439E-03	8,093E-04	3,597E-04	8,993E-05	2,248E-05	8,093E-06	8,993E-07
1min in cm	215,8	121,4	54,0	21,4	13,5	8,6	4,9	2,2	0,5	0,1	0,05	0,0
5 min in cm	1079,1	607,0	269,8	107,1	67,4	43,2	24,3	10,8	2,7	0,7	0,2	0,0
10min in cm	2158,2	1214,0	539,6	214,1	134,9	86,3	48,6	21,6	5,4	1,3	0,5	0,1
30min in cm	6474,6	3642,0	1618,7	642,4	404,7	259,0	145,7	64,7	16,2	4,0	1,5	0,2
60 min in cm	12949,2	7283,9	3237,3	1284,9	809,3	518,0	291,4	129,5	32,4	8,1	2,9	0,3
5u in cm	64746,0	36419,6	16186,5	6424,4	4046,6	2589,8	1456,8	647,5	161,9	40,5	14,6	1,6
24u in cm	310780,8	174814,2	77695,2	30837,2	19423,8	12431,2	6992,6	3107,8	777,0	194,2	69,9	7,8

Diameter arbitraire korrelgroottes (boven)
Straal arbitraire korrelgroottes (onder)

straal buis:	9,50 cm
oppervlakte:	283,53 cm ²
volume 1m:	28,35 cm ³
inhoud trechter:	2,2 l
hoogte voor 1l (1000cm ³)	3,53 cm
hoogte voor 2200ml	7,76 cm
initiele waterhoogte	1,600 m
sedimenthoogte	0,149 m

			valsnelheidscategorieën										
			215cm/min	120cm/min	55cm/min	20cm/min	13cm/min	5cm/min	2cm/min	0,1cm/min	0,05cm/min		
9/02/2010	15:00:00		215	120	55	20	13	5	2	0,1	0,05		
9/02/2010	15:00:51	00:00:51	0,85	0,85	182,8	102,0	46,8	17,0	11,1	4,3	1,7	0,1	0,0
			max		-7,8	72,9	128,2	157,9	163,9	170,7	173,2	174,8	174,9
			min		-22,8	58,0	113,3	143,0	149,0	155,8	158,3	159,9	160,0
			max (na aft)		-15,9	64,9	120,2	149,9	155,9	162,7	165,2	166,8	166,9
			min (na aft)		-30,8	50,0	105,3	135,0	141,0	147,8	150,3	151,9	152,0
9/02/2010	15:01:26	00:01:26	1,43	0,58									
			max		-5,1	88,1	138,2	148,3	159,7	164,0	166,8	166,8	166,8
			min		-20,0	73,2	123,3	133,4	144,8	149,1	151,9	151,9	151,9
			max (na aft)		-13,1	80,1	130,2	140,3	151,7	156,0	158,8	158,8	158,8
			min (na aft)		-28,0	65,2	115,3	125,4	136,8	141,1	143,9	143,9	143,9
9/02/2010	15:02:59	00:02:59	2,98	1,55									
			max		-5,2	99,2	120,1	144,0	152,9	158,6	158,8	158,8	158,8
			min		-20,1	84,3	105,2	129,1	138,0	143,7	143,9	143,9	143,9
			max (na aft)		-13,2	91,2	112,1	136,0	144,9	150,6	150,6	150,8	150,8
			min (na aft)		-28,1	76,3	97,2	121,1	130,0	135,7	135,9	135,9	135,9
9/02/2010	15:07:48	00:07:48	7,8	4,82									
			max		-5,1	49,5	111,9	135,3	150,1	150,5	150,5	150,5	150,5
			min		-20,0	34,6	97,0	120,4	135,2	135,6	135,6	135,6	135,6
			max (na aft)		-13,1	41,5	103,9	127,3	142,1	142,5	142,5	142,5	142,5
			min (na aft)		-28,0	26,6	89,0	112,4	127,2	127,6	127,6	127,6	127,6
9/02/2010	15:11:24	00:11:24	11,4	3,6									
			max		-5,3	85,9	120,1	141,8	142,3	142,3	142,3	142,3	142,3
			min		-20,2	71,0	105,2	126,9	127,4	127,4	127,4	127,4	127,4
			max (na aft)		-13,3	77,9	112,1	133,8	134,3	134,3	134,3	134,3	134,3
			min (na aft)		-28,2	63,0	97,2	118,9	119,4	119,4	119,4	119,4	119,4
9/02/2010	15:28:00	00:28:00	28	16,6									
			max		-5,1	78,9	132,1	133,5	133,5	133,5	133,5	133,5	133,5
			min		-20,0	64,0	117,2	118,6	118,6	118,6	118,6	118,6	118,6
			max (na aft)		-13,1	70,9	124,1	125,5	125,5	125,5	125,5	125,5	125,5
			min (na aft)		-28,0	56,0	109,2	110,6	110,6	110,6	110,6	110,6	110,6
9/02/2010	16:06:00	01:06:00	66	38									
			max		-5,1	120,3	123,6	123,6	123,6	123,6	123,6	123,6	123,6
			min		-20,0	105,4	108,7	108,7	108,7	108,7	108,7	108,7	108,7
			max (na aft)		-13,1	112,3	115,6	115,6	115,6	115,6	115,6	115,6	115,6
			min (na aft)		-28,0	97,4	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7	100,7
10/02/2010	11:46:00	20:46:00	1246	1180									
			max		-5,7	56,6	56,6	56,6	56,6	56,6	56,6	56,6	56,6
			min		-20,6	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7
			max (na aft)		-13,7	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6
			min (na aft)		-28,6	33,7	33,7	33,7	33,7	33,7	33,7	33,7	33,7
11/02/2010	11:48:30	44:48:30	2688,5	1442,5									
			max		-23,5	-23,5	-23,5	-23,5	-23,5	-23,5	-23,5	-23,5	-23,5
			min		-38,4	-38,4	-38,4	-38,4	-38,4	-38,4	-38,4	-38,4	-38,4
			max (na aft)		-31,3	-31,3	-31,3	-31,3	-31,3	-31,3	-31,3	-31,3	-31,3
			min (na aft)		-46,2	-46,2	-46,2	-46,2	-46,2	-46,2	-46,2	-46,2	-46,2

daling waterniveau	# vorige aftappingen		v (m/s)	straat ²	straat (µm)	grainsize (µm)
0,078	0	max	3,429E-02	9,534E-08	308,773	617,546
		min	3,137E-02	8,722E-08	295,328	590,656
0,078	1	max	1,943E-02	5,402E-08	232,417	464,835
		min	1,770E-02	4,920E-08	221,813	443,627
0,078	2	max	8,899E-03	2,474E-08	157,294	314,587
		min	8,067E-03	2,243E-08	149,757	299,514
0,078	3	max	3,237E-03	9,000E-09	94,867	189,733
		min	2,919E-03	8,115E-09	90,081	180,162
0,078	4	max	2,101E-03	5,841E-09	76,424	152,848
		min	1,883E-03	5,235E-09	72,354	144,707
0,078	5	max	8,089E-04	2,249E-09	47,423	94,845
		min	7,202E-04	2,002E-09	44,747	89,495
0,078	6	max	3,235E-04	8,993E-10	29,989	59,977
		min	2,859E-04	7,947E-10	28,191	56,381
0,078	7	max	1,609E-05	4,474E-11	6,688	13,377
		min	1,410E-05	3,920E-11	6,261	12,521
0,078	8	max	6,974E-06	1,939E-08	1,392	2,785
		min	6,050E-06	1,682E-08	1,297	2,594

Bijlage 4: Korrelgrootteberekeningen met de wet van Stokes voor de Gete

(bij werkelijke aftaptijden)

Bron: Eigen onderzoek

Wet van stokes:	$V = 2/9 * (pp - pt) / \mu * g R^2$											
	200	150	100	63	50	40	30	20	10	5	3	1
	100	75	50	31,5	25	20	15	10	5	2,5	1,5	0,5
V in m/s	3,597E-02	2,023E-02	8,993E-03	3,569E-03	2,248E-03	1,439E-03	8,093E-04	3,597E-04	8,993E-05	2,248E-05	8,093E-06	8,993E-07
1min in cm	215,8	121,4	54,0	21,4	13,5	8,6	4,9	2,2	0,5	0,1	0,05	0,0
5 min in cm	1079,1	607,0	269,8	107,1	67,4	43,2	24,3	10,8	2,7	0,7	0,2	0,0
10min in cm	2158,2	1214,0	539,6	214,1	134,9	86,3	48,6	21,6	5,4	1,3	0,5	0,1
30min in cm	6474,6	3642,0	1618,7	642,4	404,7	259,0	145,7	64,7	16,2	4,0	1,5	0,2
60 min in cm	12949,2	7283,9	3237,3	1284,9	809,3	518,0	291,4	129,5	32,4	8,1	2,9	0,3
5u in cm	64746,0	36419,6	16186,5	6424,4	4046,6	2589,8	1456,8	647,5	161,9	40,5	14,6	1,6
24u in cm	310780,8	174814,2	77695,2	30837,2	19423,8	12431,2	6992,6	3107,8	777,0	194,2	69,9	7,8

straal buis:	9,50 cm
oppervlakte:	283,53 cm ²
volume 1m:	28,35 cm ³
inhoud trechter:	2,2 l
hoogte voor 1l (1000cm ³)	3,53 cm
hoogte voor 2200ml	7,76 cm
initiele waterhoogte	1,600 m
sedimenthoogte	0,149 m

		valsnelheidscategorieën										dalings waterniveau (m)	# vorige aftappingsen
		215cm/min	120cm/min	55cm/min	20cm/min	13cm/min	5cm/min	2cm/min	0,1cm/min	0,05cm/min			
9/02/2010 15:00:00		215	120	55	20	13	5	2	0,1	0,05			
9/02/2010 15:01:15	00:01:15	1,25	1,25	268,75	150,00	68,75	25,00	16,25	6,25	2,50	0,13	0,06	
		max		-93,9	24,9	106,2	149,9	158,7	168,7	172,4	174,8	174,8	
		min		-108,8	10,0	91,3	135,0	143,8	153,8	157,5	159,9	159,9	
		max (na aft)		-101,7	17,1	98,4	142,1	150,9	160,9	164,6	167,0	167,0	
		min (na aft)		-116,6	2,2	83,5	127,2	136,0	146,0	149,7	152,1	152,1	
9/02/2010 15:02:20	00:02:20	2,33	1,08										
		max		-112,9	38,8	120,4	136,8	155,4	162,4	166,9	167,0		
		min		-127,8	23,9	105,5	121,9	140,5	147,5	152,0	152,1		
		max (na aft)		-120,7	31,0	112,6	129,0	147,6	154,6	159,1	159,2		
		min (na aft)		-135,6	16,1	97,7	114,1	132,7	139,7	144,2	144,3		
9/02/2010 15:03:30	00:03:30	3,5	1,17										
		max		-33,2	89,3	113,8	141,8	152,3	159,0	159,1			
		min		-48,1	74,4	98,9	126,9	137,4	144,1	144,2			
		max (na aft)		-41,0	81,5	106,0	134,0	144,5	151,2	151,3			
		min (na aft)		-55,9	66,6	91,1	119,1	129,6	136,3	136,4			
9/02/2010 15:07:48	00:07:48	7,8	4,3										
		max			-4,5	50,1	112,5	135,9	150,7	151,1			
		min			-19,4	35,2	97,6	121,0	135,8	136,2			
		max (na aft)			-12,3	42,3	104,7	128,1	142,9	143,3			
		min (na aft)			-27,2	27,4	89,8	113,2	128,0	128,4			
9/02/2010 15:11:24	00:11:24	11,4	3,6										
		max				-4,5	86,7	120,9	142,6	143,1			
		min				-19,4	71,8	106,0	127,7	128,2			
		max (na aft)				-12,3	78,9	113,1	134,8	135,3			
		min (na aft)				-27,2	64,0	98,2	119,9	120,4			
9/02/2010 15:28:00	00:28:00	28	16,6										
		max					-4,1	79,9	133,1	134,5			
		min					-19,0	65,0	118,2	119,6			
		max (na aft)					-11,9	72,1	125,3	126,7			
		min (na aft)					-26,8	57,2	110,4	111,8			
9/02/2010 16:06:00	01:06:00	66	38										
		max						-3,9	121,5	124,8			
		min						-18,8	106,6	109,9			
		max (na aft)						-11,7	113,7	117,0			
		min (na aft)						-26,6	98,8	102,1			
10/02/2010 11:47:30	20:47:30	1247,5	1181,5										
		max							-4,5	57,9			
		min							-19,4	43,0			
		max (na aft)							-12,3	50,1			
		min (na aft)							-27,2	35,2			
11/02/2010 11:50:00	44:50:00	2690	1442,5										
		max								-22,0			
		min								-36,9			
		max (na aft)								-29,8			
		min (na aft)								-44,7			

Korrelgrootte berekening met behulp van de wet van Stokes:

$$\text{Wet van Stokes: } v = \frac{2}{9} \cdot \frac{(\rho_p - \rho_f)}{\mu} \cdot g \cdot R^2$$

Aftapping		v (m/s)	ρ zonder OM		ρ zonder OM		empirische bezinkingsvgl ρ zonder OM korrelgr. (µm)	Churn			Berekende korrelgr. (µm)	empirische bezinkingsvgl ρ zonder OM korrelgr. (µm)	
			straalP	straal (µm)	korrelgr. (µm)	korrelgr. (µm)		Gemeten korrelgr. (µm)	ZOM <63µm Gemeten korrelgr. (µm)	ZOM >63µm Gemeten korrelgr. (µm)			
Aftapping 1	max	2,332E-02	6,452E-05	80,321	160,643	158,187	157,145	155,415	357,547	7,224	218,276	157,145	155,415
	min	2,133E-02	5,902E-05	76,824	153,648	152,643							
Aftapping 2	max	1,199E-02	3,317E-05	57,597	115,194	125,461	112,579	123,810	95,614	17,375	135,355	112,579	123,810
	min	1,093E-02	3,023E-05	54,982	109,964	122,159							
Aftapping 3	max	7,600E-03	2,070E-05	45,493	90,986	110,889	88,810	109,672	50,531	25,331	79,924	88,810	109,672
	min	6,890E-03	1,876E-05	43,317	86,634	108,455							
Aftapping 4	max	3,222E-03	8,723E-06	29,534	59,069	94,231	57,572	93,517	42,926	32,119	65,501	57,572	93,517
	min	2,904E-03	7,861E-06	28,037	56,075	92,803							
Aftapping 5	max	2,091E-03	5,660E-06	23,790	47,580	88,868	46,306	88,295	34,528	30,676	14,158	46,306	88,295
	min	1,873E-03	5,070E-06	22,516	45,033	87,722							
Aftapping 6	max	8,012E-04	2,158E-06	14,691	29,382	80,992	28,545	80,648	27,903	25,789	26,538	28,545	80,648
	min	7,125E-04	1,919E-06	13,854	27,708	80,303							
Aftapping 7	max	3,197E-04	8,695E-07	9,325	18,649	76,678	18,084	76,457	20,918	17,908	8,703	18,084	76,457
	min	2,821E-04	7,672E-07	8,759	17,518	76,237							
Aftapping 8	max	1,580E-05	4,339E-08	2,083	4,166	71,218	4,030	71,169	13,496	16,314	15,059	4,030	71,169
	min	1,381E-05	3,792E-08	1,947	3,895	71,120							
Aftapping 9	max	6,828E-06	1,915E-08	1,384	2,768	70,712	2,671	70,677	20,967	13,609	6,818	2,671	70,677
	min	5,905E-06	1,656E-08	1,287	2,574	70,642							

