

# Sedimentsamenstelling studiegebied zoutwinning Waddenzee Jaarrapport 2023

A&W-rapport 21-009#3



in opdracht van



# **Sedimentsamenstelling studiegebied zoutwinning Waddenzee**

## **Jaarrapport 2023**

A&W-rapport 21-009#3

---

M.A.T. Marijt  
E.F. Kappers

**Foto Voorplaat**

Ballastplaat 2023, M.A.T. Marijt (A&W)

**M.A.T. Marijt, E.F. Kappers 2024**

Sedimentsamenstelling studiegebied zoutwinning Waddenzee. Jaarrapport 2023. A&W-rapport 21-009#3.

Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

**Opdrachtgever****Frisia Zout B.V.**

Lange Lijnbaan 15  
8861 NW HARLINGEN  
Telefoon 0517 492499

**Uitvoerders****Altenburg & Wymenga  
ecologisch onderzoek bv**

Suderwei 2  
9269 TZ Feanwâlden  
Science Park 400, Matrix II, k1.05  
1098 XH Amsterdam  
Telefoon 0511 47 47 64  
info@altwym.nl  
[www.altwym.nl](http://www.altwym.nl)

**WaterProof BV.**

IJsselmeerdijk 2  
8221 RC, Lelystad  
Tel: +31 (0)6 124 00 128  
Info@waterproofbv.nl  
[www.waterproofbv.nl](http://www.waterproofbv.nl)

© Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv. Overname van gegevens uit dit rapport is toegestaan met bronvermelding.

**Projectnummer**

21-009

**Projectleider**

E.F. Kappers

**Status**

Definitief

**Autorisatie**

A. Rippen

**Paraaf****Datum**

3 mei 2024

**Kwaliteitscontrole**

A.Rippen

**Paraaf**

# Inhoud

---

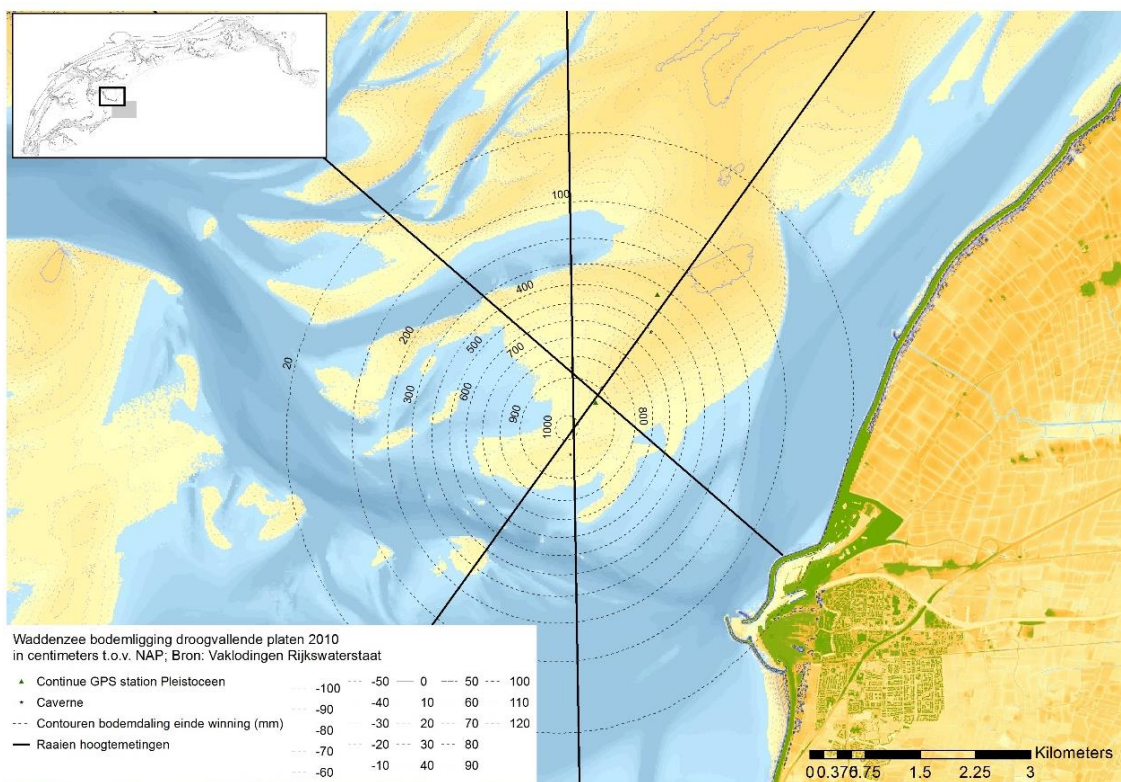
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Methode</b>	<b>3</b>
2.1	Bemonsteringslocaties	3
2.2	Veldwerk	4
2.3	Analyse sedimentsamenstelling	5
<b>3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>7</b>
3.1	Kwaliteitscontrole	7
3.2	Gemiddelde korrelgrootte	8
3.3	Slibpercentage	9
3.4	Korrelgrootteverdeling en -mediaan	11
<b>4</b>	<b>Discussie en conclusie</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Literatuur</b>	<b>15</b>
	<i>Bijlage 1</i>	
	<i>Overzicht monsterpunten per gebied per jaar</i>	<i>16</i>
	<i>Bijlage 2</i>	
	<i>Korrelgrootteverdelingen</i>	<i>18</i>



# 1 Inleiding

Frisia Zout B.V. (dochteronderneming van European Salt Company) te Harlingen produceert hoogwaardig vacuümzout (primair NaCl) d.m.v. oplosmijnbouw op ongeveer 2,5 – 3,0 km diepte onder de Waddenzee nabij Harlingen. Vanaf de productielocatie van Frisia Zout B.V. in Harlingen wordt geboord naar het wingebied Havenmond in de Waddenzee. Dit gebied ligt onder de Ballastplaat (Figuur 1.1).

Voor de zoutwinning is een vergunning Wet natuurbescherming afgegeven met monitoringsverplichting en hand-aan-de-kraan principe. Tijdens de zoutwinning ontstaan holle ruimtes (cavernes) die na winning gevuld zijn met zout water. De zoutwinning zal daling van de diepe ondergrond tot gevolg hebben wat mogelijke gevolgen kan hebben op de hoogte en sedimentsamenstelling van nabijgelegen wadplaten. De Ballastplaat valt binnen het verwachte bodemdalingsgebied (Figuur 1.1). De Ballastplaat is o.a. van groot belang voor trekkende wadvogels. Het monitoringsprogramma is erop gericht om de morfologische en ecologische ontwikkelingen in en nabij het invloedgebied van de zoutwinning in de gaten te houden. Hierbij wordt gekeken naar bodemdaling en plaatoppervlak, plaatselijke sedimentatie/erosie, sedimentsamenstelling, aanwezigheid van bodemdieren en de functie van de plaat voor wadvogels.



Figuur 1.1. Het droogvallende deel van Ballastplaat in 2010 en de contouren van de diepe daling door zoutwinning aan het eind van de winning (bron: Cleveringa, 2016).

De jaarlijkse evaluatie van de monitoringsgegevens biedt de mogelijkheid om te werken via het hand-aan-de-kraan-principe. Als blijkt dat de bodemdaling van de pleistocene ondergrond groter is dan verwacht of dat er significant negatieve effecten in de Waddenzee optreden als gevolg van bodemdaling door de zoutwinning, dan is het mogelijk om de winningsstrategie aan te passen op een zodanige wijze dat de effecten binnen de gestelde grenzen blijven.

Onderdeel van het monitoringsprogramma is de bemonstering en analyse van de sedimentsamenstelling, zowel in het gebied waar bodemdaling optreedt als op een aantal referentielocaties. Het doel van de monitoring van de sedimentsamenstelling is om vast te stellen of en welke veranderingen plaatsvinden in de sedimentsamenstelling tijdens en na de zoutwinning. Daarnaast is deze abiotische factor sterk medebepalend voor de geschiktheid van het habitat voor bodemdieren (benthos) en indirect voor wadvogels. De integratie van de resultaten van de monitoring van de sedimentsamenstelling in relatie met de andere monitoringsresultaten wordt uitgevoerd met alle betrokkenen en is beschreven in het rapport "Monitoring T0-Situatie studiegebied zoutwinning Waddenzee" (Cleveringa, 2020).

