

Bodemdalingsmonitor 2024 Kustfundament en getijdenbekkens

Bodemdaling bij Harlingen door zoutwinning op de Waddenzee



Bodemdalingsmonitor 2024 Kustfundament en getijdenbekkens
Bodemdaling bij Harlingen door zoutwinning op de Waddenzee

Auteur(s)
Marc Hijma

Bodemdalingsmonitor 2024 Kustfundament en getijdenbekkens

Bodemdaling bij Harlingen door zoutwinning op de Waddenzee

Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Contactpersoon	Marga Rommel
Referenties	n.v.t.
Trefwoorden	Bodemdaling, geologie, kust, GNSS, zoutwinning, relatieve zeespiegelstijging

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	04-03-2025
Projectnummer	11210366-003
Document ID	11210366-003-ZKS-0004
Pagina's	15
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

	Marc Hijma	

Samenvatting

Sinds september 2020 wordt er in de Waddenzee zout gewonnen in wingebed Havenmond ten westen van Harlingen. Dit heeft geleid tot een waarneembare versnelling van bodemdaling rondom de winlocatie. Voor de winning lag deze snelheid gemiddeld rond 0,7 mm/jaar, maar deze snelheid is in het centrum van de bodemdalingsschotel toegenomen tot circa 12,5 mm/jaar. Het bijbehorende bodemdalingsvolume was de laatste vier jaar gemiddeld 0,1 mln.m³ per jaar. Het totale bodemdalingsvolume per jaar voor het Nederlandse deel van de Waddenzee als gevolg van winning en natuurlijke processen ligt echter rond 2,4 ± 0,8 mln.m³. De impact op de totale sedimentbalans van de Waddenzee door de gestarte zoutwinning is daarmee vooralsnog relatief beperkt. Ook lokaal worden momenteel nog geen afwijkende morfologische veranderingen waargenomen die toegeschreven kunnen worden aan de zoutwinning. De bulk van de zoutwinning moet echter nog komen. Uit modellering volgt dat het uiteindelijke bodemdalingsvolume door zoutwinning in de komende 40 jaar rond 10,8 mln.m³ zal liggen, dit komt neer op circa 0,27 mln.m³ per jaar. Monitoring zal uitwijzen of dit volume klopt en of er effecten zullen zijn op de lokale morfologie.

De bodemdalingsschotel van de zoutwinning heeft de stad Harlingen nog niet bereikt en daarmee worden de relatieve waterstandsmetingen bij hoofdgetijdenstation Harlingen nog niet beïnvloed. Modelstudies geven aan dat circa 2 cm bodemdaling zal optreden bij station Harlingen de komende 40 jaar, oftewel 0,5 mm/jaar. Aangezien de huidige snelheid van zeespiegelstijging rond de 3 mm/jaar ligt, is deze toename relevant en zullen op termijn correcties nodig zijn om de afgeleide absolute zeespiegelstijging vast te stellen.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	6
1.1	Achtergrond <i>Bodemdalingsmonitor</i>	6
1.2	Achtergrond Zoutwinning Ballastplaat	7
2	Bodemdaling	9
2.1	In de Waddenzee	9
2.2	Rondom het getijdenstation	11
3	Conclusies	13
	Referenties	14

1 Inleiding

1.1 Achtergrond *Bodemdalingsmonitor*

De zeespiegel langs de gehele Nederlandse kust stijgt en een deel van die stijging wordt veroorzaakt door bodemdaling. De bijdrage van bodemdaling wordt al decennia onderzocht (zie bijvoorbeeld Jelgersma, 1961; Lorenz et al., 1991; Barends et al., 2008), maar sinds 2017 ook binnen het Programma B&O Kust van RWS-WVL¹ waarbij specifiek de bodemdaling van het kustfundament en de getijdenbekkens geanalyseerd wordt. In 2019 is voor het eerst gepubliceerd over bodemdaling van het kustfundament en de getijdenbekkens onder de noemer van de *Bodemdalingsmonitor*, in analogie met de reeds bestaande *Zeespiegelmonitor* die zich richt op de actuele zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust (Baart et al., 2018; Stolte et al., 2023). Het achterliggende hoofddoel van de *Bodemdalingsmonitor* is om onderbouwde berekeningen van het volumeverlies door bodemdaling in deze gebieden te kunnen maken, zodat de hoeveelheden sediment beter beheerd kunnen worden. Daarnaast wordt voor de zes hoofdgetijdenstations de bijdrage van bodemdaling aan de relatieve zeespiegelstijging berekend. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen geologische bodemdaling (gemiddeld 25% van de totale relatieve zeespiegelstijging) en daling door delfstofwinning.