- Meting met slechte signaal/ruisverhouding
- Meting met matige signaal/ruisverhouding
- Meting met goede signaal/ruisverhouding

Bijlage 5: Analyseresultaten van de Gete

Bron: Eigen onderzoek

Datum	nummer afgetapt staal startuur:	Uur geplande staalname	Uur staalname	Waterhoogte voor staalname (cm)	Waterhoogte na staalname (cm)	tarra recipient (g)	bruto recipient (g)	netto m staal (g)	Opmerking
9/02/2010	1	13:30:00	15:00:00	174,9	167,9	305,49	2232,48	1926,99	
9/02/2010	2	00:00:51	0:01:15	167,9	159,6	306,30	2637,60	2331,30	
9/02/2010	3	00:01:26	0:02:20	159,6	150,8	307,55	2799,02	2491,47	
9/02/2010	4	00:02:59	0:03:30	150,8	143,0	305,92	2553,72	2247,80	
9/02/2010	5	00:07:48	0:07:48	143,0	134,6	306,96	2678,26	2371,30	
9/02/2010	6	00:11:24	0:11:24	134,6	126,6	306,55	2543,77	2237,22	
9/02/2010	7	00:28:00	0:28:00	126,6	118,3	306,66	2638,62	2331,96	
10/02/2010	8	01:06:00	1:06:00	118,3	110,2	306,22	2658,68	2352,46	
11/02/2010	9	20:46:00	20:47:30	110,2	102,2	306,51	2514,25	2207,74	
	einduur	44:46:00	44:50:00	110,2					
		10:16:00							

Staalnummer	Substaalnr	tarra beker (g)	bruto beker (g)	volume staal (ml)	Mastersizer	Opmerking
1	1A_1	/	/	50,0000	✓	
1	1A_2	32,2723	74,3596	42,0873	/	
1	1B_1	65,2354	125,6835	60,4481	/	
1	1B_2	43,1660	111,7687	68,6027	/	
1	1B_3	58,9595	162,0831	103,1236	/	
1	1B_4	38,0415	110,7999	72,7584	/	
1	1B_5	40,7104	106,7937	66,0833	/	
1	1B_6 (rest)	/	/	/	/	deel gemorst op de grond
2	2A_1	/	/	50,0000	✓	
2	2A_2	32,2715	76,0951	43,8236	/	
2	2B_1	65,2357	169,3524	104,1167	/	
2	2B_2	43,1660	146,5569	103,3909	/	
2	2B_3	58,9758	185,5318	126,5560	/	
2	2B_4	38,0695	108,3190	70,2495	/	
2	2B_5	40,7287	108,2617	67,5330	/	
2	2B_6 (rest)	/	/	/	/	
3	3A_1	/	/	50,0000	✓	
3	3A_2	32,3051	68,5145	36,2094	/	
3	3B_1	65,3206	127,3583	62,0377	/	
3	3B_2	43,3196	117,8772	74,5576	/	
3	3B_3	59,1646	168,6725	109,5079	/	
3	3B_4	38,1199	107,2682	69,1483	/	
3	3B_5	40,7631	105,9666	65,2035	/	
3	3B_6 (rest)	/	/	/	/	
4	4A_1	/	/	50,0000	✓	
4	4A_2	32,3553	72,8912	40,5359	/	
4	4B_1	65,3227	148,4558	83,1331	/	
4	4B_2	43,2364	121,2885	78,0521	/	
4	4B_3	59,1613	161,5711	102,4098	/	
4	4B_4	38,1297	109,6650	71,5353	/	
4	4B_6 (rest)	/	/	/	/	

Staalnummer	Substaalnr	tarra beker (g)	bruto beker (g)	volume staal (ml)	Mastersizer	Opmerking
4	4B_1bis	32,2710	40,0996	7,8286	/	
4	4B_2bis	65,2350	80,1467	14,9117	/	
4	4B_3bis	43,1954	59,0520	15,8566	/	
4	4B_4bis	58,9852	80,6843	21,6991	/	
4	4B_5bis	38,1043	50,6491	12,5448	/	
4	4B_6 (rest)	/	/	/	/	
5	5A_1	/	/	50,0000	✓	
5	5A_2	32,2717	46,7218	14,4501	/	
5	5B_1	65,2360	87,2547	22,0187	/	
5	5B_2	43,1662	58,6410	15,4748	/	
5	5B_3	59,0800	76,8428	17,7628	/	
5	5B_4	38,0890	59,1964	21,1074	/	
5	5B_5	40,7330	67,7577	27,0247	/	
5	5B_6 (rest)	/	/	/	/	±1/2 gemorst op de grond: botting tegen dieprijiesplank
6	6A_1	/	/	50,0000	✓	
6	6A_2	32,2794	59,8593	27,5799	/	
6	6B_1	65,2472	98,3052	33,0580	/	
6	6B_2	43,1757	68,8407	25,6650	/	
6	6B_3	58,9745	96,9180	37,9435	/	
6	6B_4	38,0413	63,9753	25,9340	/	
6	6B_5	40,7101	67,0406	26,3305	/	
6	6B_6 (rest)	/	/	/	/	
7	7A_1	/	/	50,0000	✓	
7	7A_2	32,3528	65,4885	33,1357	/	
7	7B_1	65,3202	115,3459	50,0257	/	
7	7B_2	43,2975	78,2714	34,9739	/	
7	7B_3	59,0937	108,3034	49,2097	/	
7	7B_4	38,1164	68,4074	30,2910	/	
7	7B_5	40,7629	83,4045	42,6416	/	
7	7B_6 (rest)	/	/	/	/	

Staalnummer	Substaaln	tarra beker (g)	bruto beker (g)	volume staal (ml)	Mastersizer	Opmerking
8	8A_1	/	/	50,0000	✓	
8	8A_2	32,2723	70,4041	38,1318	/	
8	8B_1	65,2357	136,8123	71,5766	/	
8	8B_2	43,1659	107,0360	63,8701	/	
8	8B_3	58,9623	173,8480	114,8857	/	
8	8B_4	38,0393	92,5051	54,4658	/	
8	8B_5	40,7099	100,9849	60,2750	/	
8	8B_6 (rest)	/	/	/	/	
9	9A_1	/	/	50,0000	✓	
9	9A_2	32,2719	72,2158	39,9439	/	
9	9B_1	65,2360	135,2685	70,0325	/	
9	9B_2	43,1665	101,2786	58,1121	/	
9	9B_3	58,9589	148,3856	89,4267	/	
9	9B_4	38,0399	99,5222	61,4823	/	
9	9B_5	40,7086	109,1994	68,4908	/	
9	9B_6 (rest)	/	/	/	/	

Staalnummer	Substaalnr	zeven	Kroes nr.	Kroes leeg (g) 105°C	Kroes + filter leeg (g) 105°C	filtreren	Kroes + filter sed drogen (g) 105°C	netto (g)	Conc. (g/l)	Kroes + filter verassen (g) 550°C	LOI (%)	Opmerking
1	1A_2	/	54	33,7980	33,8806	✓	33,9000	0,0194	0,4609	33,8184	-5,15	
1	1B_1	✓	109	39,0059	39,0890	✓	39,0882	-0,0008	-0,0132	/	/	
1	1B_2	✓	187	36,3870	36,4699	✓	36,4703	0,0004	0,0058	/	/	
1	1B_3	✓	198	30,6241	30,7060	✓	30,7069	0,0009	0,0087	/	/	
1	1B_4	✓	202	34,0186	34,1014	✓	34,1018	0,0004	0,0055	/	/	
1	1B_5	✓	206	38,1569	38,2392	✓	38,2400	0,0008	0,0121	/	/	
2	2A_2	/	210	40,2244	40,3068	✓	40,3422	0,0354	0,8078	40,2543	15,54	
2	2B_1	✓	222	35,7855	35,8670	✓	35,8919	0,0249	0,2392	/	/	
2	2B_2	✓	232	32,4865	32,5686	✓	32,5923	0,0237	0,2292	/	/	
2	2B_3	✓	233	36,1759	36,2575	✓	36,2823	0,0248	0,1960	/	/	
2	2B_4	✓	234	35,4853	35,5669	✓	35,5911	0,0142	0,2021	/	/	
2	2B_5	✓	251	36,7388	36,8200	✓	36,8346	0,0146	0,2162	/	/	
3	3A_2	/	317	33,0293	33,1140	✓	33,1707	0,0567	1,5659	33,0816	7,76	
3	3B_1	✓	322	35,0032	35,0844	✓	35,1486	0,0642	1,0349	/	/	
3	3B_2	✓	362	36,8186	36,9003	✓	36,9714	0,0711	0,9536	/	/	
3	3B_3	✓	401	33,7604	33,8426	✓	33,9562	0,1136	1,0374	/	/	
3	3B_4	✓	403	33,3904	33,4721	✓	33,5324	0,0603	0,8720	/	/	
3	3B_5	✓	416	33,5035	33,5849	✓	33,6439	0,0590	0,9049	/	/	
4	4A_2	/	419	36,6167	36,6985	✓	37,0275	0,3290	8,1163	36,9196	7,93	
4	4B_1	✓	420	35,4564	35,5396	✓	35,9609	0,4213	5,0678	/	/	opnieuw --> te veel sediment op filter
4	4B_2	✓	432	39,0667	39,1493	✓	39,5788	0,4295	5,5027	/	/	opnieuw --> te veel sediment op filter
4	4B_3	✓	433	34,7507	34,8324	✓	35,3720	0,5396	5,2690	/	/	opnieuw --> te veel sediment op filter
4	4B_4	✓	434	33,5677	33,6496	✓	34,0941	0,4445	6,2137	/	/	opnieuw --> te veel sediment op filter
4	4B_5	✓	436	31,5903	31,6729	✓	31,7565	0,0836	6,6641	/	/	
4	4B_1bis	✓	252	33,6503	33,7322	✓	33,7766	0,0444	5,6715	/	/	>63µm naar 4C_6
4	4B_2bis	✓	254	37,4452	37,5253	✓	37,6210	0,0957	6,4178	/	/	>63µm naar 4C_6
4	4B_3bis	✓	259	33,9092	33,9897	✓	33,0795	-0,9102	-57,4020	/	/	>63µm naar 4C_6
4	4B_4bis	✓	261	33,2639	33,3459	✓	33,4988	0,1529	7,0464	/	/	>63µm naar 4C_6

Staalnummer	Substaalnr	zeven	Kroes nr.	Kroes leeg (g) 105 °C	Kroes + filter leeg (g), 105 °C	filtreren	Kroes + filter sed drogen (g) 105 °C	netto (g)	Conc. (g/l)	Kroes + filter verassen (g) 550 °C	LOI (%)	Opmerking
5	5A_2	/	438	35,1414	35,2242	✓	35,2565	0,0323	2,2353	35,1685	16,10	
5	5B_1	✓	441	36,1999	36,2825	✓	36,3224	0,0399	1,8121	/	/	
5	5B_2	✓	443	33,6233	33,7060	✓	33,7354	0,0294	1,8999	/	/	
5	5B_3	✓	445	33,9577	34,0403	✓	34,0679	0,0276	1,5538	/	/	
5	5B_4	✓	458	33,3719	33,4542	✓	33,4958	0,0416	1,9709	/	/	
5	5B_5	✓	498	33,1029	33,1848	✓	33,2299	0,0451	1,6688	/	/	
6	6A_2	/	110	31,1600	31,2432	✓	31,2956	0,0524	1,8999	31,2084	7,63	
6	6B_1	✓	191	32,6726	32,7551	✓	32,8076	0,0525	1,5881	/	/	
6	6B_2	✓	192	36,9147	36,9969	✓	37,0341	0,0372	1,4494	/	/	
6	6B_3	✓	197	36,8421	36,9247	✓	36,9672	0,0625	1,6472	/	/	
6	6B_4	✓	202	31,8962	31,9685	✓	32,0063	0,0378	1,4575	/	/	
6	6B_5	✓	203	35,7311	35,8135	✓	35,8553	0,0418	1,5875	/	/	
7	7A_2	/	205	32,5607	32,6416	✓	32,6625	0,0209	0,6307	32,579	12,44	
7	7B_1	✓	208	33,0484	33,1280	✓	33,1505	0,0225	0,4498	/	/	
7	7B_2	✓	213	39,0058	39,0859	✓	39,1040	0,0181	0,5175	/	/	
7	7B_3	✓	215	31,8821	31,9622	✓	31,9693	0,0271	0,5507	/	/	
7	7B_4	✓	218	34,5753	34,6560	✓	34,6685	0,0125	0,4127	/	/	
7	7B_5	✓	217	35,7782	35,8582	✓	35,8807	0,0225	0,5277	/	/	
8	8A_2	/	220	36,4910	36,5709	✓	36,5777	0,0068	0,1783	36,4955	33,82	
8	8B_1	✓	223	34,1774	34,2587	✓	34,2701	0,0114	0,1593	/	/	
8	8B_2	✓	226	32,7402	32,8219	✓	32,8328	0,0109	0,1707	/	/	
8	8B_3	✓	229	33,1101	33,1922	✓	33,2128	0,0206	0,1793	/	/	
8	8B_4	✓	244	35,8381	35,9207	✓	35,9290	0,0083	0,1524	/	/	
8	8B_5	✓	249	32,4685	32,5508	✓	32,5609	0,0101	0,1676	/	/	
9	9A_2	/	257	35,4899	35,5714	✓	35,5731	0,0017	0,0426	35,4923	-41,18	
9	9B_1	✓	259	35,0728	35,1544	✓	35,1560	0,0016	0,0228	/	/	
9	9B_2	✓	240	32,7170	32,7981	✓	32,8028	0,0047	0,0809	/	/	
9	9B_3	✓	242	36,9036	36,9655	✓	36,9906	0,0051	0,0570	/	/	
9	9B_4	✓	243	37,1540	37,2353	✓	37,2396	0,0043	0,0599	/	/	
9	9B_5	✓	245	33,1815	33,2624	✓	33,2664	0,0040	0,0584	/	/	