Voorliggend rapport is het jaarrapport van het zesde monitoringsjaar (2018-2023) van de sedimentsamenstelling. In dit rapport worden de resultaten van de korrelgrootteverdeling en slibpercentages gepresenteerd.



## 2 Methode

In dit hoofdstuk worden de locaties van de sedimentbemonstering beschreven. Vervolgens wordt toegelicht hoe de bemonstering in het veld is uitgevoerd en hoe de sedimentsamenstelling is geanalyseerd.

Gelijktijdig met de sedimentbemonsteringen op de Ballastplaat zijn spijkermetingen uitgevoerd. De locaties van deze spijkermetingen zijn ook in de beschrijving meegenomen omdat daar tevens sedimentmonsters zijn genomen. De resultaten van de spijkermetingen zelf zijn in een apart document gerapporteerd (Kappers *et al.*, 2024).

### 2.1 Bemonsteringslocaties

Voor de sedimentbemonstering zijn in 2023 vijf analysegebieden binnen de Ballastplaat geselecteerd (zie Tabel 2.1 en Figuur 2.1). Deze gebieden liggen verspreid op de droogvallende plaat, omdat dit het foerageergebied is waar wadvogels gebruik van maken. Daarnaast zijn gebieden zowel binnen het bodemdalingsgebied als binnen het mogelijk invloedgebied geselecteerd. De bemonstering vindt plaats op alle spijkermetinglocaties binnen en buiten het bodemdalingsgebied ('Ballastplaat Zuid' en 'Ballastplaat Noord') waar variatie in sedimentatie en erosie wordt gemeten. Daarnaast vindt er bemonstering plaats van locaties op 'Ballastplaat Midden', welke punten direct tegen het bodemdalingsgebied aanliggen. Tot slot zijn de punten in gebieden 'Ballastplaat Zuid-West' en 'Ballastplaat Noord-Oost' gekozen op basis van de benthosbemonstering raai waar Wageningen Marine Research (WMR) onderzoek heeft uitgevoerd.

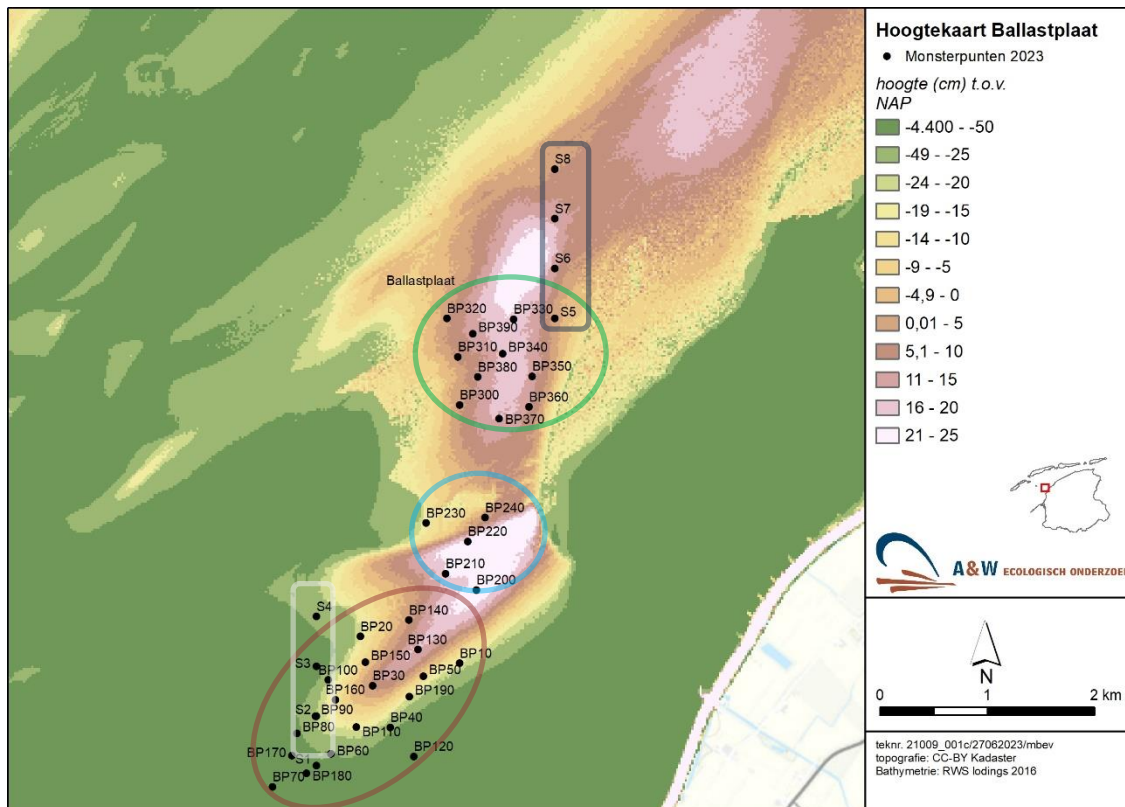
De punten BP10 t/m BP190 (Ballastplaat Zuid) en S1 t/m S8 (Ballastplaat Zuid-West en Ballastplaat Noord-Oost) worden sinds de start van het onderzoek door A&W in 2018 bemonsterd.<sup>1</sup> De punten op Ballastplaat Midden en Ballastplaat Noord zijn sinds dit jaar toegevoegd ter vervanging van de referentiegebieden Griend, Richel en Hendrik Tjaarsplaat die voorgaande jaren werden bemonsterd. Deze keuze is gemaakt omdat de sedimenthuishouding in deze referentiegebieden dermate afweek van de Ballastplaat dat vergelijkingen niet mogelijk waren. Het toevoegen van de punten BP200 t/m BP240 en BP300 t/m BP390, geeft nieuwe referentielocaties op korte afstand van het directe bodemdalingsgebied.

Tabel 2.1. Overzicht analysegebieden en bemonsteringsopzet.

Gebieden	Wadplaat	Toelichting	Sample ID	N locaties
Ballastplaat Zuid	Ballastplaat	Bodemdalingsgebied	BP10 t/m BP190	19
Ballastplaat Zuid-West	Ballastplaat	Bodemdalingsgebied	S1 t/m S4	4
Ballastplaat Noord-Oost	Ballastplaat	Binnen invloedgebied	S5 t/m S8	4
Ballastplaat Midden*	Ballastplaat	Binnen invloedgebied	BP200 t/m BP240	5
Ballastplaat Noord*	Ballastplaat	Binnen invloedgebied	BP300 t/m BP390	10
<b>Totale bemonstering in het veld</b>				<b>42</b>

\*sedimentmonsters die sinds 2023 meegenomen worden.

<sup>1</sup> Let op. In voorgaande rapporten kunnen de gebiedsnamen waar deze punten onder vallen iets afwijken.



Figuur 2.1. Bemonsteringslocaties voor sedimentsamenstelling; Ballastplaat Zuid-West (wit), Ballastplaat Zuid (rood), Ballastplaat midden (blauw), Ballastplaat Noord (groen) en Ballastplaat Noord-Oost (grijs).

## 2.2 Veldwerk

De sedimentbemonstering van 2023 is uitgevoerd op 28 juni en 19 juli (Tabel 2.2). Hierbij is een RIB van Waterproof B.V. gebruikt om de verschillende locaties te bereiken. De bemonsteringslocaties zijn gelokaliseerd met een handheld GPS, die is geprogrammeerd in het RD stelsel.

Tabel 2.2. Overzicht van bemonsteringmomenten in 2023.

Gebied	Bemonsterde punten per datum 2023	
	28 juni	19 juli
Ballastplaat Zuid	BP10 t/m BP190	
Ballastplaat Zuid-West	S1 t/m S4	
Ballastplaat Midden	BP200 t/m BP240	
Ballastplaat Noord	BP300 t/m BP390	
Ballastplaat Noord-Oost		S5 t/m S8

Alle gebieden met uitzondering van Ballastplaat Noord-Oost zijn te voet bemonsterd tijdens laag water. Op deze locaties is middels een steekbuis (Ø 3,4 cm) tweemaal de bovenste 5 cm sediment bemonsterd. De monsterpunten van Ballastplaat Noord-Oost zijn met afgaand water bemonsterd met nog ongeveer 0,8 meter water op de plaat (1,5 à 2 uur na hoog water). Om deze locaties te kunnen bemonsteren, is hier middels een grotere steekbuis (doorsnede Ø 10 cm en

oppervlakte 0,0079 m<sup>2</sup>) een 20 cm diepe sedimentkern uitgestoken en aan boord van de RIB gehaald. Door deze sedimentkern zorgvuldig in een emmer te plaatsen, kon middels de kleine steekbuis een monster worden genomen van de bovenste 4 cm van het wad (Figuur 2.2).