Staalnummer	Substaalnr	zeven	petrischaal leeg (g)	invriezen	vriesdrogen	wegen	massa sediment (mg)	SSC (mg/l)	Opmerking
1	1B_6 (rest)	✓	/	✓	✓	/	1063,6	726,5590	
1	1C_1 (rest)	/	7,3485	✓	✓	7,4230	74,5	1232,4622	
1	1C_2 (rest)	/	7,3517	✓	✓	7,3880	36,3	529,1337	Opm.1
1	1C_3 (rest)	/	7,3452	✓	✓	7,4080	62,8	608,9780	
1	1C_4 (rest)	/	7,3554	✓	✓	7,3965	41,1	564,8832	
1	1C_5 (rest)	/	7,3555	✓	✓	7,3972	41,7	631,0218	
1	1C_6 (rest)	/	/	✓	✓	/	593,4	405,3593	
2	2B_6 (rest)	✓	/	✓	✓	/	1434,4	812,4011	
2	2C_1 (rest)	/	7,3438	✓	✓	7,4364	92,6	889,3866	
2	2C_2 (rest)	/	7,3422	✓	✓	7,4469	104,7	1012,6617	
2	2C_3 (rest)	/	7,3480	✓	✓	7,4504	102,4	809,1280	
2	2C_4 (rest)	/	7,3523	✓	✓	7,4142	61,9	881,1451	Opm.1
2	2C_5 (rest)	/	7,3537	✓	✓	7,4220	68,3	1011,3574	
2	2C_6 (rest)	/	/	✓	✓	/	1511,1	855,8417	
3	3B_6 (rest)	✓	/	✓	✓	/	3097,6	1529,8259	
3	3C_1 (rest)	/	7,3497	✓	✓	7,4272	77,5	1249,2404	Opm.1
3	3C_2 (rest)	/	7,3423	✓	✓	7,4241	81,8	1097,1383	Opm.1
3	3C_3 (rest)	/	7,3475	✓	✓	7,4399	92,4	843,7747	Opm.1
3	3C_4 (rest)	/	7,3475	✓	✓	7,4146	67,1	970,3782	
3	3C_5 (rest)	/	7,3439	✓	✓	7,3987	54,8	840,4457	Opm.1
3	3C_6 (rest)	/	/	✓	✓	/	1120,5	553,3865	
4	4B_6 (rest)	✓	/	✓	✓	/	12408,0	7093,1513	
4	4C_1 (rest)	/	7,3447	✓	✓	7,5446	199,9	2404,5777	
4	4C_2 (rest)	/	7,3492	✓	✓	7,5003	151,1	1935,8864	
4	4C_3 (rest)	/	7,3543	✓	✓	7,5260	171,7	1676,5974	
4	4C_4 (rest)	/	7,3474	✓	✓	7,4067	59,3	828,9614	Opm.1
4	4C_5 (rest)	/	7,3434	✓	✓	7,3847	41,3	594,5355	
4	4C_6 (rest)	/	/	✓	✓	/	962,5	550,2223	
5	5B_6 (rest)	✓	/	✓	✓	/	4527,8	2054,8578	
5	5C_1 (rest)	/	7,3491	✓	✓	7,3923	43,2	1961,9687	
5	5C_2 (rest)	/	7,3509	✓	✓	7,3879	37,0	2390,9841	
5	5C_3 (rest)	/	7,3504	✓	✓	7,3738	23,4	1317,3599	Opm.1
5	5C_4 (rest)	/	7,3433	✓	✓	7,3622	18,9	895,4206	Opm.1
5	5C_5 (rest)	/	7,3514	✓	✓	7,3711	19,7	728,9628	
5	5C_6 (rest)	/	/	✓	✓	/	130,9	59,4065	

Staalnummer	Substaalnr	zeven	petrischaal leeg (g)	invriezen	vriesdrogen	wegen	massa sediment (mg)	SSC (mg/l)	Opmerking
6	6B_6 (rest)	✓	/	✓	✓	/	4513,0	2244,4818	
6	6C_1 (rest)	/	7,3484	✓	✓	7,3834	35,0	1058,7452	
6	6C_2 (rest)	/	7,3464	✓	✓	7,3796	33,2	1293,5905	
6	6C_3 (rest)	/	7,3459	✓	✓	7,3678	21,9	577,1740	
6	6C_4 (rest)	/	7,3502	✓	✓	7,3677	17,5	674,7899	
6	6C_5 (rest)	/	7,5847	✓	✓	7,6071	22,4	850,7244	Grof materiaal gelekt --> onderschatting
6	6C_6 (rest)	/	/	✓	✓	/	42,6	21,1866	
7	7B_6 (rest)	✓	/	✓	✓	/	2514,0	1231,3374	
7	7C_1 (rest)	/	7,5784	✓	✓	7,5898	11,4	227,8829	Opm.1
7	7C_2 (rest)	/	7,5126	✓	✓	7,5438	31,2	892,0938	Opm.1
7	7C_3 (rest)	/	7,5527	✓	✓	7,5680	15,3	310,9143	Opm.1
7	7C_4 (rest)	/	7,5950	✓	✓	7,6083	13,3	439,0743	Opm.1
7	7C_5 (rest)	/	7,5203	✓	✓	7,5475	27,2	637,8748	Opm.1
7	7C_6 (rest)	/	/	✓	✓	/	80,0	39,1834	
8	8B_6 (rest)	✓	/	✓	✓	/	1626,0	856,1252	
8	8C_1 (rest)	/	7,5648	✓	✓	7,5727	7,9	110,3713	Opm.1
8	8C_2 (rest)	/	7,4775	✓	✓	7,4922	14,7	230,1546	
8	8C_3 (rest)	/	7,5497	✓	✓	7,5556	5,9	51,3554	
8	8C_4 (rest)	/	7,4870	✓	✓	7,4952	8,2	150,5532	
8	8C_5 (rest)	/	7,6368	✓	✓	7,6399	3,1	51,4309	
8	8C_6 (rest)	/	/	✓	✓	/	27,1	14,2688	
9	9B_6 (rest)	✓	/	✓	✓	/	1412,5	797,9091	
9	9C_1 (rest)	/	7,6317	✓	✓	7,6454	13,7	195,6235	
9	9C_2 (rest)	/	7,5052	✓	✓	7,5261	20,9	359,6497	
9	9C_3 (rest)	/	7,5799	✓	✓	7,5989	19,0	212,4645	
9	9C_4 (rest)	/	7,6054	✓	✓	7,6317	26,3	427,7654	
9	9C_5 (rest)	/	7,6233	✓	✓	7,6366	13,3	194,1867	
9	9C_6 (rest)	/	/	✓	✓	/	71,6	40,4462	
Opm.1: Gevriesdroomd zonder deksel --> netto verlies									

Staalnummer	Substaalnr	Kroes nr.	Kroes leeg (g) 105°C	Kroes + sed (g)	Massa sediment in meelkamer (g)	densiteit (g/cm ³) voor verassen	kroes+ sediment na verassing (g)	LOI (%)	Massa sediment in meelkamer (g)	densiteit (g/cm ³) na verassen	mastersizer na verassen
1	1B_6 (rest)	300	35,2959	36,3595	0,6746	2,2719±0,0044	36,1647	18,32	0,7244	2,6335±0,0037	✓
1	1C_1 (rest)										
1	1C_2 (rest)										
1	1C_3 (rest)										
1	1C_4 (rest)										
1	1C_5 (rest)										
1	1C_6 (rest)	417	34,5925	35,4423	0,5518	2,4355±0,0053	35,3334	12,81	0,6573	2,6889±0,0038	✓
2	2B_6 (rest)										
2	2C_1 (rest)										
2	2C_2 (rest)										
2	2C_3 (rest)										
2	2C_4 (rest)										
2	2C_5 (rest)	427	38,0647	39,4991	0,9738	2,3531±0,0038	39,2728	15,78	1,1130	2,6375±0,0017	✓
2	2C_6 (rest)										
3	3B_6 (rest)										
3	3C_1 (rest)										
3	3C_2 (rest)										
3	3C_3 (rest)										
3	3C_4 (rest)	439	35,5230	37,4640	1,2657	2,2295±0,0015	37,1109	18,19	0,6703	2,6748±0,0027	✓
3	3C_5 (rest)										
3	3C_6 (rest)										
3	3B_6 (rest)										
3	3C_1 (rest)										
3	3C_2 (rest)										
3	3C_3 (rest)	110	37,2399	40,3375	1,2499	2,4200±0,0021	39,9143	13,66	1,5085	2,6833±0,0012	✓
3	3C_4 (rest)										
3	3C_5 (rest)										
3	3C_6 (rest)										
4	4B_6 (rest)										
4	4C_1 (rest)										
4	4C_2 (rest)	197	33,5526	35,0467	0,7021	2,1261±0,0056	34,6433	27,00	0,5642	2,7329±0,0056	✓
4	4C_3 (rest)										
4	4C_4 (rest)										
4	4C_5 (rest)										
4	4C_6 (rest)										
4	4C_6 (rest)										
4	4B_6 (rest)	209	34,2020	46,6100	1,5158	2,4923±0,0013	45,2204	11,20	2,0621	2,6941±0,0012	✓
4	4C_1 (rest)										
4	4C_2 (rest)										
4	4C_3 (rest)										
4	4C_4 (rest)										
4	4C_5 (rest)										
4	4C_6 (rest)	230	36,2307	37,8165	0,8563	2,3331±0,0019	37,5690	15,61	1,3242	2,6984±0,0016	✓
5	5B_6 (rest)										
5	5C_1 (rest)										
5	5C_2 (rest)										
5	5C_3 (rest)										
5	5C_4 (rest)										
5	5C_5 (rest)	231	36,7834	41,3112	1,2699	2,4876±0,0013	40,8292	10,65	1,7211	2,6949±0,0018	✓
5	5C_6 (rest)										
5	5C_1 (rest)										
5	5C_2 (rest)										
5	5C_3 (rest)										
5	5C_4 (rest)										
5	5C_5 (rest)	235	31,6851	31,9582	0,2456	2,3455±0,0083	31,9095	17,83	0,2068	2,6975±0,0191	✓
5	5C_6 (rest)										

Staalnummer	Substaalnr	Kroes nr.	Kroes leeg (g) 105°C	Kroes + sed (g)	Massa sediment in meekamer (g)	densiteit (g/cm ³) voor verassen	kroes+ sediment na verassing (g)	LOI %	Massa sediment in meekamer (g)	densiteit (g/cm ³) na verassen	mastersizer na verassen
6	6B_6 (rest)	247	36,5866	41,0996	1,4108	1,7380±0,0012	40,5567	12,03	1,4233	2,7035±0,0031	✓
6	6C_1 (rest)	253	39,4930	39,6656	0,1692	2,3752±0,0100	39,6308	20,16	0,1320	3,0901±0,0219	✓
6	6C_2 (rest)										
6	6C_3 (rest)										
6	6C_4 (rest)										
6	6C_5 (rest)										
6	6C_6 (rest)										
7	7B_6 (rest)	256	32,4033	34,9173	1,4483	2,3535±0,0027	34,5091	16,24	1,3645	2,6865±0,0023	✓
7	7C_1 (rest)	263	34,7700	34,9484	0,1678	2,3905±0,0086	34,9131	19,79	0,1349	2,9863±0,0244	✓
7	7C_2 (rest)										
7	7C_3 (rest)										
7	7C_4 (rest)										
7	7C_5 (rest)										
7	7C_6 (rest)										
8	8B_6 (rest)	308	35,8103	37,4363	0,8965	2,3112±0,0042	37,1538	17,37	1,0376	2,6497±0,0190	✓
8	8C_1 (rest)	310	35,0971	35,1640	0,0621	2,6832±0,0359	35,1492	22,12	0,0489	3,6383±0,1384	✓
8	8C_2 (rest)										
8	8C_3 (rest)										
8	8C_4 (rest)										
8	8C_5 (rest)										
8	8C_6 (rest)										
9	9B_6 (rest)	313	34,5420	35,9545	0,8740	2,1587±0,0051	35,6417	22,15	0,8957	2,6297±0,0039	✓
9	9C_1 (rest)	422	35,9736	36,1384	0,1602	2,3438±0,0080	36,1029	21,54	0,1251	2,8720±0,0381	✓
9	9C_2 (rest)										
9	9C_3 (rest)										
9	9C_4 (rest)										
9	9C_5 (rest)										
9	9C_6 (rest)										

Bijlage 6: Korrelgrootteberekeningen met de wet van Stokes voor de Mangelbeek (bij theoretische aftaptijden)

Bron: Eigen onderzoek

Wet van stokes:	$V=2/9*(\rho p - \rho_f)\mu * g R^2$												
	200	150	100	63	50	40	30	20	10	5	3	1	
	100	75	50	31,5	25	20	15	10	5	2,5	1,5	0,5	
V in m/s	3,597E-02	2,023E-02	8,993E-03	3,569E-03	2,248E-03	1,439E-03	8,093E-04	3,597E-04	8,993E-05	2,248E-05	8,093E-06	8,993E-07	
1min in cm	215,8	121,4	54,0	21,4	13,5	8,6	4,9	2,2	0,5	0,1	0,05	0,0	
5 min in cm	1079,1	607,0	269,8	107,1	67,4	43,2	24,3	10,8	2,7	0,7	0,2	0,0	
10min in cm	2158,2	1214,0	539,6	214,1	134,9	86,3	48,6	21,6	5,4	1,3	0,5	0,1	
30min in cm	6474,6	3642,0	1618,7	642,4	404,7	259,0	145,7	64,7	16,2	4,0	1,5	0,2	
60 min in cm	12949,2	7283,9	3237,3	1284,9	809,3	518,0	291,4	129,5	32,4	8,1	2,9	0,3	
5u in cm	64746,0	36419,6	16186,5	6424,4	4046,6	2589,8	1456,8	647,5	161,9	40,5	14,6	1,6	
24u in cm	310780,8	174814,2	77695,2	30837,2	19423,8	12431,2	6992,6	3107,8	777,0	194,2	69,9	7,8	

straal buis:	9,50 cm
oppervlakte:	283,53 cm ²
volume 1m:	28,35 cm ³
inhoud trechter:	2,2 l
hoogte voor 1l (1000cm ³)	3,53 cm
hoogte voor 2200ml	7,76 cm
initiele waterhoogte	1,600 m
sedimenthoogte	0,170 m

				valsnelheidscategorieën										
				215cm/min	120cm/min	55cm/min	20cm/min	13cm/min	5cm/min	2cm/min	0,1cm/min	0,05cm/min		
4/03/2010 12:45:00				215	120	55	20	13	5	2	0,1	0,05		
4/03/2010 12:45:51	00:00:51	00:00:51	0,85	0,85	182,8	102,0	46,8	17,0	11,1	4,3	1,7	0,1	0,0	
			max		-5,8	75,0	130,3	160,0	166,0	172,8	175,3	176,9	177,0	
			min		-22,8	58,0	113,3	143,0	149,0	155,8	158,3	159,9	160,0	
			max (na aft)		-13,8	67,0	122,3	152,0	158,0	164,8	167,3	168,9	169,0	
			min (na aft)		-30,8	50,0	105,3	135,0	141,0	147,8	150,3	151,9	152,0	
4/03/2010 12:46:26	00:01:26	00:00:35	1,43	0,58										
			max		-3,0	90,2	140,3	150,4	161,8	166,1	168,9	168,9		
			min		-20,0	73,2	123,3	133,4	144,8	149,1	151,9	151,9		
			max (na aft)		-11,0	82,2	132,3	142,4	153,8	158,1	160,9	160,9		
			min (na aft)		-28,0	65,2	115,3	125,4	136,8	141,1	143,9	143,9		
4/03/2010 12:47:59	00:02:59	00:01:33	2,98	1,55										
			max		-3,1	101,3	122,2	146,1	155,0	160,7	160,9			
			min		-20,1	84,3	105,2	129,1	138,0	143,7	143,9			
			max (na aft)		-11,1	93,3	114,2	138,1	147,0	152,7	152,9			
			min (na aft)		-28,1	76,3	97,2	121,1	130,0	135,7	135,9			
4/03/2010 12:52:48	00:07:48	00:04:49	7,8	4,82										
			max		-3,0	51,6	114,0	137,4	152,2	152,6				
			min		-20,0	34,6	97,0	120,4	135,2	135,6				
			max (na aft)		-11,0	43,6	106,0	129,4	144,2	144,6				
			min (na aft)		-28,0	26,6	89,0	112,4	127,2	127,6				
4/03/2010 12:56:24	00:11:24	00:03:36	11,4	3,6										
			max		-3,2	88,0	122,2	143,9	144,4					
			min		-20,2	71,0	105,2	126,9	127,4					
			max (na aft)		-11,2	80,0	114,2	135,9	136,4					
			min (na aft)		-28,2	63,0	97,2	118,9	119,4					
4/03/2010 13:13:00	00:28:00	00:16:36	28	16,6										
			max		-3,0	81,0	134,2	135,6						
			min		-20,0	64,0	117,2	118,6						
			max (na aft)		-11,0	73,0	126,2	127,6						
			min (na aft)		-28,0	56,0	109,2	110,6						
4/03/2010 13:51:00	01:06:00	00:38:00	66	38										
			max		-3,0	122,4	125,7							
			min		-20,0	105,4	108,7							
			max (na aft)		-11,0	114,4	117,7							
			min (na aft)		-28,0	97,4	100,7							
5/03/2010 9:31:00	20:46:00	19:40:00	1246	1180										
			max		-3,6	58,7								
			min		-20,6	41,7								
			max (na aft)		-11,6	50,7								
			min (na aft)		-28,6	33,7								
6/03/2010 9:33:30	44:48:30	24:02:30	2688,5	1442,5										
			max		-21,4									
			min		-38,4									
			max (na aft)		-29,2									
			min (na aft)		-46,2									

daling waterniveau	# vorige aftappingen		v (m/s)	straat ²	straat (µm)	korrelgr. (µm)
0,078	0	max	3,471E-02	9,649E-08	310,621	621,243
		min	3,137E-02	8,722E-08	295,328	590,656
0,078	1	max	1,967E-02	5,470E-08	233,873	467,747
		min	1,770E-02	4,920E-08	221,813	443,627
0,078	2	max	9,017E-03	2,507E-08	158,327	316,654
		min	8,067E-03	2,243E-08	149,757	299,514
0,078	3	max	3,282E-03	9,124E-09	95,522	191,044
		min	2,919E-03	8,115E-09	90,081	180,162
0,078	4	max	2,132E-03	5,926E-09	76,980	153,961
		min	1,883E-03	5,235E-09	72,354	144,707
0,078	5	max	8,214E-04	2,284E-09	47,788	95,575
		min	7,202E-04	2,002E-09	44,747	89,495
0,078	6	max	3,288E-04	9,141E-10	30,233	60,467
		min	2,859E-04	7,947E-10	28,191	56,381
0,078	7	max	1,637E-05	4,552E-11	6,747	13,493
		min	1,410E-05	3,920E-11	6,261	12,521
0,078	8	max	7,104E-06	1,975E-08	1,405	2,811
		min	6,050E-06	1,682E-08	1,297	2,594

Bijlage 7: Korrelgrootteberekeningen met de wet van Stokes voor de Mangelbeek (bij werkelijke aftaptijden)

Bron: Eigen onderzoek

Wet van Stokes:	$V = 2/9 * (pp - pf) / \mu * g R^2$											
	200	150	100	63	50	40	30	20	10	5	3	1
	100	75	50	31,5	25	20	15	10	5	2,5	1,5	0,5
V in m/s	3,597E-02	2,023E-02	8,993E-03	3,569E-03	2,248E-03	1,439E-03	8,093E-04	3,597E-04	8,993E-05	2,248E-05	8,093E-06	8,993E-07
1min in cm	215,8	121,4	54,0	21,4	13,5	8,6	4,9	2,2	0,5	0,1	0,05	0,0
5 min in cm	1079,1	607,0	269,8	107,1	67,4	43,2	24,3	10,8	2,7	0,7	0,2	0,0
10min in cm	2158,2	1214,0	539,6	214,1	134,9	86,3	48,6	21,6	5,4	1,3	0,5	0,1
30min in cm	6474,6	3642,0	1618,7	642,4	404,7	259,0	145,7	64,7	16,2	4,0	1,5	0,2
60 min in cm	12949,2	7283,9	3237,3	1284,9	809,3	518,0	291,4	129,5	32,4	8,1	2,9	0,3
5u in cm	64746,0	36419,6	16186,5	6424,4	4046,6	2589,8	1456,8	647,5	161,9	40,5	14,6	1,6
24u in cm	310780,8	174814,2	77695,2	30837,2	19423,8	12431,2	6992,6	3107,8	777,0	194,2	69,9	7,8

straal buis:	9,50 cm
oppervlakte:	283,53 cm ²
volume 1m:	28,35 cm ³
inhoud trechter:	2,2 l
hoogte voor 1l (1000cm ³)	3,53 cm
hoogte voor 2200ml	7,76 cm
initiele waterhoogte	1,600 m
sedimenthoogte	0,170 m

		valsnelheidscategorieën											daling waterniveau (m)	# vorige aftappingen
		215cm/min	120cm/min	55cm/min	20cm/min	13cm/min	5cm/min	2cm/min	0,1cm/min	0,05cm/min				
4/03/2010 12:45:00		215	120	55	20	13	5	2	0,1	0,05				
4/03/2010 12:46:11	00:01:11 00:01:11	1,18	1,18	254,41667	142	65,083333	23,666667	15,383333	5,9166667	2,3666667	0,11833333	0,05916667	0,082	0
	max			-77,4	35,0	111,9	153,3	161,6	171,1	174,6	176,9	176,9		
	min			-94,4	18,0	94,9	136,3	144,6	154,1	157,6	159,9	159,9		
	max (na aft)			-85,2	27,2	104,1	145,5	153,8	163,3	166,8	169,1	169,1		
	min (na aft)			-102,2	10,2	87,1	128,5	136,8	146,3	149,8	152,1	152,1		
4/03/2010 12:47:20	00:02:20 00:01:09	2,33	1,15										0,089	1
	max			-110,8	40,9	122,5	138,9	157,5	164,5	169,0	169,1			
	min			-127,8	23,9	105,5	121,9	140,5	147,5	152,0	152,1			
	max (na aft)			-118,6	33,1	114,7	131,1	149,7	156,7	161,2	161,3			
	min (na aft)			-135,6	16,1	97,7	114,1	132,7	139,7	144,2	144,3			
4/03/2010 12:48:14	00:03:14 00:00:54	3,23	0,90										0,078	2
	max					-16,4	96,7	119,4	145,2	154,9	161,1	161,2		
	min					-33,4	79,7	102,4	128,2	137,9	144,1	144,2		
	max (na aft)					-24,2	88,9	111,6	137,4	147,1	153,3	153,4		
	min (na aft)					-41,2	71,9	94,6	120,4	130,1	136,3	136,4		
4/03/2010 12:52:48	00:07:48 00:04:34	7,8	4,57										0,081	3
	max					-2,4	52,2	114,6	138,0	152,8	153,2			
	min					-19,4	35,2	97,6	121,0	135,8	136,2			
	max (na aft)					-10,2	44,4	106,8	130,2	145,0	145,4			
	min (na aft)					-27,2	27,4	89,8	113,2	128,0	128,4			
4/03/2010 12:56:24	00:11:24 00:03:36	11,4	3,6										0,080	4
	max							-2,4	88,8	123,0	144,7	145,2		
	min							-19,4	71,8	106,0	127,7	128,2		
	max (na aft)							-10,2	81,0	115,2	136,9	137,4		
	min (na aft)							-27,2	64,0	98,2	119,9	120,4		
4/03/2010 13:13:00	00:28:00 00:16:36	28	16,6										0,080	5
	max							-2,0	82,0	135,2	136,6			
	min							-19,0	65,0	118,2	119,6			
	max (na aft)							-9,8	74,2	127,4	128,8			
	min (na aft)							-26,8	57,2	110,4	111,8			
4/03/2010 13:51:00	01:06:00 00:38:00	66	38										0,079	6
	max								-1,8	123,6	126,9			
	min								-18,8	106,6	109,9			
	max (na aft)								-9,6	115,8	119,1			
	min (na aft)								-26,6	98,8	102,1			
5/03/2010 9:31:12	20:46:12 19:40:12	1246,2	1180,2										0,081	7
	max									-2,2	60,1			
	min									-19,2	43,1			
	max (na aft)									-10,0	52,3			
	min (na aft)									-27,0	35,3			
5/03/2010 17:49:00	29:04:00 8:17:48	1744	497,8										0,080	8
	max										27,4			
	min										10,4			
	max (na aft)										19,6			
	min (na aft)										2,6			

Korrelgrootte berekening met behulp van de wet van Stokes:

$$v = \frac{2}{9} \cdot \frac{(\rho_p - \rho_f)}{\mu} \cdot g \cdot R^2$$

Aftapping	max min	v (m/s)	ρ zonder OM		empirische bezinkingsvlg		Chum	ZOM <63µm	ZOM >63µm	ρ zonder OM	empirische bezinkingsvlg
			straal ²	straal (µm)	ρ zonder OM	ρ zonder OM					
Aftapping 1	max	2,493E-02	6,379E-05	79,871	159,741	157,462	159,025	15,999	204,286	155,809	154,366
	min	2,254E-02	5,767E-05	75,938	151,877	151,271					
Aftapping 2	max	1,206E-02	3,107E-05	55,744	111,487	123,111	162,244	15,402	178,042	108,606	121,328
	min	1,084E-02	2,794E-05	52,862	105,725	119,545					
Aftapping 3	max	8,242E-03	1,928E-05	43,913	87,825	109,116	111,898	15,467	147,066	85,425	107,797
	min	7,366E-03	1,723E-05	41,513	83,025	106,477					
Aftapping 4	max	3,250E-03	6,913E-06	26,294	52,587	91,167	48,536	15,301	116,932	51,074	90,469
	min	2,887E-03	6,141E-06	24,781	49,561	89,771					
Aftapping 5	max	2,105E-03	4,078E-06	20,193	40,387	85,667	36,766	14,716	103,581	39,157	85,134
	min	1,857E-03	3,596E-06	18,964	37,928	84,600					
Aftapping 6	max	8,095E-04	1,524E-06	12,344	24,688	79,076	29,995	18,627	97,173	23,891	78,756
	min	7,083E-04	1,333E-06	11,547	23,094	78,436					
Aftapping 7	max	3,232E-04	6,071E-07	7,791	15,583	75,488	25,360	18,406	101,743	15,047	75,282
	min	2,803E-04	5,264E-07	7,256	14,511	75,077					
Aftapping 8	max	1,606E-05	3,068E-08	1,752	3,503	70,978	19,589	16,905	126,866	3,375	70,931
	min	1,379E-05	2,634E-08	1,623	3,246	70,885					
Aftapping 9	max	1,070E-05	2,026E-08	1,423	2,847	70,741	24,005	12,648	85,726	2,735	70,700
	min	9,079E-06	1,719E-08	1,311	2,622	70,660					

- Meting met slechte signaal/ruisverhouding
- Meting met matige signaal/ruisverhouding
- Meting met goede signaal/ruisverhouding

Bijlage 8: Analyseresultaten van de Mangelbeek

Bron: Eigen onderzoek

Datum	nummer afgetapt staal startuur:	Uur geplande staalname	Uur staalname	Waterhoogte voor staalname (cm)	Waterhoogte na staalname (cm)	tarra recipiënt (g)	bruto recipiënt (g)	netto m staal (g)	Opmerking
3/03/2010	1	13:30:00	12:45:00	177,0	168,8	305,39	2700,73	2395,34	
3/03/2010	2	00:01:26	0:02:20	168,8	159,9	306,22	2846,79	2540,57	
3/03/2010	3	00:02:59	0:03:14	159,9	152,1	307,35	2453,12	2145,77	
3/03/2010	4	00:07:48	0:07:48	152,1	144,0	305,80	2604,61	2298,81	
3/03/2010	5	00:11:24	0:11:24	144,0	136,0	306,56	2572,41	2265,85	
3/03/2010	6	00:28:00	0:28:00	136,0	128,0	306,59	2560,50	2253,91	
3/03/2010	7	01:06:00	1:06:00	128,0	120,0	306,51	2496,90	2190,39	
4/03/2010	8	20:46:00	20:46:12	120,0	112,0	306,92	2553,04	2246,12	
5/03/2010	9	44:46:00	29:04:00	112,0	104,0	306,42	2562,27	2255,85	
	einduur	10:16:00		104,0					

Staalnummer	Substaalnr	tarra beker (g)	bruto beker (g)	volume staal (ml)	Mastersizer	Opmerking
1	1A_1	/	/	50,0000	✓	
1	1A_2	32,2715	64,0555	31,7840	/	
1	1B_1	65,2349	128,6288	63,3939	/	
1	1B_2	43,1662	113,8929	70,7267	/	
1	1B_3	58,9584	141,9052	82,9468	/	
1	1B_4	38,0398	110,3586	72,3188	/	
1	1B_5	40,7080	102,4514	61,7434	/	
1	1B_6 (rest)	/	/	/	/	
2	2A_1	/	/	50,0000	✓	
2	2A_2	32,2715	68,9001	36,6286	/	
2	2B_1	65,2349	107,2160	41,9811	/	
2	2B_2	43,1664	98,3755	55,2091	/	
2	2B_3	58,9587	162,2794	103,3207	/	
2	2B_4	38,0399	89,6858	51,6459	/	
2	2B_5	40,7085	106,0622	65,3537	/	
2	2B_6 (rest)	/	/	/	/	
3	3A_1	/	/	50,0000	✓	
3	3A_2	32,3553	67,3675	35,0122	/	
3	3B_1	65,3862	103,9370	38,5508	/	
3	3B_2	43,2763	101,6633	58,3870	/	
3	3B_3	59,1784	138,5121	79,3337	/	
3	3B_4	38,1428	101,3960	63,2532	/	
3	3B_5	40,7834	101,1771	60,3937	/	
3	3B_6 (rest)	/	/	/	/	
4	4A_1	/	/	50,0000	✓	
4	4A_2	32,2720	61,5343	29,2623	/	
4	4B_1	65,2355	116,6079	51,3724	/	
4	4B_2	43,1664	90,0465	46,8801	/	
4	4B_3	58,9729	141,5979	82,6250	/	
4	4B_4	38,0697	97,8697	59,8000	/	
4	4B_5	40,7153	99,1545	58,4392	/	
4	4B_6 (rest)	/	/	/	/	