Figuur 2.2. Overzicht van sedimentbemonstering op het wad (links) en aan boord van de RIB (midden en rechts).

Alle monsters zijn random nabij de GPS locatie genomen. De exacte locaties van de monsters wijken 1-2 meter af van de locaties van de spijkerankers om te voorkomen dat de monitoring effect heeft op de sedimentatie/erosie metingen. Na bemonstering zijn de samples handmatig gemixt tot een homogeen mengsel. Hierna zijn per monsterlocatie twee potjes gevuld met elk minimaal 30 gram aan sediment (duplo's) voor de analyse van de sedimentsamenstelling. Vervolgens zijn de sedimentmonsters ingevroren, alvorens ze naar het NIOZ zijn gebracht voor analyse. In totaal zijn er 42 sedimentmonsters in het veld genomen welke in duplo zijn geanalyseerd in het lab.

Naast de monsterpunten is dit jaar ook een groot sediment referentie sample genomen om meer inzicht te krijgen in de meetvariatie door de jaren heen. Dit sample wordt in de vriezer opgeslagen en ieder jaar wordt dit sediment gehomogeniseerd en in duplo (2x 30 mg) meegezonden voor analyse.

### 2.3 Analyse sedimentsamenstelling

Alle sedimentmonsters zijn op het NIOZ tot 96 uur gevriesdroogd en vervolgens gehomogeniseerd. Elk monster is over een 2 mm zeef ingewogen in een 13 ml PP reageerbuis (deeltjes groter dan 2 mm kunnen de meetcel beschadigen en worden dus niet gemeten).

Vervolgens is Reversed Osmosis (RO) water toegevoegd om de sediment deeltjes in suspensie te brengen met een Vortex mixer. Daarna zijn de gevulde buizen in de Autoprep module van de Beckman Coulter LS 13 320 gezet. Voorafgaand aan het meten, vindt sonicatie van de monsters plaats om eventuele resterende verkleefde deeltjes te scheiden. Na het invullen van de bemonsteringgegevens in de gekoppelde computer zijn de monsters gemeten.

De verdeling van de korrelgrootte is bepaald op onbehandelde monsters, d.w.z. dat de organische stof en calciumcarbonaat niet uit de monsters worden verwijderd (biologische benadering). Deze methode is identiek aan de SIBES methode. Alle sedimenten zijn geanalyseerd met de Beckman Coulter LS 13 320 (Aqueous Liquid Module, optische module 'gray'). De Beckman Coulter LS 13 320 is een deeltjesgrootte analyzer, die werkt volgens het principe van laserdiffractie en lichtverstrooiingsmeting (Polarization Intensity Differential Scattering technology - PIDS). De methode werkt in grote lijnen als volgt: een laser vuurt een laserstraal af op de deeltjes in de meetcel. Het licht dat op de deeltjes komt wordt verstrooid in verschillende richtingen. Vervolgens pikken de 132 detectoren die rondom de meetcel geplaatst zijn het licht weer op. Aan de hand van de intensiteit van het licht en de hoek waaronder deze op de detectoren vallen, kan via een complex algoritme de grootte van het deeltje berekend worden. Bij de analyse worden 126 klassen onderscheiden tussen 0,04 - 2000  $\mu\text{m}$ . Naast de korrelgrootteverdeling van de zandfractie is daarmee ook het percentage slib (volume % <63 $\mu\text{m}$ ) en de verdeling van de slibfractie bepaald. De korrelgrootteverdeling van de verschillende fracties is bepaald op basis van het volumepercentage.

In het volgende hoofdstuk wordt een samenvatting van de resultaten gepresenteerd. De sediment-samenstelling wordt aan de hand van de volgende parameters beschreven: gemiddelde korrelgrootte ( $\mu\text{m}$ ), slib percentage (volume % < 63  $\mu\text{m}$ ), korrelgrootteverdeling en mediaan korrelgrootte ofwel  $D_{50}$  ( $\mu\text{m}$ ).

### 3 Resultaten

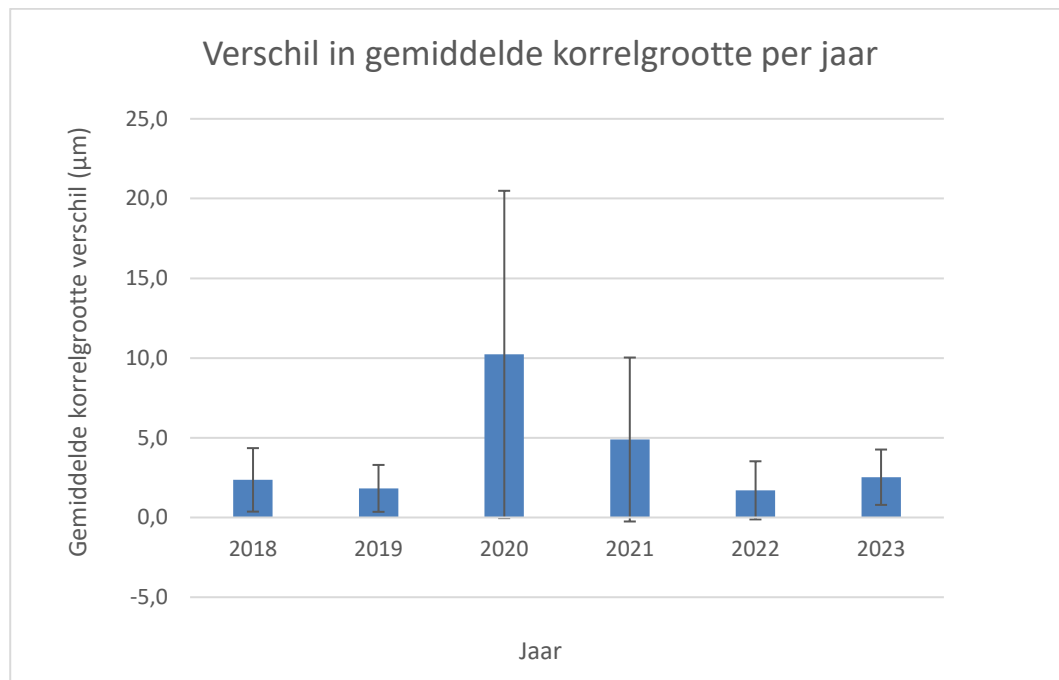
De resultaten van de sedimentmetingen uit 2018 t/m 2023 worden hieronder uiteengezet. De nadruk ligt hierbij vooral op de nieuwe resultaten van 2023.

#### 3.1 Kwaliteitscontrole

##### Variatie in duplo's

Om de kwaliteit en betrouwbaarheid van de metingen in te schatten, wordt gekeken naar het gemiddeld verschil tussen de duplo metingen. De resultaten van 2018, 2019, 2021, 2022 en 2023 laten zien dat er weinig variatie ( $<5 \mu\text{m}$ ) zit tussen de duplo's en dat de resultaten reproduceerbaar zijn (Figuur 3.1). In 2020 was de variatie binnen een aantal duplo's en monsterpunten groter. De variatie is vooral terug te zien in de kleinere korrelgroottes.

Bij de verdere verwerking van de gegevens wordt gewerkt met de gemiddelde waarden van de duplo's. Dit met uitzondering op punten BP30 en S6 van 2023. Van deze monsterlocaties is in het lab een duplo verloren gegaan, waardoor de waarden van de enkele analyse worden meegenomen.