Staalnummer	Substaalnr	tarra beker (g)	bruto beker (g)	volume staal (ml)	Mastersizer	Opmerking
5	5A_1	/	/	50,0000	✓	
5	5A_2	32,2718	65,4036	33,1318	/	
5	5B_1	64,2354	124,7337	60,4983	/	
5	5B_2	43,1665	103,5404	60,3739	/	
5	5B_3	58,9587	135,6911	76,7324	/	
5	5B_4	38,0397	96,5351	58,4954	/	
5	5B_5	40,7090	96,0005	55,2915	/	
5	5B_6 (rest)	/	/	/	/	
6	6A_1	/	/	50,0000	✓	
6	6A_2	32,2716	63,1356	30,8640	/	
6	6B_1	65,2356	130,1875	64,9519	/	
6	6B_2	43,1665	116,0845	72,9180	/	
6	6B_3	58,9590	170,8552	111,8962	/	
6	6B_4	38,0402	103,2802	65,2400	/	
6	6B_5	40,7089	110,0128	69,3039	/	
6	6B_6 (rest)	/	/	/	/	
7	7A_1	/	/	50,0000	✓	
7	7A_2	32,3395	73,4572	41,1177	/	
7	7B_1	65,4222	113,1070	47,6848	/	
7	7B_2	43,3092	99,0193	55,7101	/	
7	7B_3	59,2270	127,4155	68,1885	/	
7	7B_4	38,1318	94,5684	56,4366	/	
7	7B_5	40,8030	90,2706	49,4676	/	
7	7B_6 (rest)	/	/	/	/	
8	8A_1	/	/	50,0000	✓	
8	8A_2	32,2717	62,5318	30,2601	/	
8	8B_1	65,2360	120,2584	55,0224	/	
8	8B_2	43,1669	108,4121	65,2452	/	
8	8B_3	58,9595	134,9055	75,9460	/	
8	8B_4	38,0404	97,9109	59,8705	/	
8	8B_5	40,7087	96,4383	55,7296	/	
8	8B_6 (rest)	/	/	/	/	

Staalnummer	Substaaln	tarra beker (g)	bruto beker (g)	volume staal (ml)	Mastersizer	Opmerking
9	9A_1	/	/	50,0000	✓	
9	9A_2	32,2717	65,6145	33,3428	/	
9	9B_1	65,2357	121,7087	56,4730	/	
9	9B_2	43,1670	111,8434	68,6764	/	
9	9B_3	58,9596	146,0701	87,1105	/	
9	9B_4	38,0407	90,4543	52,4136	/	
9	9B_5	40,7090	102,3956	61,6866	/	
9	9B_6 (rest)	/	/	/	/	

Staalnummer	Substaalnr	zeven	Kroes nr.	Kroes leeg (g) 105°C	Kroes + filter leeg (g) 105°C	filtreren	Kroes + filter sed drogen (g) 105°C	netto (g)	Conc. (g/l)	Kroes + filter verassen (g) 550°C	LOI (%)	Opmerking
1	1A_2	/	54	33,7968	33,8841	✓	33,9470	0,0629	1,9790	33,8633	-5,72	
1	1B_1	✓	109	39,0038	39,0911	✓	39,0960	0,0049	0,0773	/	/	
1	1B_2	✓	110	31,1608	31,2473	✓	31,2590	0,0117	0,1654	/	/	
1	1B_3	✓	187	36,3851	36,4712	✓	36,4800	0,0088	0,1061	/	/	
1	1B_4	✓	199	33,9520	34,0385	✓	34,0422	0,0037	0,0512	/	/	
1	1B_5	✓	200	33,7513	33,8371	✓	33,8426	0,0055	0,0691	/	/	
2	2A_2	/	202	34,0176	34,1026	✓	34,2204	0,1178	3,2161	34,1350	0,34	
2	2B_1	✓	222	35,7831	35,8689	✓	35,8734	0,0045	0,1072	/	/	
2	2B_2	✓	225	34,8550	34,9405	✓	34,9468	0,0063	0,1141	/	/	
2	2B_3	✓	233	36,1738	36,2595	✓	36,2702	0,0107	0,1036	/	/	
2	2B_4	✓	282	42,2449	42,3313	✓	42,3366	0,0053	0,1026	/	/	
2	2B_5	✓	305	31,7924	31,8785	✓	31,8855	0,007	0,1071	/	/	
3	3A_2	/	306	32,0221	32,1076	✓	32,1339	0,0263	0,7512	32,0484	0,00	
3	3B_1	✓	315	32,7292	32,8155	✓	32,8159	0,0004	0,0104	/	/	
3	3B_2	✓	401	33,7588	33,8460	✓	33,8458	-0,0002	-0,0034	/	/	
3	3B_3	✓	402	36,7327	36,8198	✓	36,8206	0,0008	0,0101	/	/	
3	3B_4	✓	411	34,7606	34,8471	✓	34,8489	0,0018	0,0285	/	/	
3	3B_5	✓	415	36,8726	36,9592	✓	36,9608	0,0016	0,0265	/	/	
4	4A_2	/	419	36,6151	36,7023	✓	36,7150	0,0127	0,4940	36,6274	3,15	
4	4B_1	✓	430	33,9796	34,0657	✓	34,0694	0,0037	0,0720	/	/	
4	4B_2	✓	437	34,9208	35,0074	✓	35,0125	0,0051	0,1088	/	/	
4	4B_3	✓	442	36,2936	36,3800	✓	36,3863	0,0063	0,0762	/	/	
4	4B_4	✓	448	34,6013	34,6880	✓	34,6923	0,0043	0,0719	/	/	
4	4B_5	✓	191	32,6749	32,7580	✓	32,7663	0,0083	0,1420	/	/	
5	5A_2	/	192	36,9157	36,9990	✓	37,0120	0,013	0,3924	36,9225	47,69	
5	5B_1	✓	197	36,8436	36,9276	✓	36,9355	0,0079	0,1306	/	/	
5	5B_2	✓	203	35,7322	35,8173	✓	35,8258	0,0085	0,1408	/	/	
5	5B_3	✓	208	33,0442	33,1322	✓	33,1395	0,0073	0,0951	/	/	
5	5B_4	✓	213	39,0031	39,0903	✓	39,0948	0,0045	0,0769	/	/	
5	5B_5	✓	215	31,8804	31,9674	✓	31,9748	0,0074	0,1338	/	/	

Staalnummer	Substaalnr	zeven	Kroes nr.	Kroes leeg (g) 105°C	Kroes + filter leeg (g), 105°C	filtreren	Kroes + filter sed drogen (g) 105°C	netto	Conc. (g/l)	Kroes + filter verassen (g) 550°C	LOI (%)	Opmerking
6	6A_2	/	187	36,3684	36,4756	✓	36,4835	0,0079	0,2560	36,3935	35,44	
6	6B_1	✓	240	37,7488	37,8357	✓	37,8496	0,0139	0,2140	/	/	
6	6B_2	✓	242	32,9102	32,9669	✓	33,0149	0,0180	0,2469	/	/	
6	6B_3	✓	243	33,1826	33,2697	✓	33,2988	0,0291	0,2601	/	/	
6	6B_4	✓	245	32,7195	32,8067	✓	32,8222	0,0155	0,2376	/	/	
6	6B_5	✓	252	37,1561	37,2432	✓	37,2580	0,0148	0,2136	/	/	
7	7A_2	/	222	35,7851	35,8725	✓	35,8798	0,0073	0,1775	35,7894	41,10	
7	7B_1	✓	254	36,9061	36,9938	✓	36,9988	0,0050	0,1049	/	/	
7	7B_2	✓	261	37,4456	37,5331	✓	37,5396	0,0065	0,1167	/	/	
7	7B_3	✓	269	33,2632	33,3508	✓	33,3587	0,0079	0,1159	/	/	
7	7B_4	✓	272	33,6505	33,7378	✓	33,7445	0,0067	0,1187	/	/	
7	7B_5	✓	225	34,8570	34,9444	✓	34,9501	0,0057	0,1152	/	/	
8	8A_2	/	233	36,1757	36,2626	✓	36,2656	0,0030	0,0991	36,1788	-3,33	
8	8B_1	✓	109	39,0081	39,0945	✓	39,0993	0,0048	0,0672	/	/	
8	8B_2	✓	191	32,6751	32,7611	✓	32,7666	0,0055	0,0643	/	/	
8	8B_3	✓	197	36,8437	36,9298	✓	36,9356	0,0058	0,0764	/	/	
8	8B_4	✓	199	33,9550	34,0413	✓	34,0465	0,0052	0,0869	/	/	
8	8B_5	✓	200	33,7536	33,8399	✓	33,8448	0,0049	0,0679	/	/	
9	9A_2	/	202	31,6875	31,9738	✓	31,9736	-0,0002	-0,0060	31,8680	350,00	
9	9B_1	✓	203	35,7322	35,8186	✓	35,8188	0,0002	0,0035	/	/	
9	9B_2	✓	208	33,0460	33,1323	✓	33,1331	0,0008	0,0116	/	/	
9	9B_3	✓	217	35,7768	35,8630	✓	35,8641	0,0011	0,0126	/	/	
9	9B_4	✓	218	34,5743	34,6606	✓	34,6608	0,0002	0,0038	/	/	
9	9B_5	✓	229	33,1092	33,1955	✓	33,1959	0,0004	0,0065	/	/	

Staatnummer	Substaathr	zeven	petrischaal leeg (g)	invriezen vriesdrogen	wegen	massa sediment (mg)	SSC (mg/l)	Opmerking
1	1B_6 (rest)	✓	/	✓	/	655,1	333,8214	
1	1C_1 (rest)	/	7,5625	✓	7,7002	137,7	2172,1333	
1	1C_2 (rest)	/	7,5810	✓	7,7859	204,9	2897,0672	
1	1C_3 (rest)	/	7,4962	✓	7,7054	209,2	2522,0985	
1	1C_4 (rest)	/	7,5470	✓	7,6574	110,4	1526,5740	
1	1C_5 (rest)	/	7,5164	✓	7,6449	128,5	2081,1941	
1	1C_6 (rest)	/	/	✓	/	3219,0	1640,3163	
2	2B_6 (rest)	✓	/	✓	/	724,4	339,0702	
2	2C_1 (rest)	/	7,4964	✓	7,6386	142,2	3387,2385	
2	2C_2 (rest)	/	7,5323	✓	7,7036	171,3	3102,7494	
2	2C_3 (rest)	/	7,6210	✓	7,9177	296,7	2871,6414	
2	2C_4 (rest)	/	7,5033	✓	7,6699	166,6	3225,8127	
2	2C_5 (rest)	/	7,5310	✓	7,7103	179,3	2743,5325	
2	2C_6 (rest)	/	/	✓	/	4691,2	2195,8117	
3	3B_6 (rest)	✓	/	✓	/	571,6	324,6179	Rekker weggesprongen--> deel sediment verloren
3	3C_1 (rest)	/	7,5547	✓	7,6138	59,1	1533,0421	Opm 1
3	3C_2 (rest)	/	7,6187	✓	7,6782	59,5	1019,0625	
3	3C_3 (rest)	/	7,5768	✓	7,6576	80,8	1018,4827	
3	3C_4 (rest)	/	7,4994	✓	7,5636	64,2	1014,9684	
3	3C_5 (rest)	/	7,4899	✓	7,5488	58,9	975,2673	
3	3C_6 (rest)	/	/	✓	/	890,4	505,6679	
4	4B_6 (rest)	✓	/	✓	/	757,2	394,2865	Opm 1
4	4C_1 (rest)	/	7,4928	✓	7,5156	22,8	443,8181	
4	4C_2 (rest)	/	7,4986	✓	7,5223	23,7	505,5450	
4	4C_3 (rest)	/	7,5283	✓	7,5681	39,8	481,6944	
4	4C_4 (rest)	/	7,5546	✓	7,5873	32,7	546,8227	
4	4C_5 (rest)	/	7,6170	✓	7,6491	32,1	549,2888	
4	4C_6 (rest)	/	/	✓	/	491,2	255,7759	
5	5B_6 (rest)	✓	/	✓	/	726,5	388,2272	Opm 1
5	5C_1 (rest)	/	7,5582	✓	7,5800	21,8	360,3407	
5	5C_2 (rest)	/	7,6098	✓	7,6397	29,9	495,2471	
5	5C_3 (rest)	/	7,5464	✓	7,5730	26,6	346,6593	
5	5C_4 (rest)	/	7,5794	✓	7,5971	17,7	302,5879	
5	5C_5 (rest)	/	7,5048	✓	7,5209	16,1	291,1840	
5	5C_6 (rest)	/	/	✓	/	73,5	39,2769	

Opm1: Mogelijk sedimentverlies ten gevolge van het niet vacuüm trekken van de vriesdroger --> stalen ontdooid

Staalnummer	Substaalnr	zeven	petrischaal leeg (g)	invriezen	vriesdrogen	wegen	massa sediment (g)	SSC (mg/l)	Opmerking
6	6B_6 (rest)	✓	/	✓	✓	/	1020,4	570,4587	Opm 1
6	6C_1 (rest)	/	7,5722	✓	✓	7,5932	21,0	323,3162	
6	6C_2 (rest)	/	7,6180	✓	✓	7,6396	21,6	296,2232	
6	6C_3 (rest)	/	7,5322	✓	✓	7,5475	15,3	136,7339	
6	6C_4 (rest)	/	7,4900	✓	✓	7,5130	23,0	352,5445	
6	6C_5 (rest)	/	7,5767	✓	✓	7,5985	21,8	314,5566	
6	6C_6 (rest)	/	/	✓	✓	/	42,5	23,7598	
7	7B_6 (rest)	✓	/	✓	✓	/	759,3	416,7891	
7	7C_1 (rest)	/	7,5965	✓	✓	7,6044	7,9	165,6712	Opm 1
7	7C_2 (rest)	/	7,6358	✓	✓	7,6613	25,5	457,7267	Opm 1
7	7C_3 (rest)	/	7,5113	✓	✓	7,5253	14,0	205,3132	Opm 1
7	7C_4 (rest)	/	7,5205	✓	✓	7,5446	24,1	427,0279	Opm 1
7	7C_5 (rest)	/	7,5297	✓	✓	7,5317	2,0	40,4305	Opm 1
7	7C_6 (rest)	/	/	✓	✓	/	23,4	12,8445	Opm 1
8	8B_6 (rest)	✓	/	✓	✓	/	719,9	388,2859	
8	8C_1 (rest)	/	7,6200	✓	✓	7,6419	21,9	398,0197	
8	8C_2 (rest)	/	7,5316	✓	✓	7,5467	15,1	231,4346	
8	8C_3 (rest)	/	7,4884	✓	✓	7,5077	19,3	254,1279	
8	8C_4 (rest)	/	7,5675	✓	✓	7,5817	14,2	237,1786	
8	8C_5 (rest)	/	7,4843	✓	✓	7,4967	14,4	258,3905	
8	8C_6 (rest)	/	/	✓	✓	/	54,2	29,2334	
9	9B_6 (rest)	✓	/	✓	✓	/	574,4	311,1345	
9	9C_1 (rest)	/	7,5340	✓	✓	7,5496	15,6	276,2382	
9	9C_2 (rest)	/	7,5800	✓	✓	7,5999	19,9	289,7648	
9	9C_3 (rest)	/	7,6230	✓	✓	7,6363	13,3	152,6796	
9	9C_4 (rest)	/	7,5596	✓	✓	7,5725	12,9	246,1193	
9	9C_5 (rest)	/	7,4962	✓	✓	7,5114	15,2	246,4068	
9	9C_6 (rest)	/	/	✓	✓	/	10,8	5,8500	
Opm: Mogelijk sedimentverlies ten gevolge van het niet vacuüm trekken van de vriesdroger --> stalen ontdooid									