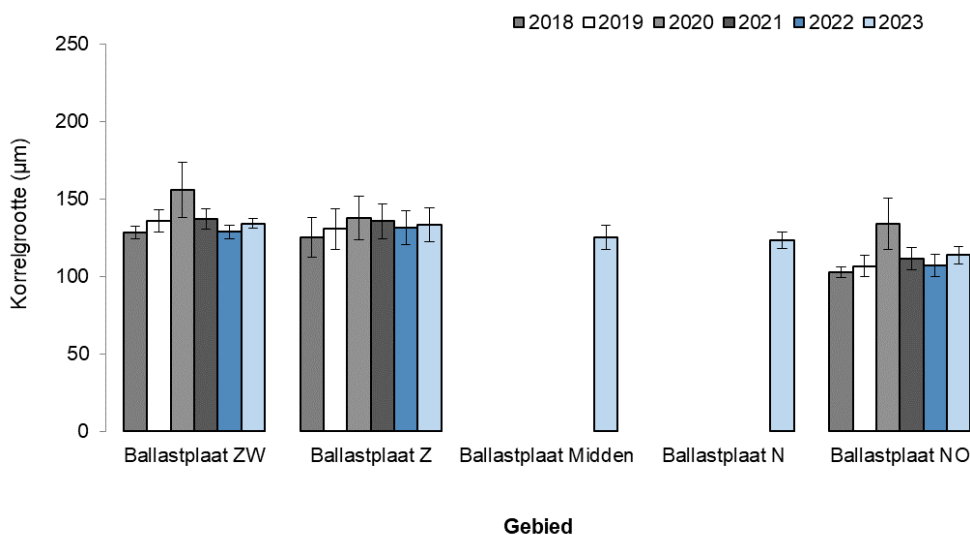
Figuur 3.1. Gemiddelde verschil van de gemiddelde korrelgrootte van de duplo's van de monsterlocaties die in het betreffende jaar zijn geanalyseerd met bijbehorende standaarddeviaties.

### Referentie sample

In 2023 is voor het eerst een analyse referentie sample genomen. Dit sample heeft als doel om eventuele meetvariatie tussen de verschillende jaren in beeld te krijgen. De duplo resultaten van dit sample komen sterk overeen waardoor de uitkomsten geschikt zijn om toekomstige metingen te vergelijken.

### 3.2 Gemiddelde korrelgrootte

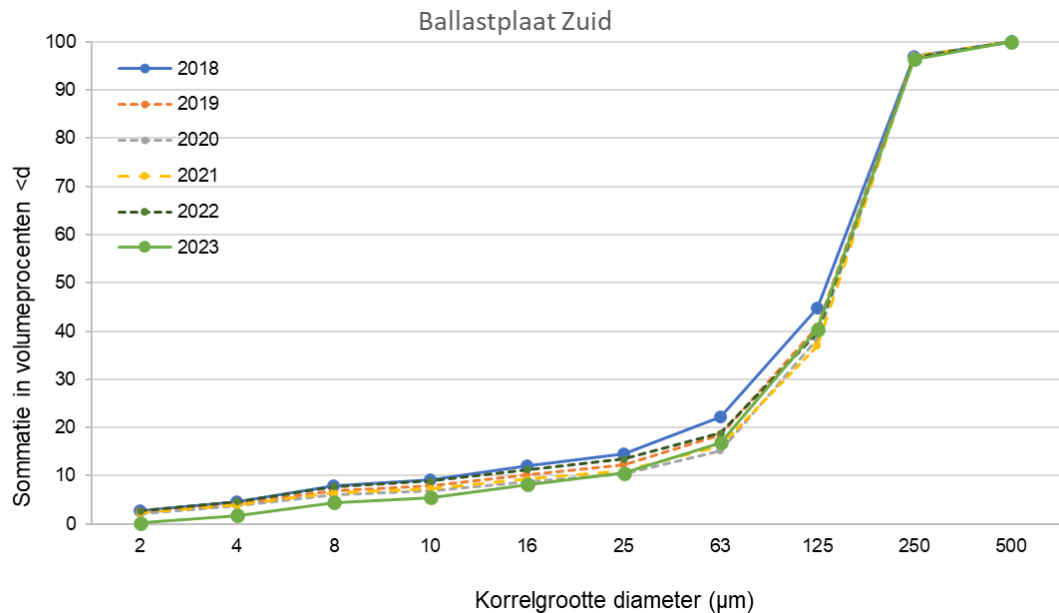
De gemiddelde korrelgrootte is bepaald voor de verschillende gebieden per jaar (Figuur 3.2). In 2023 is een gemiddelde korrelgrootte van  $133 \pm 11 \mu\text{m}$  waargenomen binnen het bodemdalingsgebied (Ballastplaat Zuid). Tussen de verschillende jaren zijn lichte fluctuaties in de gebieden waar te nemen, echter zijn deze niet significant. De nieuwe referentielocaties die dit jaar zijn toegevoegd (Ballastplaat Midden en Ballastplaat Noord) wijken in deze eerste analyse niet sterk af van de andere locaties. Enkel bij de locatie Ballastplaat Noord-Oost lijkt de gemiddelde korrelgrootte wat lager te liggen. Dit komt overeen met wat er in het veld wordt waargenomen omtrent slib in het gebied.



Figuur 3.2. Overzicht veranderingen in gemiddelde korrelgrootte ( $\mu\text{m}$ ) en bijbehorende standaarddeviaties voor 2018 t/m 2023 op de Ballastplaat Zuid-West (ZW), Zuid (Z), Noord-Oost (NO) en voor 2023 op Ballastplaat Midden en Noord (N) (het nieuw gekozen referentiegebied).

### Cumulatieve korrelgrootteverdeling

De gemiddelde cumulatieve korrelgrootteverdeling voor Ballastplaat Zuid is weergegeven in Figuur 3.3. Het gaat hierbij om de meetpunten die binnen het bodemdalingsgebied vallen en waar tevens spijkermetingen worden uitgevoerd. De curves laten een vrij stabiel beeld zien tussen de jaren.

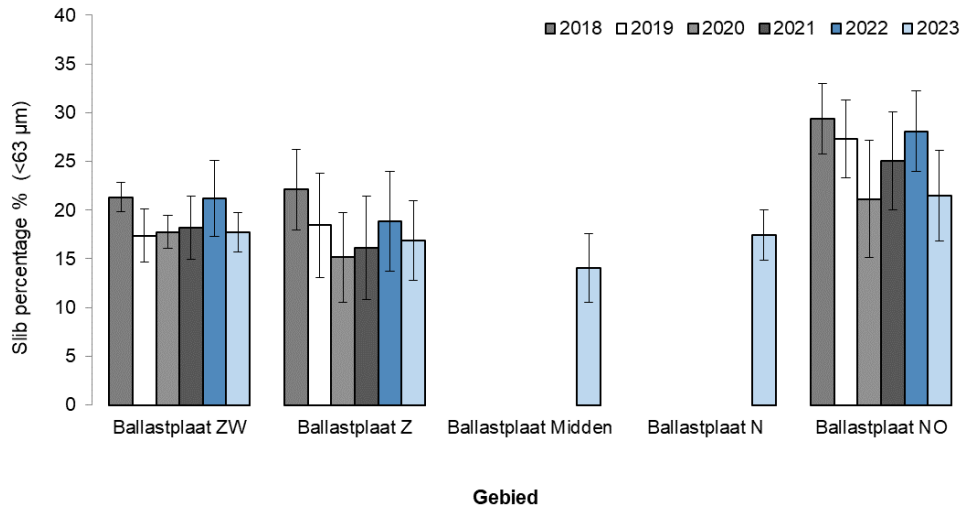


Figuur 3.3. Gemiddelde cumulatieve korrelgrootteverdeling voor 2018 t/m 2023 op Ballastplaat Zuid (spijkermeting locaties binnen het bodemdalingsgebied). Op de x-as is de korrelgrootte (diameter in  $\mu\text{m}$ ) weergegeven. Op de y-as is het cumulatieve volume-percentage van de gevonden volumes weergegeven, beginnend bij de kleinste korrelafmeting.