Staalnummer	Substaalnr	Kroes nr.	Kroes leeg (g) 105°C	Kroes + sed (g)	Massa sediment in meetkamer (g)	densiteit (g/cm³) voor verassen	kroes+ sediment na verassing (g)	LOI %	Massa sediment in meetkamer (g)	densiteit (g/cm³) na verassen	mastersizer na verassen
1	1B_6 (rest)	223	34,1860	34,8411	0,3092	2,3459±0,0082	34,6667	26,62	0,2681	2,9550±0,0088	✓
1	1C_1 (rest)	226	32,7378	36,7475	1,4034	2,6726±0,0018	36,7045	1,07	1,5311	2,6648±0,0009	✓
1	1C_2 (rest)										
1	1C_3 (rest)										
1	1C_4 (rest)										
1	1C_5 (rest)										
1	1C_6 (rest)										
2	2B_6 (rest)	249	32,4661	33,1905	0,2610	2,3523±0,0106	32,9929	27,28	0,2080	2,9646±0,0128	✓
2	2C_1 (rest)	259	35,0726	40,7199	4,7896	2,6567±0,0007	40,6611	1,04	1,6006	2,6784±0,0017	✓
2	2C_2 (rest)										
2	2C_3 (rest)										
2	2C_4 (rest)										
2	2C_5 (rest)										
2	2C_6 (rest)										
3	3B_6 (rest)	282	42,2468	42,8184	0,2611	2,3213±0,0128	42,6615	27,45	0,2232	2,7957±0,0141	✓
3	3C_1 (rest)	305	31,7939	33,0068	1,1911	2,6530±0,0038	32,9787	2,32	1,1718	2,6875±0,0013	✓
3	3C_2 (rest)										
3	3C_3 (rest)										
3	3C_4 (rest)										
3	3C_5 (rest)										
3	3C_6 (rest)										
4	4B_6 (rest)	315	32,7304	33,4876	0,2238	2,3387±0,0114	33,249	31,51	0,2107	2,9372±0,0180	✓
4	4C_1 (rest)	401	33,7600	34,4023	0,6359	2,6303±0,0041	34,3649	5,82	0,5938	2,6929±0,0050	✓
4	4C_2 (rest)										
4	4C_3 (rest)										
4	4C_4 (rest)										
4	4C_5 (rest)										
4	4C_6 (rest)										
5	5B_6 (rest)	411	34,7617	35,4882	0,2909	2,2680±0,0082	35,27	30,03	0,2407	2,8778±0,0085	✓
5	5C_1 (rest)	415	36,8736	37,0592	0,1787	2,5517±0,0086	37,0325	14,39	0,1443	2,7629±0,0181	✓
5	5C_2 (rest)										
5	5C_3 (rest)										
5	5C_4 (rest)										
5	5C_5 (rest)										
5	5C_6 (rest)										

Staalnummer	Substaalnr	Kroes nr.	Kroes leeg (g) 105°C	Kroes + sed (g)	Massa sediment in meetkamer (g)	densiteit (g/cm ³) voor verassen	kroes+ sediment na verassing (g)	LOI %	Massa sediment in meetkamer (g)	densiteit (g/cm ³) na verassen	mastersizer na verassen
6	6B_6 (rest)	430	33,9798	35,0002	0,2471	2,3259±0,0170	34,6554	33,79	0,2390	3,1317±0,0251	✓
6	6C_1 (rest)	441	36,1996	36,3448	0,1359	2,5458±0,0089	36,3193	17,56	0,1138	2,7942±0,0222	✓
6	6C_2 (rest)										
6	6C_3 (rest)										
6	6C_4 (rest)										
6	6C_5 (rest)										
6	6C_6 (rest)										
7	7B_6 (rest)	443	33,6224	34,3817	0,3142	2,2662±0,0057	34,1623	28,90	3,0146±0,0134	✓	
7	7C_1 (rest)	445	33,9575	34,0544	0,0906	2,7277±0,0194	34,0381	16,82	0,0773	2,5929±0,0428	✓
7	7C_2 (rest)										
7	7C_3 (rest)										
7	7C_4 (rest)										
7	7C_5 (rest)										
7	7C_6 (rest)										
8	8B_6 (rest)	244	35,8370	36,5569	0,3267	2,2796±0,0095	36,3419	29,87	2,8690±0,0127	✓	
8	8C_1 (rest)	437	34,9212	35,0603	0,1338	2,9350±0,0147	35,0437	11,93	0,1197	2,7839±0,0475	✓
8	8C_2 (rest)										
8	8C_3 (rest)										
8	8C_4 (rest)										
8	8C_5 (rest)										
8	8C_6 (rest)										
9	9B_6 (rest)	442	36,2929	36,8673	0,4085	2,2136±0,0065	36,7138	26,72	2,6641±0,0110	✓	
9	9C_1 (rest)	448	34,6022	34,6899	0,0828	2,9519±0,0233	34,6747	17,33	0,0699	2,7044±0,0367	✓
9	9C_2 (rest)										
9	9C_3 (rest)										
9	9C_4 (rest)										
9	9C_5 (rest)										
9	9C_6 (rest)										

Bijlage 9: Korrelgrootteberekeningen met de wet van Stokes voor de Demer

(bij theoretische aftaptijden)

Bron: Eigen onderzoek

Wet van stokes:	$V=2/9*(\rho_p-\rho_f)\mu *gR^2$											
	200	150	100	63	50	40	30	20	10	5	3	1
	100	75	50	31,5	25	20	15	10	5	2,5	1,5	0,5
V in m/s	3,597E-02	2,023E-02	8,993E-03	3,569E-03	2,248E-03	1,439E-03	8,093E-04	3,597E-04	8,993E-05	2,248E-05	8,093E-06	8,993E-07
1min in cm	215,8	121,4	54,0	21,4	13,5	8,6	4,9	2,2	0,5	0,1	0,05	0,0
5 min in cm	1079,1	607,0	269,8	107,1	67,4	43,2	24,3	10,8	2,7	0,7	0,2	0,0
10min in cm	2158,2	1214,0	539,6	214,1	134,9	86,3	48,6	21,6	5,4	1,3	0,5	0,1
30min in cm	6474,6	3642,0	1618,7	642,4	404,7	259,0	145,7	64,7	16,2	4,0	1,5	0,2
60 min in cm	12949,2	7283,9	3237,3	1284,9	809,3	518,0	291,4	129,5	32,4	8,1	2,9	0,3
5u in cm	64746,0	36419,6	16186,5	6424,4	4046,6	2589,8	1456,8	647,5	161,9	40,5	14,6	1,6
24u in cm	310780,8	174814,2	77695,2	30837,2	19423,8	12431,2	6992,6	3107,8	777,0	194,2	69,9	7,8

straal buis:	9,50 cm
oppervlakte:	283,53 cm ²
volume 1m:	28,35 cm ³
inhoud trechter:	2,2 l
hoogte voor 1l (1000cm ³)	3,53 cm
hoogte voor 2200ml	7,76 cm
initiele waterhoogte	1,600 m
sedimenthoogte	0,163 m

		valsnelheidscategorieën										
		215cm/min	120cm/min	55cm/min	20cm/min	13cm/min	5cm/min	2cm/min	0,1cm/min	0,05cm/min		
6/04/2010 14:00:00		215	120	55	20	13	5	2	0,1	0,05		
6/04/2010 14:00:51	00:00:51 00:00:51	0,85	0,85	182,8	102,0	46,8	17,0	11,1	4,3	1,7	0,1	0,0
	max			-6,4	74,3	129,6	159,3	165,3	172,1	174,6	176,2	176,3
	min			-22,8	58,0	113,3	143,0	149,0	155,8	158,3	159,9	160,0
	max (na aft)			-14,5	66,3	121,6	151,3	157,3	164,1	166,6	168,2	168,3
	min (na aft)			-30,8	50,0	105,3	135,0	141,0	147,8	150,3	151,9	152,0
6/04/2010 14:01:31	00:01:31 00:00:40	1,52	0,67									
	max			-1,7	90,4	140,0	149,9	161,2	165,5	168,2	168,2	168,2
	min			-18,0	74,1	123,7	133,6	144,9	149,2	151,9	151,9	151,9
	max (na aft)			-9,7	82,4	132,0	141,9	153,2	157,5	160,2	160,2	160,2
	min (na aft)			-26,0	66,1	115,7	125,6	136,9	141,2	143,9	143,9	143,9
6/04/2010 14:03:17	00:03:17 00:01:46	3,28	1,77									
	max			-0,2	101,9	122,4	145,7	154,5	160,0	160,0	160,2	160,2
	min			-16,5	85,6	106,1	129,4	138,2	143,7	143,7	143,7	143,9
	max (na aft)			-8,2	93,9	114,4	137,7	146,5	152,0	152,0	152,2	152,2
	min (na aft)			-24,5	77,6	98,1	121,4	130,2	135,7	135,7	135,9	135,9
6/04/2010 14:08:50	00:08:50 00:05:33	8,83	5,55									
	max				-0,4	53,0	114,1	137,0	151,5	151,5	151,9	151,9
	min				-16,7	36,7	97,8	120,7	135,2	135,2	135,6	135,6
	max (na aft)				-8,4	45,0	106,1	129,0	143,5	143,5	143,9	143,9
	min (na aft)				-24,7	28,7	89,8	112,7	127,2	127,2	127,6	127,6
6/04/2010 14:13:00	00:13:00 00:04:10	13	4,17									
	max				-1,0	88,4	121,9	143,2	143,2	143,7	143,7	143,7
	min				-17,3	72,1	105,6	126,9	126,9	126,9	127,4	127,4
	max (na aft)				-9,0	80,4	113,9	135,2	135,2	135,7	135,7	135,7
	min (na aft)				-25,3	64,1	97,6	118,9	118,9	119,4	119,4	119,4
6/04/2010 14:32:00	00:32:00 00:19:00	32	19									
	max				-0,3	81,6	133,6	134,9	134,9	134,9	134,9	134,9
	min				-16,6	65,3	117,3	118,6	118,6	118,6	118,6	118,6
	max (na aft)				-8,3	73,6	125,6	126,9	126,9	126,9	126,9	126,9
	min (na aft)				-24,6	57,3	109,3	110,6	110,6	110,6	110,6	110,6
6/04/2010 15:15:30	01:15:30 00:43:30	75,5	43,5									
	max				-0,3	121,9	125,1	125,1	125,1	125,1	125,1	125,1
	min				-16,6	105,6	108,8	108,8	108,8	108,8	108,8	108,8
	max (na aft)				-8,3	113,9	117,1	117,1	117,1	117,1	117,1	117,1
	min (na aft)				-24,6	97,6	100,8	100,8	100,8	100,8	100,8	100,8
7/04/2010 13:55:30	23:55:30 22:40:00	1435,5	1360									
	max				-1,7	59,3	59,3	59,3	59,3	59,3	59,3	59,3
	min				-18,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0
	max (na aft)				-9,7	51,3	51,3	51,3	51,3	51,3	51,3	51,3
	min (na aft)				-26,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
8/04/2010 13:55:30	47:55:30 24:00:00	2875,5	1440									
	max				-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9	-9,9
	min				-26,2	-26,2	-26,2	-26,2	-26,2	-26,2	-26,2	-26,2
	max (na aft)				-17,9	-17,9	-17,9	-17,9	-17,9	-17,9	-17,9	-17,9
	min (na aft)				-34,2	-34,2	-34,2	-34,2	-34,2	-34,2	-34,2	-34,2

daling watermiveau	# vorige aftappingen		v (m/s)	straal ²	straal (µm)	korrelgr. (µm)
0,078	0	max	3,471E-02	9,649E-08	310,621	621,243
		min	3,137E-02	8,722E-08	295,328	590,656
0,078	1	max	1,967E-02	5,470E-08	233,873	467,747
		min	1,770E-02	4,920E-08	221,813	443,627
0,078	2	max	9,017E-03	2,507E-08	158,327	316,654
		min	8,067E-03	2,243E-08	149,757	299,514
0,078	3	max	3,282E-03	9,124E-09	95,522	191,044
		min	2,919E-03	8,115E-09	90,081	180,162
0,078	4	max	2,132E-03	5,926E-09	76,980	153,961
		min	1,883E-03	5,235E-09	72,354	144,707
0,078	5	max	8,214E-04	2,284E-09	47,788	95,575
		min	7,202E-04	2,002E-09	44,747	89,495
0,078	6	max	3,288E-04	9,141E-10	30,233	60,467
		min	2,859E-04	7,947E-10	28,191	56,381
0,078	7	max	1,637E-05	4,552E-11	6,747	13,493
		min	1,410E-05	3,920E-11	6,261	12,521
0,078	8	max	7,104E-06	1,975E-08	1,405	2,811
		min	6,050E-06	1,682E-08	1,297	2,594

Bijlage 10: Korrelgrootteberekeningen met de wet van Stokes voor de Demer

(bij werkelijke aftaptijden)