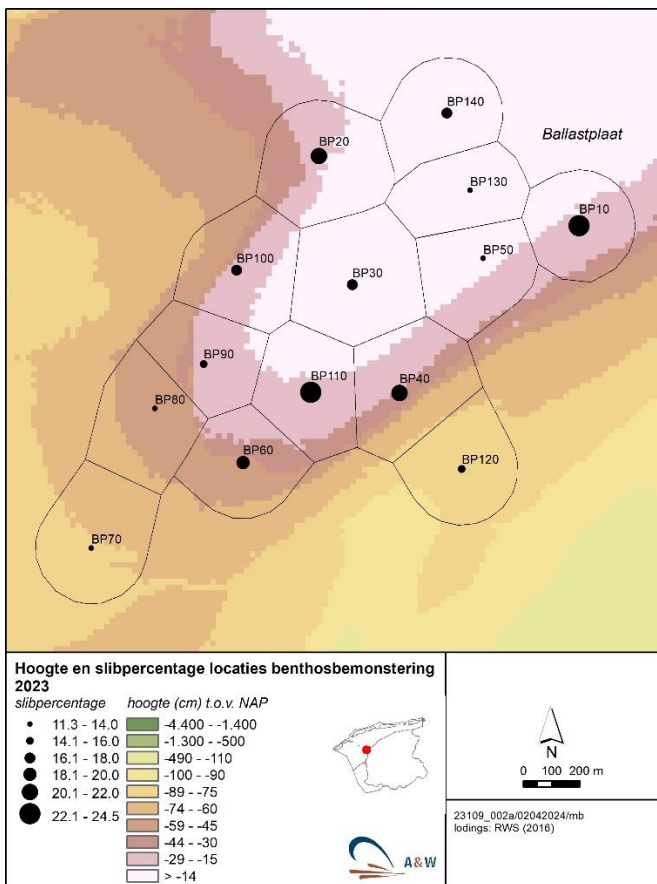
### 3.3 Slibpercentage

Het gemiddelde slibpercentage (volume %  $<63 \mu\text{m}$ ) per deelgebied per jaar is in Figuur 3.4 weergegeven. In 2023 is een slibgehalte van  $17 \pm 4\%$  waargenomen in het bodemdalingsgebied (Ballastplaat Zuid). De metingen van 2023 laten evenals voorgaande jaren een sterke variatie zien in slibgehalte binnen de gebieden (grote standaarddeviatie). In alle gebieden zijn er tussen de verschillende jaren grote fluctuaties in slibpercentage waar te nemen. Binnen deze fluctuaties zijn met de huidige data geen trends waarneembaar. Echter lijkt in het gebied Ballastplaat Noord-Oost een hoger slibpercentage waargenomen te worden, wat ook bij de gemiddelde korrelgrootte en veldwaarnemingen terug komt. Slibpercentages in de nieuwe referentielocaties Ballastplaat Midden en Noord komen overeen met de slibpercentages binnen het bodemdalingsgebied (hetzij met een grote meetvariatie binnen de gebieden).

Voor de punten van Ballastplaat Zuid zijn de slibpercentages van 2023 ook per punt geografisch in beeld gebracht (Figuur 3.5). De punten zijn weergegeven ten opzichte van de RWS hoogtekkaart van 2016. Hier is te zien dat het slibpercentage per punt varieert en dat hogere slibpercentages voornamelijk worden waargenomen aan de zuidoostelijke randen van de Ballastplaat.



Figuur 3.4. Overzicht veranderingen in gemiddeld slib percentage (volume % <63 µm) en bijbehorende standaarddeviaties voor 2018 t/m 2023 op de Ballastplaat Zuid-West (ZW), Zuid (Z), Noord-Oost (NO) en voor 2023 op Ballastplaat Midden en Noord (N) (het nieuw gekozen referentiegebied).

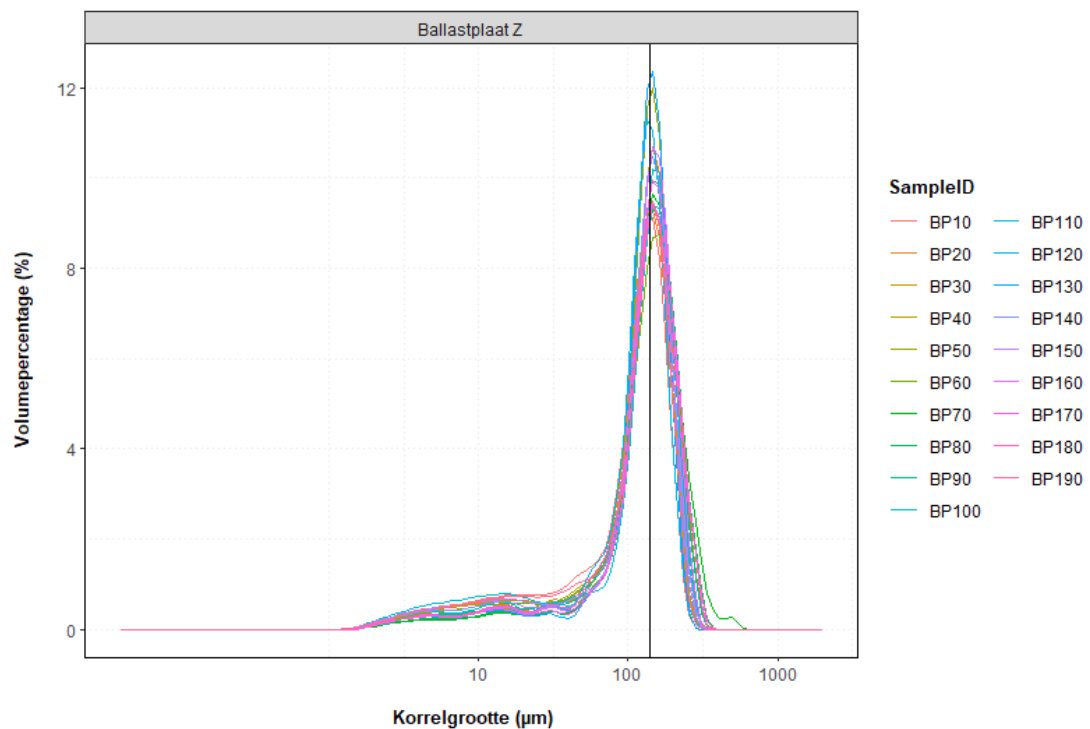


Figuur 3.5. Hoogteligging (RWS 2016) en slibpercentage in 2023 van de punten BP10 t/m BP140 binnen Ballastplaat Zuid.

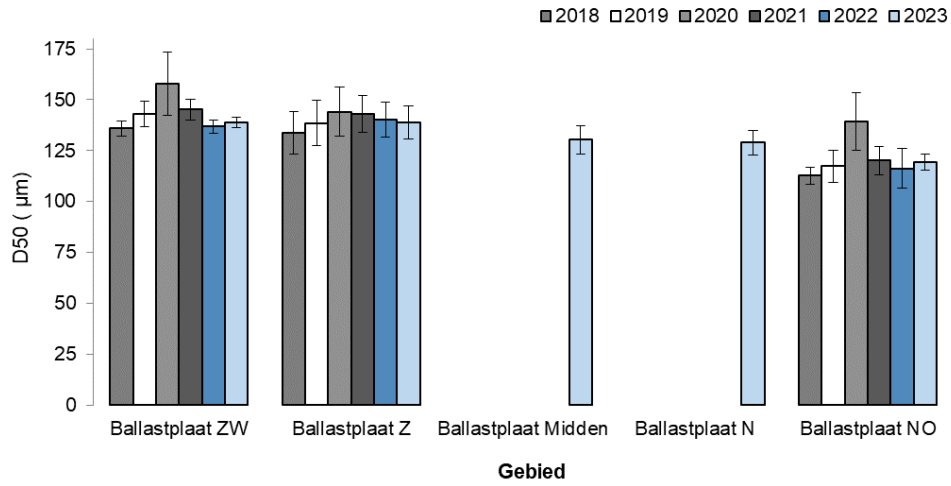


### 3.4 Korrelgrootteverdeling en -mediaan

De korrelgrootteverdeling van de punten bij Ballastplaat Zuid is weergegeven in figuur 3.6. Korrelgroottes tussen 1,047  $\mu\text{m}$  en 653  $\mu\text{m}$  zijn hierin waargenomen. De gemiddelde  $D_{50}$  is 138,8  $\pm$  8,0  $\mu\text{m}$  (gemiddelde  $\pm$  standaarddeviatie, zie ook Figuur 3.7). De punten laten daarbij een variatie zien in volumepercentage van fijner sediment. Tevens wordt waargenomen dat op punt BP70 grover materiaal is aangetroffen ten opzichte van de andere monsterlocaties op Ballastplaat Zuid. Ook in de andere gebieden wordt de aanwezigheid van deze grotere korrelgrootte niet waargenomen (zie Figuren B2.1 t/m B2.4 in Bijlage 2).



Figuur 3.6. Korrelgrootteverdeling van de punten binnen Ballastplaat Zuid. De gemiddelde mediaan van alle sample punten is weergegeven als verticale lijn.



Figuur 3.7. Overzicht veranderingen in korrelgrootte D<sub>50</sub> (µm) gemiddeld per gebied per jaar en bijbehorende standaarddeviaties voor 2018 t/m 2023 op de Ballastplaat Zuid (Z), Zuid-West (ZW), Noord-Oost (NO) en voor 2023 op Ballastplaat Midden (het nieuw gekozen referentiegebied).

In figuur 3.7 wordt de gemiddelde D<sub>50</sub> per gebied over de verschillen de jaren weergegeven. Hier zijn geen duidelijke patronen waar te nemen die duiden op een verandering in sedimentsamenstelling binnen de verschillende gebieden over de jaren heen.

## 4 Discussie en conclusie

---

Het doel van het monitoringsprogramma van de sedimentsamenstelling is om vast te stellen of en welke veranderingen plaatsvinden in de sedimentsamenstelling tijdens en na de zoutwinning nabij de Ballastplaat. Zowel het bodemdalingsgebied als referentiegebieden worden hierin meegenomen om te zien of mogelijke variaties toe te kennen zijn aan de veroorzaakte diepe bodemdaling. In dit rapport staan de resultaten van het zesde monitoringsjaar (2023) centraal en is er gekeken naar ontwikkelingen in sedimentsamenstelling in de periode 2018-2023.

### Referentiegebieden

In 2023 is op basis van de gegevens van 2018-2022 de conclusie getrokken dat de referentielocaties Richel, Griend en Hendrik Tjaarsplaat sterk afwijken van de sedimentsamenstelling op de Ballastplaat (Kappers *et al.*, 2023). De Ballastplaat ligt dicht in de buurt van het wantij waardoor er minder dynamiek is op deze plaat en de plaat minder zandig is dan de tot dan toe gemonitorde referentielocaties. Daarom is er dit jaar voor gekozen om nieuwe referentielocaties uit te zoeken binnen de Ballastplaat, maar buiten het directe bodemdalingsgebied. De sedimentsamenstelling van de nieuwe punten laten in deze eerste resultaten overeenkomsten zien met de sedimentsamenstelling binnen het bodemdalingsgebied. Dit maakt de vergelijking met deze locaties mogelijk geschikter dan eerder gebruikte referentielocaties. Echter kan de vergelijking met de referentielocatie nog niet plaatsvinden omdat er nog maar één jaar gemonitord wordt. Eventueel kan verkend worden of er binnen het SIBES monitoringsprogramma punten zijn die overeen komen met deze nieuwe referentiegebieden. Doordat de gevoerde onderzoeksmethode in dit onderzoek gelijk is aan de SIBES metingen kunnen uitkomsten één op één vergeleken worden.

### Gemiddelde korrelgrootte en slibgehalte

Dit jaar werd een korrelgrootte van  $133 \pm 11 \mu\text{m}$  (gemiddelde  $\pm$  standaarddeviatie) en een slibgehalte van  $17 \pm 4 \%$  (gemiddelde  $\pm$  standaarddeviatie) waargenomen binnen het bodemdalingsgebied (Ballastplaat Zuid). De waarden komen overeen met eerdere metingen van getijdenplaten in het kombergingsgebied Vlie (Compton *et al.*, 2013, Christianen *et al.*, 2015). De gemiddelde korrelgrootte die op de getijdenplaten wordt gemeten in de Waddenzee ligt bij de  $152 \pm 43 \mu\text{m}$ , het gemiddelde slibpercentage is  $13 \pm 14\%$  (Folmer *et al.*, 2023).

### Korrelgrootteverdeling

Binnen het bodemdalingsgebied (Ballastplaat Zuid) zien we dat de korrelgrootteverdeling van de samplepunten in grote lijnen overeenkomt. De variatie tussen de punten is voornamelijk veroorzaakt door het aandeel van de kleinere korrelgroottes (o.a. slibpercentage). Opvallend is de aanwezigheid van grotere korrels binnen het sample van BP70. Dit is het meest zuidelijke meetpunt van de Ballastplaat.

### **Veranderingen in sedimentsamenstelling**

Sedimentsamenstelling kan beïnvloed worden door zowel kortdurende lokale processen als langdurende processen op grotere schaal. Folmer *et al.* (2023) vond bij een analyse van SIBES data dat variaties in sedimentsamenstelling in de gehele Waddenzee gelijktijdig waargenomen konden worden. Verandering op grote ruimtelijke schaal (gehele Nederlandse Waddenzee) leek een dominanter effect hebben op sedimentsamenstelling dan lokale processen. Dit benadrukt het belang van het gebruik van referentiegebieden binnen de effectbepaling van zoutwinning. In dit rapport zien we geen trends omtrent gemiddelde korrelgrootte, slibgehalte of  $D_{50}$ . De standaard deviatie van de gegevens is dermate hoog dat ook voor de toekomst het moeilijk is om veranderingen in het gebied waar te nemen. De hoge standaarddeviatie in zowel percentage slib als gemiddelde korrelgrootte is niet abnormaal voor de Ballastplaat. Op locaties langs de randen van de plaat, vlak bij de kust en nabij het wantij worden doorgaans grotere variaties waargenomen dan nabij de zeegaten (Folmer *et al.*, 2023). Dit heeft te maken met het aandeel slib in het gebied dat gemakkelijk in suspensie kan worden gebracht en daardoor makkelijk temporeel kan verschillen. Door de sedimentgegevens in relatie te brengen met andere parameters als benthos-samenstelling kan de huidige dataset wel bijdragen aan een beter begrip van gebiedsveranderingen in de toekomst. Voor nu wordt op basis van enkel de sedimentdata geen aanleiding gezien om acties uit te voeren op basis van de hand-aan-de-kraan-principe.

## 5 Literatuur

---

- Christianen, M.J.A., Holthuijsen, S., van der Zee, E.M., van der Eijk, A., Govers, L.L., van der Heide, T., de Paoli, H., Olf, H. (2015). Ecotopen- en Kansrijkdomkaart van de Nederlandse Waddenzee. Rapportnummer 2015.04.01, Waddensleutels.
- Cleveringa, J. (2016). Notitie Morfologische ontwikkelingen Ballastplaat. ARCADIS. Arnhem.
- Cleveringa, J. (2020). Monitoring T0-Situatie studiegebied zoutwinning Waddenzee. ARCADIS. Arnhem.
- Compton, T.J., Holthuijsen, S., Koolhaas, A., Dekinga, A., ten Horn, J., Smith, J., Galama, Y., Brugge, M., van der Wal, D., van der Meer, J., van der Veer, H.W., Piersma, T., (2013). Distinctly variable mudscapes: Distribution gradients of intertidal macrofauna across the Dutch Wadden Sea. *J. Sea Res.* 82, 103–116. doi:10.1016/j.seares.2013.02.002
- De la Barra, P., Aarts, G., & Bijleveld, A. (2024). The effects of gas extraction under intertidal mudflats on sediment and macrozoobenthic communities. *Journal of Applied Ecology*, 61, 390–405. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14530>
- Kappers, E.F., J. Krol, M. Olivierse, R. Snoek (2024). Wadsedimentatie Studiegebied zoutwinning Waddenzee. Jaarrapport 2023. A&W-rapport 21-010#3, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Kappers, E.F., F. Versloot, R. Snoek, (2023). Sedimentsamenstelling Studiegebied zoutwinning Waddenzee. Jaarrapport 2022. A&W-rapport 21-009. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Folmer, E.O., Bijleveld, A.I., Holthuijsen, S., van der Meer, J., Piersma, T. & van der Veer, H.W. (2023). Space–time analyses of sediment composition reveals synchronized dynamics at all intertidal flats in the Dutch Wadden Sea. Elsevier, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* Volume 285.
- Van der Zee, E., Snoek, R., Olivierse, M., Perk, L. (2018). Sedimentsamenstelling Ballastplaat. Jaarrapport 2018. A&W-rapport 2525. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Van der Zee, E., Krol, J., Fieten, N., Snoek, R. (2021). Wadsedimentatie Studiegebied zoutwinning Waddenzee. Jaarrapport 2021. A&W-rapport 21-010. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

## Bijlage 1 Overzicht monsterpunten per gebied per jaar

Door de jaren heen is er lichte variatie geweest in de bemonsterde punten binnen het project. De tabel hieronder geeft een overzicht van de punten die door de jaren heen zijn meegenomen (X). De data die meegenomen zijn in de 2023 analyse zijn weergegeven in blauw.