Bron: Eigen onderzoek

Wet van Stokes:	$V = 2/9 * (\rho_p - \rho_f) \mu * g R^2$													
	200	150	100	63	50	40	30	20	10	5	3	1		
	100	75	50	31,5	25	20	15	10	5	2,5	1,5	0,5		
V in m/s	3,597E-02	2,023E-02	8,993E-03	3,569E-03	2,248E-03	1,439E-03	8,093E-04	3,597E-04	8,993E-05	2,248E-05	8,093E-06	8,993E-07		
1min in cm	215,8	121,4	54,0	21,4	13,5	8,6	4,9	2,2	0,5	0,1	0,05	0,0		
5 min in cm	1079,1	607,0	269,8	107,1	67,4	43,2	24,3	10,8	2,7	0,7	0,2	0,0		
10min in cm	2158,2	1214,0	539,6	214,1	134,9	86,3	48,6	21,6	5,4	1,3	0,5	0,1		
30min in cm	6474,6	3642,0	1618,7	642,4	404,7	259,0	145,7	64,7	16,2	4,0	1,5	0,2		
60 min in cm	12949,2	7283,9	3237,3	1284,9	809,3	518,0	291,4	129,5	32,4	8,1	2,9	0,3		
5u in cm	64746,0	36419,6	16186,5	6424,4	4046,6	2589,8	1456,8	647,5	161,9	40,5	14,6	1,6		
24u in cm	310780,8	174814,2	77695,2	30837,2	19423,8	12431,2	6992,6	3107,8	777,0	194,2	69,9	7,8		

straal buis:	9,50 cm
oppervlakte:	283,53 cm ²
volumen 1m:	28,35 cm ³
inhoud trechter:	2,2 l
hoogte voor 1l (1000cm ³)	3,53 cm
hoogte voor 2200ml	7,76 cm
initiele waterhoogte	1,600 m
sedimenthoogte	0,163 m

		valsnelheidscategorieën										daling waterviveau (m)	# vorige aftappingen	
		215cm/min	120cm/min	55cm/min	20cm/min	13cm/min	5cm/min	2cm/min	0,1cm/min	0,05cm/min				
6/04/2010 14:00:00		1,75	1,75	376,25	210,00	96,25	35,00	22,75	8,75	3,50	0,18	0,09		
6/04/2010 14:01:45	00:01:45 00:01:45													
	max			-200,0	-33,7	80,1	141,3	153,6	167,6	172,8	176,1	176,2		
	min			-216,3	-50,0	63,8	125,0	137,3	151,3	156,5	159,8	159,9		
	max (na aft)			-208,0	-41,7	72,1	133,3	145,6	159,6	164,8	168,1	168,2		
	min (na aft)			-224,3	-58,0	55,8	117,0	129,3	143,3	148,5	151,8	151,9		
6/04/2010 14:02:36	00:02:36 00:00:51	2,6	0,85										0,084	1
	max			-220,2	-9,8	103,6	126,2	152,1	161,8	168,0	168,1			
	min			-236,5	-26,1	87,3	109,9	135,8	145,5	151,7	151,8			
	max (na aft)			-228,2	-17,8	95,6	118,2	144,1	153,8	160,0	160,1			
	min (na aft)			-244,5	-34,1	79,3	101,9	127,8	137,5	143,7	143,8			
6/04/2010 14:03:30	00:03:30 00:00:54	3,5	0,9										0,081	2
	max					-104,4	64,1	97,7	136,2	150,7	159,8	160,1		
	min					-120,7	47,8	81,4	119,9	134,4	143,5	143,8		
	max (na aft)					-112,4	56,1	89,7	128,2	142,7	151,8	152,1		
	min (na aft)					-128,7	39,8	73,4	111,9	126,4	135,5	135,8		
6/04/2010 14:07:48	00:07:48 00:04:18	7,8	4,3										0,078	3
	max						-94,5	-8,1	90,6	127,6	151,1	151,7		
	min						-110,8	-24,4	74,3	111,3	134,8	135,4		
	max (na aft)						-102,5	-16,1	82,6	119,6	143,1	143,7		
	min (na aft)						-118,8	-32,4	66,3	103,3	126,8	127,4		
6/04/2010 14:11:24	00:11:24 00:03:36	11,4	3,6										0,085	4
	max							-98,0	51,1	107,0	142,4	143,4		
	min							-114,3	34,8	90,7	126,1	127,1		
	max (na aft)							-106,0	43,1	99,0	134,4	135,4		
	min (na aft)							-122,3	26,8	82,7	118,1	119,1		
6/04/2010 14:28:00	00:28:00 00:16:36	28	16,6										0,081	5
	max								-102,1	40,9	131,5	133,9		
	min								-118,4	24,6	115,2	117,6		
	max (na aft)								-110,1	32,9	123,5	125,9		
	min (na aft)								-126,4	16,6	107,2	109,6		
6/04/2010 15:06:00	01:06:00 00:38:00	66	38										0,081	6
	max									-100,1	116,9	122,6		
	min									-116,4	100,6	106,3		
	max (na aft)									-108,1	108,9	114,6		
	min (na aft)									-124,4	92,6	98,3		
7/04/2010 10:46:00	20:46:00 19:40:00	1246	1180										0,083	7
	max										-97,6	11,3		
	min										-113,9	-5,0		
	max (na aft)										-105,6	3,3		
	min (na aft)										-121,9	-13,0		
8/04/2010 10:46:00	44:46:00 24:00:00	2686	1440										0,080	8
	max											-122,7		
	min											-139,0		
	max (na aft)											-130,7		
	min (na aft)											-147,0		

Korrelgrootte berekening met behulp van de wet van Stokes:

$$\text{Wet van Stokes: } v = \frac{2}{9} \cdot \frac{(\rho_p - \rho_f)}{\mu} \cdot g \cdot R^2$$

		v (m/s)	ρ zonder OM			empirisch bezinkingsvgt		Churn			Berekende ρ zonder OM korrelgr. (µm)	empirische bezinkingsvgt ρ zonder OM korrelgr. (µm)
			straat	straat (µm)	korrelgr. (µm)	ρ zonder OM korrelgr. (µm)	ρ zonder OM korrelgr. (µm)	ZOM <63µm	ZOM >63µm	Gemeten korrelgr. (µm)		
Aftapping 1	max	1,679E-02	5,044E-05	71,021	142,041	143,870	263,458	7,348	225,896	138,678	141,445	
	min	1,524E-02	4,578E-05	67,658	135,316	139,019						
Aftapping 2	max	1,079E-02	3,257E-05	57,067	114,134	124,784	171,964	4,485	160,39	111,301	123,007	
	min	9,744E-03	2,941E-05	54,233	108,467	121,229						
Aftapping 3	max	7,614E-03	2,339E-05	48,360	96,719	114,179	139,286	5,813	132,172	94,188	112,724	
	min	6,838E-03	2,100E-05	45,829	91,657	111,269						
Aftapping 4	max	3,244E-03	9,418E-06	30,688	61,376	95,347	38,209	23,952	107,276	59,682	94,530	
	min	2,895E-03	8,406E-06	28,994	57,987	93,713						
Aftapping 5	max	2,105E-03	6,124E-06	24,747	49,494	89,740	44,722	26,631	85,175	48,051	89,085	
	min	1,867E-03	5,431E-06	23,304	46,609	88,430						
Aftapping 6	max	8,065E-04	2,334E-06	15,277	30,554	81,477	31,434	22,887	28,541	29,605	81,085	
	min	7,095E-04	2,053E-06	14,328	28,657	80,693						
Aftapping 7	max	3,217E-04	9,460E-07	9,726	19,453	76,993	20,915	18,389	31,665	18,809	76,741	
	min	2,806E-04	8,250E-07	9,083	18,166	76,489						
Aftapping 8	max	1,596E-05	4,765E-08	2,183	4,366	71,291	19,942	16,948	104,634	4,211	71,235	
	min	1,378E-05	4,114E-08	2,028	4,056	71,178						
Aftapping 9	max	6,888E-06	2,141E-08	1,463	2,926	70,769	76,936	8,46	107,051	2,815	70,729	
	min	5,876E-06	1,826E-08	1,351	2,703	70,689						

- Meting met slechte signaal/ruisverhouding
- Meting met goede signaal/ruisverhouding

Bijlage 11: Analyseresultaten van de Demer

Bron: Eigen onderzoek

Datum	nummer afgetapt staal startuur:	Uur geplande staalnaam	Uur staalnaam	Waterhoogte voor staalnaam (cm)	Waterhoogte na staalnaam (cm)	tarra receipt (g)	bruto receipt (g)	netto m staal (g)	Opmerking
1/04/2010	1	14:00:00	0:01:45	176,3	168,3	305,37	2580,96	2275,59	
1/04/2010	2	00:01:26	0:02:36	168,3	159,9	305,82	2680,20	2374,38	
1/04/2010	3	00:02:59	0:03:30	159,9	151,8	306,97	2565,47	2258,50	
1/04/2010	4	00:07:48	0:07:48	151,8	144,0	305,87	2528,71	2222,84	
1/04/2010	5	00:11:24	0:11:24	144,0	135,5	306,14	2686,85	2380,71	
1/04/2010	6	00:28:00	0:28:00	135,5	127,4	306,04	2594,39	2288,35	
1/04/2010	7	01:06:00	1:06:00	127,4	119,3	306,05	2585,39	2279,34	
2/04/2010	8	20:46:00	20:46:00	119,3	111,0	306,48	2621,41	2314,93	
3/04/2010	9	44:46:00	44:46:00	111,0	103,0	306,54	2561,50	2254,96	
	einduur	10:46:00	10:46:00						

Staalnummer	Substaaln	tarra beker (g)	bruto beker (g)	volume staal (ml)	Mastersizer	Opmerking
1	1A_1	/	/	50,0000	✓	
1	1A_2	32,2720	70,2170	37,9450	/	
1	1B_1	65,2359	129,7061	64,4702	/	
1	1B_2	43,1666	125,8457	82,6791	/	
1	1B_3	58,9592	154,8457	95,8865	/	
1	1B_4	38,0406	98,6052	60,5646	/	
1	1B_5	40,7091	104,4391	63,7300	/	
1	1B_6 (rest)	/	/	/	/	
2	2A_1	/	/	50,0000	✓	
2	2A_2	32,2725	67,8524	35,5799	/	
2	2B_1	65,2377	147,7902	82,5525	/	
2	2B_2	43,1732	120,6104	77,4372	/	
2	2B_3	58,9792	175,1418	116,1626	/	
2	2B_4	38,1117	103,9994	65,8877	/	
2	2B_5	40,7335	106,9544	66,2209	/	
2	2B_6 (rest)	/	/	/	/	
3	3A_1	/	/	50,0000	✓	
3	3A_2	32,2718	67,7585	35,4867	/	
3	3B_1	65,2374	133,7395	68,5021	/	
3	3B_2	43,1882	119,1702	75,9820	/	
3	3B_3	59,1119	156,4663	97,3544	/	
3	3B_4	38,0869	102,8109	64,7240	/	
3	3B_5	40,7447	104,8427	64,0980	/	
3	3B_6 (rest)	/	/	/	/	
4	4A_1	/	/	50,0000	✓	
4	4A_2	32,2722	67,1228	34,8506	/	
4	4B_1	65,2379	148,7939	83,5560	/	
4	4B_2	43,1781	118,5903	75,4122	/	
4	4B_3	59,0499	153,7233	94,6734	/	
4	4B_4	38,1016	101,8976	63,7960	/	
4	4B_5	40,7632	106,3368	65,5736	/	
4	4B_6 (rest)	/	/	/	/	

Staalnummer	Substaalnr	tarra beker (g)	bruto beker (g)	volume staal (ml)	Mastersizer	Opmerking
5	5A_1	/	/	50,0000	✓	
5	5A_2	32,2720	56,9060	24,6340	/	
5	5B_1	65,2372	108,6620	43,4248	/	
5	5B_2	43,1752	95,0333	51,8581	/	
5	5B_3	59,0426	129,7153	70,6727	/	
5	5B_4	38,0784	100,2434	62,1650	/	
5	5B_5	40,7471	104,3006	63,5535	/	
5	5B_6 (rest)	/	/	/	/	
6	6A_1	/	/	50,0000	✓	
6	6A_2	32,2851	65,4562	33,1711	/	
6	6B_1	65,2450	110,4905	45,2455	/	
6	6B_2	43,1714	100,2526	57,0812	/	
6	6B_3	59,0524	132,1504	73,0980	/	
6	6B_4	38,1677	88,9667	50,7990	/	
6	6B_5	40,7244	90,3365	49,6121	/	
6	6B_6 (rest)	/	/	/	/	
7	7A_1	/	/	50,0000	✓	
7	7A_2	32,2718	64,9455	32,6737	/	
7	7B_1	65,2356	119,7642	54,5286	/	
7	7B_2	43,1666	96,0507	52,8841	/	
7	7B_3	58,9595	118,2181	59,2586	/	
7	7B_4	38,0713	94,8717	56,8004	/	
7	7B_5	40,7088	88,7280	48,0192	/	
7	7B_6 (rest)	/	/	/	/	
8	8A_1	/	/	50,0000	✓	
8	8A_2	32,2840	67,1910	34,9070	/	
8	8B_1	65,2550	113,3263	48,0713	/	
8	8B_2	43,1810	104,7718	61,5908	/	
8	8B_3	59,0647	130,5660	71,5013	/	
8	8B_4	38,1958	98,6658	60,4700	/	
8	8B_5	40,8120	97,6328	56,8208	/	
8	8B_6 (rest)	/	/	/	/	

Staalnummer	Substaaln	tarra beker (g)	bruto beker (g)	volume staal (ml)	Mastersizer	Opmerking
9	9A_1	/	/	50,0000	✓	
9	9A_2	32,2717	74,1288	41,8571	/	
9	9B_1	65,2357	133,5656	68,3299	/	
9	9B_2	43,1663	124,4959	81,3296	/	
9	9B_3	58,9590	183,6834	124,7244	/	
9	9B_4	38,0399	107,0386	68,9987	/	
9	9B_5	40,7087	103,1317	62,4230	/	
9	9B_6 (rest)	/	/	/	/	

Staalnummer	Substaalnr	zeven	Kroes nr.	Kroes leeg (g) 105 °C	Kroes + filter leeg (g) 105 °C	filteren	Kroes + filter sed drogen (g) 105 °C	netto (g)	Conc. (g/l)	Kroes + filter verassen (g) 550 °C	LOI(%)	Opmerking
1	1A_2	/	102	34,0175	34,1021	✓	34,1207	0,0186	0,4902	34,0352	4,84	
1	1B_1	✓	109	39,0062	39,0920	✓	39,0944	0,0024	0,0372	/	/	
1	1B_2	✓	110	37,2399	37,3260	✓	37,2382	0,0266	/	/	/	
1	1B_3	✓	187	36,3872	36,4725	✓	36,4749	0,0024	0,0250	/	/	
1	1B_4	✓	189	34,3667	34,4516	✓	34,4544	0,0028	0,0462	/	/	
1	1B_5	✓	191	32,6735	32,7594	✓	32,7615	0,0031	0,0486	/	/	
2	2A_2	/	192	36,9140	36,9995	✓	37,0207	0,0212	0,5958	36,9345	3,30	
2	2B_1	✓	197	36,8425	36,9282	✓	36,9309	0,0027	0,0327	/	/	
2	2B_2	✓	200	33,7523	33,8383	✓	33,8412	0,0029	0,0374	/	/	
2	2B_3	✓	202	31,8864	31,9719	✓	31,9755	0,0036	0,0310	/	/	
2	2B_4	✓	203	35,7312	35,8172	✓	35,8205	0,0033	0,0501	/	/	
2	2B_5	✓	208	33,0451	33,1315	✓	33,1340	0,0025	0,0378	/	/	
3	3A_2	/	209	34,2025	34,2885	✓	34,2991	0,0106	0,2987	34,2124	6,60	
3	3B_1	✓	212	35,9421	36,0281	✓	36,0303	0,0022	0,0321	/	/	
3	3B_2	✓	213	39,0036	39,0895	✓	39,0919	0,0024	0,0316	/	/	
3	3B_3	✓	215	31,8808	31,9669	✓	31,9694	0,0025	0,0257	/	/	
3	3B_4	✓	217	35,7760	35,8622	✓	35,8645	0,0023	0,0355	/	/	
3	3B_5	✓	218	34,5738	34,6578	✓	34,6612	0,0034	0,0530	/	/	
4	4A_2	/	222	35,7846	35,8691	✓	35,9023	0,0332	0,9526	35,8137	12,35	
4	4B_1	✓	225	34,8569	34,9417	✓	34,9797	0,0390	0,4548	/	/	
4	4B_2	✓	229	33,1097	33,1933	✓	33,2304	0,0371	0,4920	/	/	
4	4B_3	✓	230	36,2298	36,3139	✓	36,3625	0,0486	0,5133	/	/	
4	4B_4	✓	231	36,7842	36,8684	✓	36,9008	0,0324	0,5079	/	/	
4	4B_5	✓	233	36,1760	36,2606	✓	36,2928	0,0322	0,4911	/	/	
5	5A_2	/	235	31,6857	31,7700	✓	31,7929	0,0229	0,9296	31,7015	31,00	
5	5B_1	✓	239	33,9225	34,0068	✓	34,0360	0,0292	0,6724	/	/	
5	5B_2	✓	253	39,4927	39,5772	✓	39,6103	0,0331	0,6383	/	/	
5	5B_3	✓	254	36,9066	36,9914	✓	37,0335	0,0421	0,5957	/	/	
5	5B_4	✓	256	32,4048	32,4898	✓	32,5304	0,0406	0,6531	/	/	
5	5B_5	✓	261	37,4461	37,5305	✓	37,5733	0,0428	0,6734	/	/	