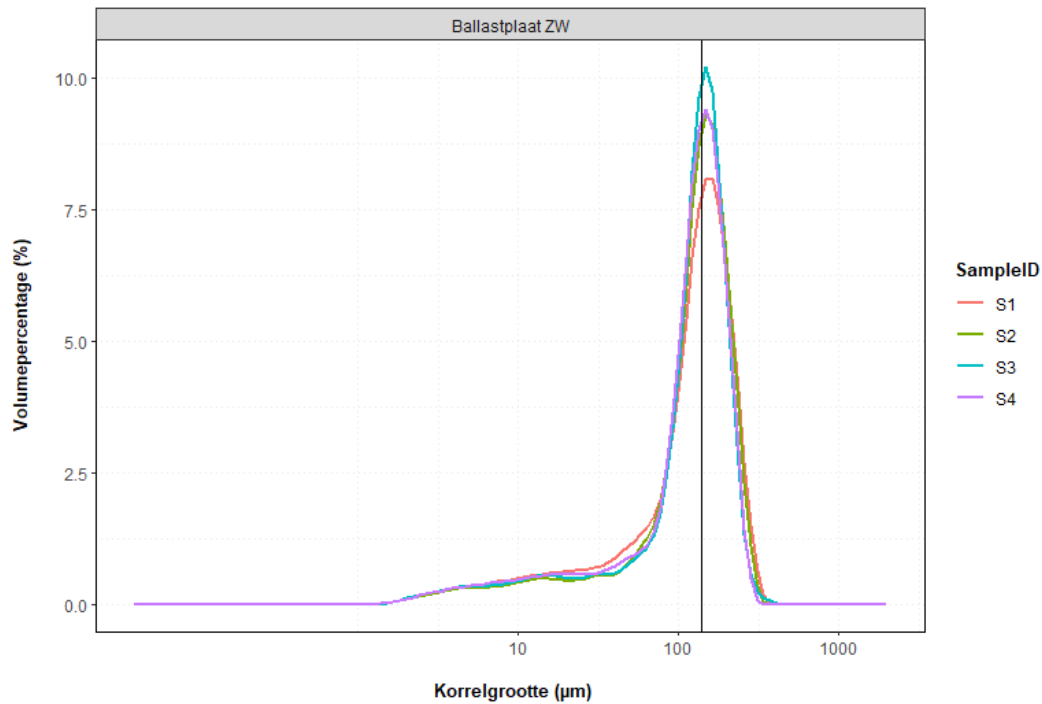
	2018	2019	2020**	2021	2022	2023
<b>Ballastplaat Zuid-West (n=4)</b>						
S1	X	X	X	X	X	X
S2	X	X	X	X	X	X
S3	X	X	X	X	X	X
S4	X	X	X	X	X	X
<b>Ballastplaat Noord-Oost (n=4)</b>						
S5	X	X	X	X	X	X
S6	X	x	X	X	X	X*
S7	X	X	X	X	X	X
S8	X	X	X	X	X	X
<b>Ballastplaat Zuid (n=19)</b>						
BP10	X	X	X	X	X	X
BP20	X	X	X	X	X	X
BP30	X	X	X	X	X	X*
BP40	X	X	X	X	X	X
BP50	X	X	X	X	X	X
BP60	X	X	X	X	X	X
BP70	X	X	X	X	X	X
BP80	X	X	X	X	X	X
BP90	X	X	X	X	X	X
BP100	X	X	X	X	X	X
BP110	X	X	X	X	X	X
BP120	X	X	X	X	X	X
BP130	X	X	X	X	X	X
BP140	X	X	X	X	X	X
BP150						X
BP160						X
BP170						X
BP180						X
BP190						X
<b>Ballastplaat Midden (n=5)</b>						
BP200						X
BP210						X
BP220						X
BP230						X
BP240						X
<b>Ballastplaat Noord (n=10)</b>						
BP300						X
BP310						X
BP320						X
BP330						X

BP340						X
BP350						X
BP360						X
BP370						X
BP380						X
BP390						X
<b>Hendrik Tjaarsplaat (n=4)</b>						
S9	X	X	X	X	X	
S10	X	X	X	X	X	
S11	X	X	X	X	X	
S12	X	X	X	X	X	
<b>Richel (n=8)</b>						
S13	X	X	X	X	X	
S14	X	X	X	X	X	
S15	X	X	X	X	X	
S16	X	X	X	X	X	
S17	X	X	X	X	X	
S18	X	X	X	X	X	
S19	X	X	X	X	X	
S20	X	X	X	X	X	
<b>Griend (n=8)</b>						
S21	X	X	X	X	X	
S22	X	X	X	X	X	
S23	X	X	X	X	X	
S24	X	X	X	X	X	
S25	X	X	X	X	X	
S26	X	X	X	X	X	
S27	X	X	X	X	X	
S28	X	X	X	X	X	

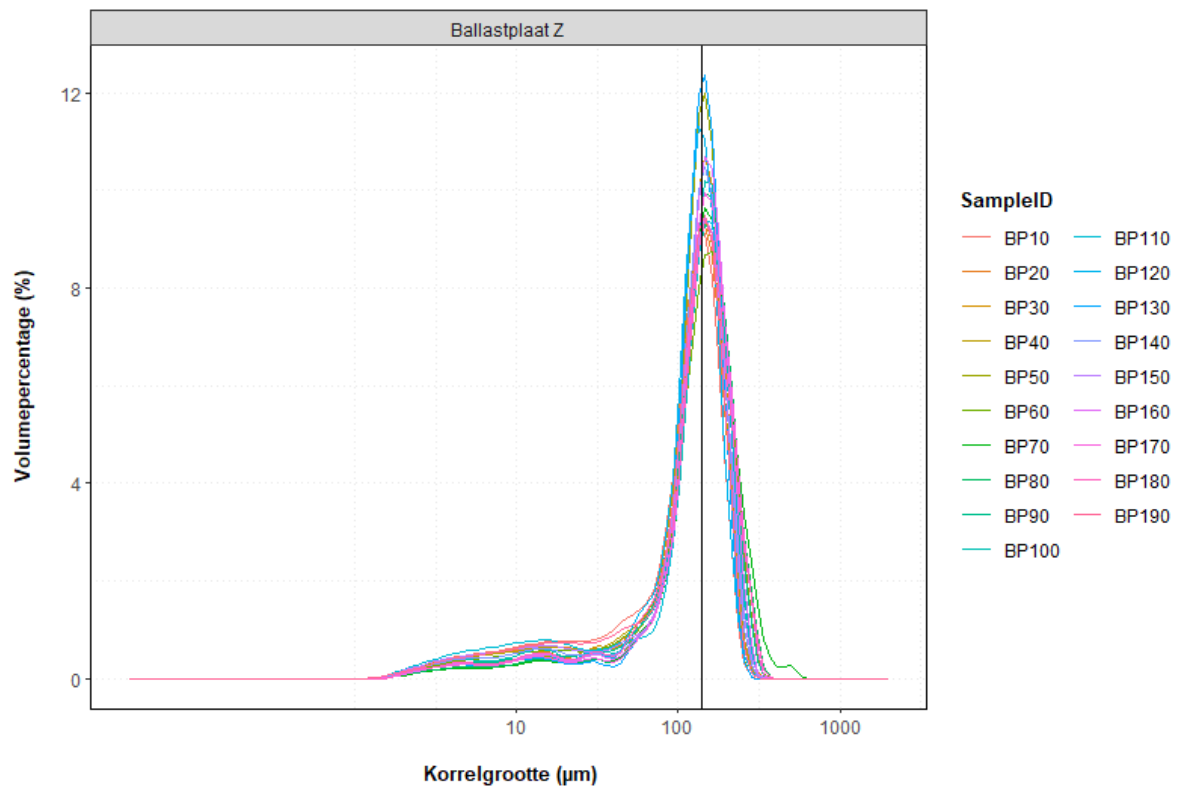
\*\* Analyse sample enkelvoudig vanwege afwezigheid van duplo in het proces.

\*\* Door logistieke redenen is een deel van de monsters gemeten met een ander apparaat dan de jaren ervoor waardoor metingen van dit jaar mogelijk afwijken van overige jaren (van der Zee 2021).