Staalnummer	Substaalnr	zeven	Kroes nr.	Kroes leeg (g) 105 °C	Kroes + filter leeg (g) 105 °C	filteren	Kroes + filter sed drogen (g) 105 °C	netto (g)	Conc. (g/l)	Kroes + filter verassen (g) 550 °C	LOI (%)	Opmerking
6	6A_2	/	263	34,7715	34,8560	✓	34,8958	0,0398	1,1998	34,8027	21,61	
6	6B_1	✓	266	35,1266	35,2113	✓	35,2540	0,0427	0,9437	/	/	
6	6B_2	✓	269	33,2637	33,3484	✓	33,4050	0,0566	0,9916	/	/	
6	6B_3	✓	272	33,6607	33,7357	✓	33,8118	0,0761	1,0411	/	/	
6	6B_4	✓	300	35,2979	35,3828	✓	35,4343	0,0515	1,0138	/	/	
6	6B_5	✓	306	32,0231	32,1081	✓	32,1564	0,0483	0,9736	/	/	
7	7A_2	/	308	35,8119	35,8964	✓	35,9105	0,0141	0,4315	35,8225	24,82	
7	7B_1	✓	310	35,0964	35,1811	✓	35,2004	0,0193	0,3539	/	/	
7	7B_2	✓	313	34,5416	34,6267	✓	34,6465	0,0198	0,3744	/	/	
7	7B_3	✓	402	36,7340	36,8196	✓	36,8398	0,0202	0,3409	/	/	
7	7B_4	✓	109	39,0071	39,0935	✓	39,1147	0,0212	0,3732	/	/	
7	7B_5	✓	189	34,3674	34,4542	✓	34,4740	0,0198	0,4123	/	/	
8	8A_2	/	217	35,7761	35,8631	✓	35,8690	0,0059	0,1690	35,7816	6,78	
8	8B_1	✓	225	34,8567	34,9436	✓	34,9500	0,0064	0,1331	/	/	
8	8B_2	✓	230	36,2282	36,3154	✓	36,3228	0,0074	0,1201	/	/	
8	8B_3	✓	233	36,1753	36,2622	✓	36,2715	0,0093	0,1301	/	/	
8	8B_4	✓	239	33,9218	34,0088	✓	34,0166	0,0078	0,1290	/	/	
8	8B_5	✓	253	39,4913	39,5785	✓	39,5853	0,0068	0,1197	/	/	
9	9A_2	/	441	36,1996	36,2865	✓	36,2881	0,0016	0,0382	36,2042	-187,50	
9	9B_1	✓	490	34,2711	34,3582	✓	34,3595	0,0013	0,0190	/	/	
9	9B_2	✓	223	34,1758	34,2619	✓	34,2659	0,0040	0,0492	/	/	
9	9B_3	✓	226	32,7990	32,8250	✓	32,8320	0,0070	0,0561	/	/	
9	9B_4	✓	305	31,7936	31,8796	✓	31,8835	0,0039	0,0565	/	/	
9	9B_5	✓	415	36,8735	36,9595	✓	36,9625	0,0030	0,0481	/	/	

Staatnummer	Substaatnr	zeven	petrischaal leeg (g)	invriezen vriesdrogen	wegen	massa sediment (mg)	SSC (mg/l)	Opmerking
1	1B_6 (rest)	✓	/	✓	/	1497,7	822,7699	
1	1C_1 (rest)	/	7,5590	✓	7,6013	42,3	656,1171	
1	1C_2 (rest)	/	7,5761	✓	7,6375	61,4	742,6302	
1	1C_3 (rest)	/	7,5000	✓	7,5601	60,1	626,7827	
1	1C_4 (rest)	/	7,4914	✓	7,5337	42,3	698,4278	
1	1C_5 (rest)	/	7,5439	✓	7,5882	44,3	695,1200	
1	1C_6 (rest)	/	/	✓	/	661,6	363,4537	rekker gesprongen: veel sediment verloren
2	2B_6 (rest)	✓	/	✓	/	1404,9	747,0730	
2	2C_1 (rest)	/	7,6340	✓	7,7083	74,3	900,0333	
2	2C_2 (rest)	/	7,5127	✓	7,5889	76,2	984,0232	
2	2C_3 (rest)	/	7,5920	✓	7,6760	84,0	723,1243	
2	2C_4 (rest)	/	7,5082	✓	7,5611	52,9	802,8813	
2	2C_5 (rest)	/	7,5024	✓	7,5516	49,2	742,9679	
2	2C_6 (rest)	/	/	✓	/	714,8	380,1037	
3	3B_6 (rest)	✓	/	✓	/	966,6	536,2990	
3	3C_1 (rest)	/	7,5032	✓	7,5487	45,5	664,2132	
3	3C_2 (rest)	/	7,5467	✓	7,5890	42,3	556,7108	
3	3C_3 (rest)	/	7,5303	✓	7,5748	44,5	457,0928	
3	3C_4 (rest)	/	7,6175	✓	7,6539	36,4	562,3880	
3	3C_5 (rest)	/	7,5329	✓	7,5665	33,6	524,1973	
3	3C_6 (rest)	/	/	✓	/	353,3	196,0216	
4	4B_6 (rest)	✓	/	✓	/	2591,4	1476,5995	
4	4C_1 (rest)	/	7,6122	✓	7,6732	61,0	730,0493	
4	4C_2 (rest)	/	7,5726	✓	7,6292	56,6	750,5417	
4	4C_3 (rest)	/	7,6146	✓	7,6715	56,9	601,0136	
4	4C_4 (rest)	/	7,5594	✓	7,6097	50,3	788,4507	
4	4C_5 (rest)	/	7,4865	✓	7,5469	60,4	921,1024	
4	4C_6 (rest)	/	/	✓	/	546,0	311,1150	
5	5B_6 (rest)	✓	/	✓	/	3141,6	1559,5696	
5	5C_1 (rest)	/	7,4966	✓	7,5325	35,9	826,7165	
5	5C_2 (rest)	/	7,5333	✓	7,5616	28,3	545,7200	
5	5C_3 (rest)	/	7,4912	✓	7,5281	36,9	522,1252	
5	5C_4 (rest)	/	7,5568	✓	7,5894	32,6	524,4108	
5	5C_5 (rest)	/	7,6168	✓	7,6483	31,5	495,6454	
5	5C_6 (rest)	/	/	✓	/	190,2	94,4201	

Staalnummer	Substaalnr	zeven	petrischaal leeg (g)	invriezen	vriesdrogen	wegen	massa sediment (g)	SSC (mg/l)	Opmerking
6	6B_6 (rest)	✓	/	✓	✓	/	4362,9	2261,3396	
6	6C_1 (rest)	/	7,5703	✓	✓	7,6011	30,8	680,7307	
6	6C_2 (rest)	/	7,5020	✓	✓	7,5226	20,6	360,8894	
6	6C_3 (rest)	/	7,4986	✓	✓	7,5228	24,2	331,0624	
6	6C_4 (rest)	/	7,5754	✓	✓	7,6014	26,0	511,8211	
6	6C_5 (rest)	/	7,5314	✓	✓	7,5572	25,8	520,0344	
6	6C_6 (rest)	/	/	✓	✓	/	107,8	55,8739	
7	7B_6 (rest)	✓	/	✓	✓	/	2376,4	1234,3810	
7	7C_1 (rest)	/	7,4838	✓	✓	7,5057	21,9	401,6241	
7	7C_2 (rest)	/	7,5274	✓	✓	7,5496	22,2	419,7859	
7	7C_3 (rest)	/	7,4856	✓	✓	7,5086	23,0	388,1293	
7	7C_4 (rest)	/	7,5508	✓	✓	7,5731	22,3	392,6029	
7	7C_5 (rest)	/	7,5244	✓	✓	7,5450	20,6	428,9951	
7	7C_6 (rest)	/	/	✓	✓	/	28,2	14,6480	
8	8B_6 (rest)	✓	/	✓	✓	/	2023,0	1047,3352	
8	8C_1 (rest)	/	7,5434	✓	✓	7,5661	22,7	472,2152	
8	8C_2 (rest)	/	7,4767	✓	✓	7,4935	16,8	272,7680	
8	8C_3 (rest)	/	7,4894	✓	✓	7,5140	24,6	344,0497	
8	8C_4 (rest)	/	7,5306	✓	✓	7,5510	20,4	337,3574	
8	8C_5 (rest)	/	7,5539	✓	✓	7,5730	19,1	336,1445	
8	8C_6 (rest)	/	/	✓	✓	/	69,5	35,9811	
9	9B_6 (rest)	✓	/	✓	✓	/	1613,3	918,0575	
9	9C_1 (rest)	/	7,5530	✓	✓	7,5803	27,3	399,5323	
9	9C_2 (rest)	/	7,6174	✓	✓	7,6400	22,6	277,8816	
9	9C_3 (rest)	/	7,4989	✓	✓	7,5295	30,6	245,3409	
9	9C_4 (rest)	/	7,6194	✓	✓	7,6450	25,6	371,0215	
9	9C_5 (rest)	/	7,5788	✓	✓	7,6015	22,7	363,6480	
9	9C_6 (rest)	/	/	✓	✓	/	98,2	55,8813	

Staalnummer	Substaalnr	Kroes nr.	Kroes leeg (g) 105°C	Kroes + sed (g)	massa sediment in meetkamer (g)	densiteit (g/cm³) voor verassen	kroes+ sediment na verassing (g)	LOI %	massa sediment in meetkamer (g)	densiteit (g/cm³) na verassen	mastersizer na verassen
1	1B_6 (rest)	49	36,2138	37,7115	0,4186	1,9991±0,0016	37,2667	29,70	0,5074	2,4592±0,0028	✓
1	1C_1 (rest)	53	37,0895	38,0015	0,9061	2,5482±0,0026	37,9497	5,68	0,8387	2,6393±0,0030	✓
1	1C_2 (rest)										
1	1C_3 (rest)										
1	1C_4 (rest)										
1	1C_5 (rest)										
1	1C_6 (rest)										
2	2B_6 (rest)	185	34,7729	36,1778	0,4868	1,9725±0,0037	35,7666	29,27	0,5856	2,4360±0,0020	✓
2	2C_1 (rest)	205	32,5602	33,6116	0,9465	2,5261±0,0048	33,5389	6,91	0,9620	2,6325±0,0034	✓
2	2C_2 (rest)										
2	2C_3 (rest)										
2	2C_4 (rest)										
2	2C_5 (rest)										
2	2C_6 (rest)										
3	3B_6 (rest)	210	40,2249	41,1915	0,8049	1,9635±0,0003	40,9192	28,17	0,6706	2,4238±0,0023	✓
3	3C_1 (rest)	227	37,3555	37,9111	0,5409	2,4277±0,0066	37,851	10,82	0,4825	2,6163±0,0043	✓
3	3C_2 (rest)										
3	3C_3 (rest)										
3	3C_4 (rest)										
3	3C_5 (rest)										
3	3C_6 (rest)										
4	4B_6 (rest)	236	35,6045	38,1959	0,4587	2,0866±0,0033	37,4498	28,79	0,4391	2,5703±0,0032	✓
4	4C_1 (rest)	251	36,7381	37,5693	0,6341	2,3604±0,0032	37,4653	12,51	0,7164	2,6120±0,0035	✓
4	4C_2 (rest)										
4	4C_3 (rest)										
4	4C_4 (rest)										
4	4C_5 (rest)										
4	4C_6 (rest)										
5	5B_6 (rest)	311	31,2979	34,4395	0,4671	2,1221±0,0020	33,5915	26,99	0,4568	2,5718±0,0027	✓
5	5C_1 (rest)	314	32,0461	32,4015	0,3485	2,1742±0,0044	32,3265	21,10	0,2756	2,6310±0,0084	✓
5	5C_2 (rest)										
5	5C_3 (rest)										
5	5C_4 (rest)										
5	5C_5 (rest)										
5	5C_6 (rest)										

Staalnummer	Substaalnr	Kroes nr.	Kroes leeg (g) 105°C	Kroes + sed (g)	massa sediment in meetkamer (g)	densiteit (g/cm ³) voor verassen	kroes+ sediment na verassing (g)	LOI %	massa sediment in meetkamer (g)	densiteit (g/cm ³)	mastersizer na verassen ✓
6	6B_6 (rest)	323	35,4659	39,8288	0,6364	1,8837±0,0038	38,2267	36,72	0,5162	2,5833±0,0055	✓
6	6C_1 (rest)	400	35,7920	36,0272	0,2241	1,8437±0,0095	35,9395	37,29	0,1455	2,6383±0,0153	✓
6	6C_2 (rest)										
6	6C_3 (rest)										
6	6C_4 (rest)										
6	6C_5 (rest)										
6	6C_6 (rest)										
7	7B_6 (rest)	406	38,8491	41,2255	0,4578	2,0602±0,0024	40,4863	31,11	0,4108	2,5564±0,0019	✓
7	7C_1 (rest)	417	34,5930	34,7312	0,1294	1,9878±0,0107	34,6839	34,23	0,0795	2,4065±0,0203	✓
7	7C_2 (rest)										
7	7C_3 (rest)										
7	7C_4 (rest)										
7	7C_5 (rest)										
7	7C_6 (rest)										
8	8B_6 (rest)	426	34,3441	36,3671	0,4084	1,9671±0,0075	35,6137	37,24	0,4003	2,5288±0,0029	✓
8	8C_1 (rest)	427	38,0658	38,2389	0,1677	2,1623±0,0096	38,1951	25,30	0,1138	2,4921±0,0108	✓
8	8C_2 (rest)										
8	8C_3 (rest)										
8	8C_4 (rest)										
8	8C_5 (rest)										
8	8C_6 (rest)										
9	9B_6 (rest)	432	39,0658	40,6791	0,4374	1,9569±0,0043	40,1417	33,31	0,4503	2,4551±0,0022	✓
9	9C_1 (rest)	437	34,9213	35,1483	0,2190	2,2315±0,0136	35,0956	23,22	0,1603	2,4979±0,0108	✓
9	9C_2 (rest)										
9	9C_3 (rest)										
9	9C_4 (rest)										
9	9C_5 (rest)										
9	9C_6 (rest)										