## Bijlage 2 Korrelgrootteverdelingen

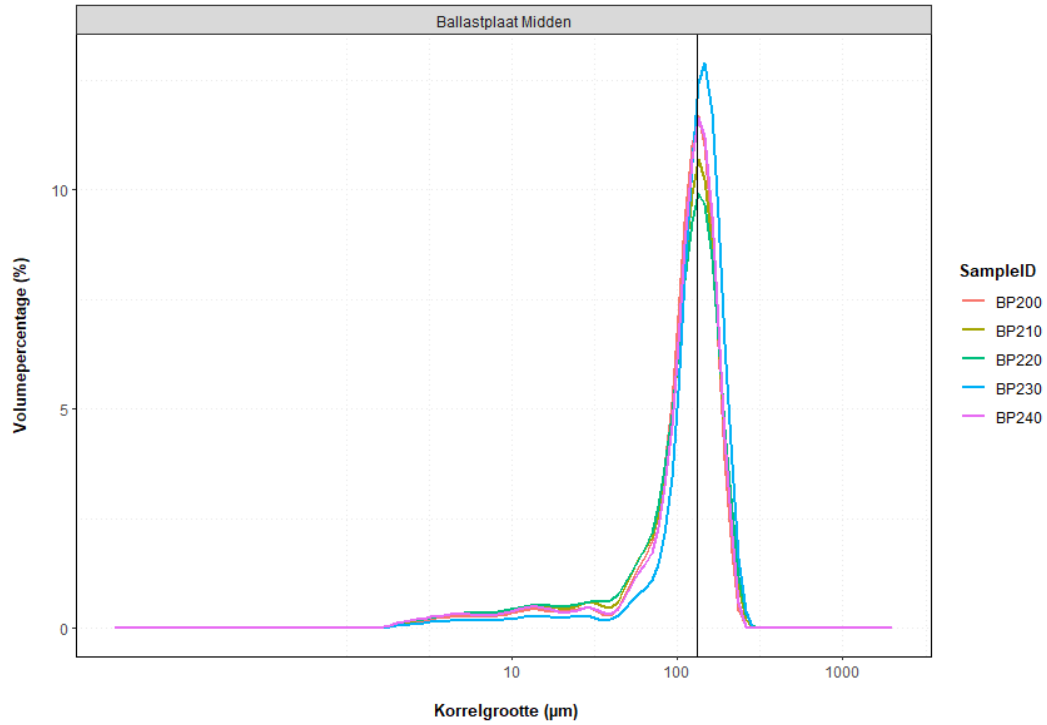


Figuur B2.1. Korrelgrootteverdeling van de punten S1 t/m S4 binnen Ballastplaat Zuid-West. De gemiddelde mediaan van alle sample punten is weergegeven als verticale lijn.

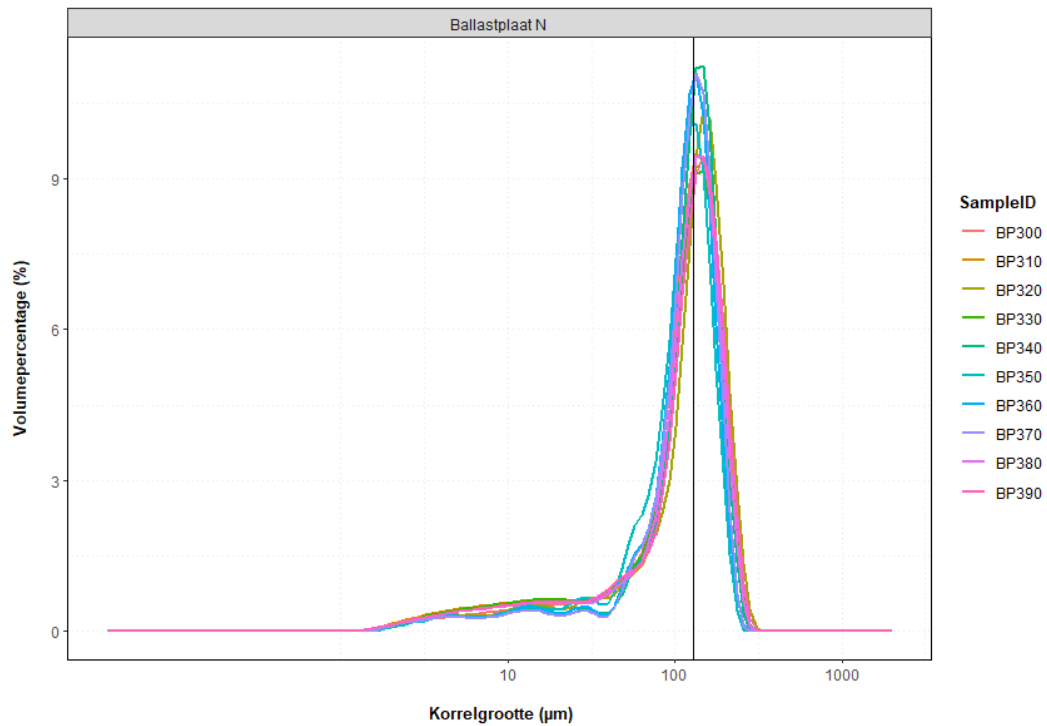


Figuur B2.2. Korrelgrootteverdeling van de punten BP 10 t/m BP 190 binnen Ballastplaat Zuid. De gemiddelde mediaan van alle sample punten is weergegeven als verticale lijn.

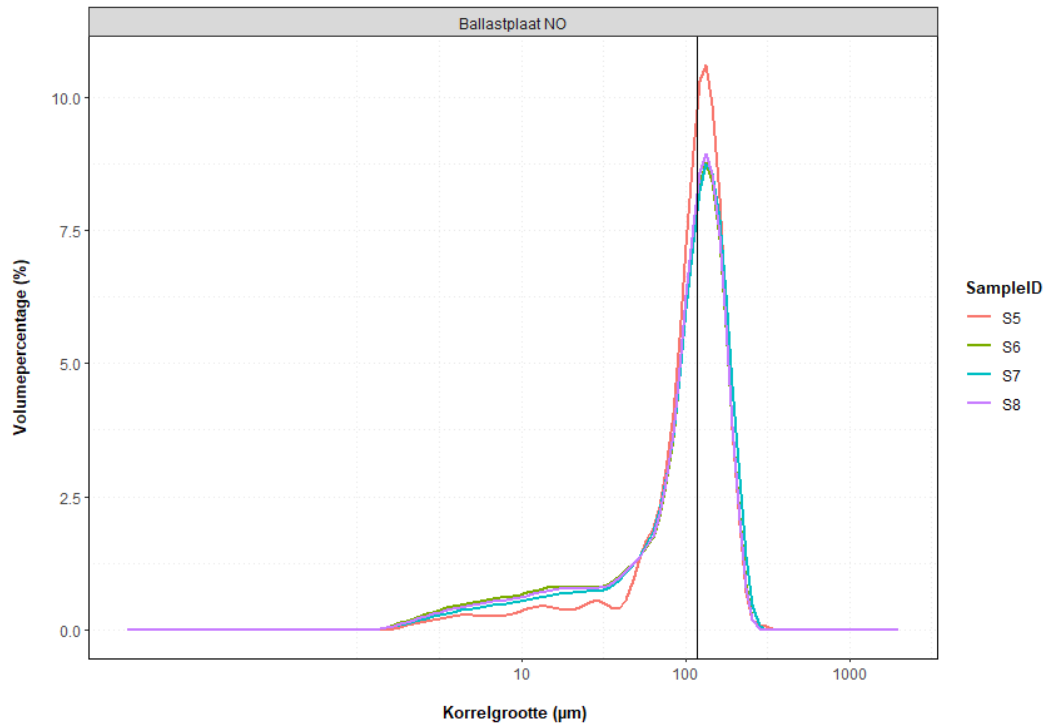




Figuur B2.3. Korrelgrootteverdeling van de punten BP200 t/m BP240 binnen Ballastplaat Midden. De gemiddelde mediaan van alle sample punten is weergegeven als verticale lijn.



Figuur B2.3. Korrelgrootteverdeling van de punten BP300 t/m BP390 binnen Ballastplaat Noord. De gemiddelde mediaan van alle sample punten is weergegeven als verticale lijn.



Figuur B2.4. Korrelgrootteverdeling van de punten S5 t/m S8 binnen Ballastplaat Noord-Oost. De gemiddelde mediaan van alle sample punten is weergegeven als verticale lijn.



**Adres**

Suderwei 2  
9269 TZ Feanwâlden  
Telefoon 0511 47 47 64  
info@altwym.nl

**Adres Amsterdam**

Gebouw Matrix II,  
Science Park 400/K1.05  
1098 XH Amsterdam

[www.altwym.nl](http://www.altwym.nl)