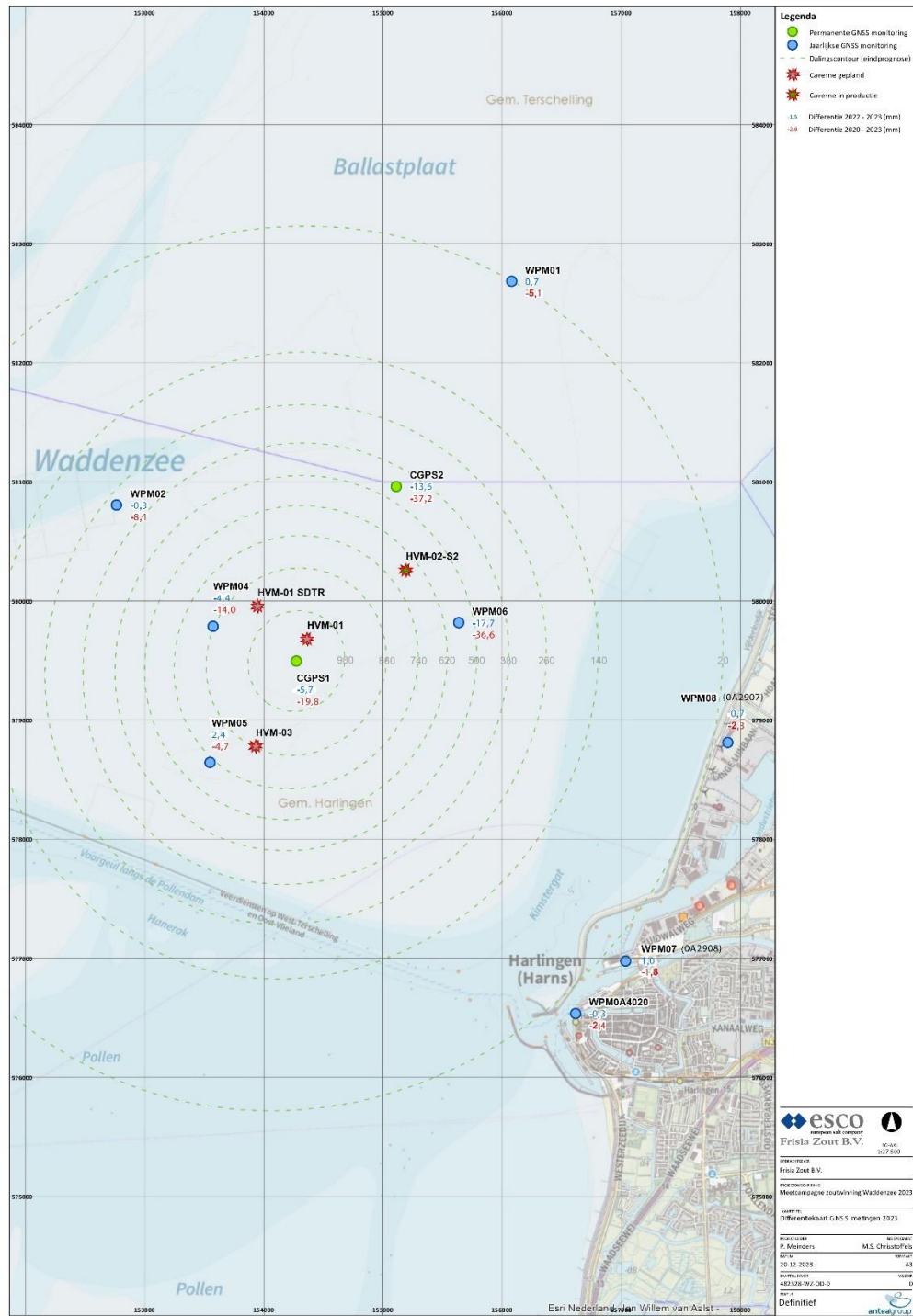
Tot de werkzaamheden voor de *Bodemdalingsmonitor* behoren het integreren van nieuwe ontwikkelingen omtrent dit onderwerp en regelmatig overleg met experts van instituten en universiteiten. Daarnaast worden alle of - afhankelijk van prioriteiten - een deel van de aanbevelingen uit het voorgaande rapport uitgevoerd. De meest recente rapporten bestaan uit een samenvattend overzicht van alle resultaten binnen de *Bodemdalingsmonitor* (Hijma, 2022) en een analyse omtrent het beter inzetten van GNSS-satellietmetingen van bodemdaling binnen de *Bodemdalingsmonitor* (Nougues, 2022).

Het voorliggende rapport volgt de aanbeveling op om de impact van de bodemdaling door zoutwinning ten westen van Harlingen te monitoren op 1) het bodemdalingsvolume in de Waddenzee en 2) metingen van relatieve zeespiegelstijging bij hoofdgetijdenstation Harlingen. Paragraaf 1.2 geeft aanvullende achtergrond bij de zoutwinning, het navolgende hoofdstuk geeft een samenvatting van de meest recente inzichten in de gevolgen van de zoutwinning ten westen van Harlingen voor bodemdaling.

¹ Programma Beheer & Onderhoud Kust van Rijkswaterstaat-Water, Verkeer en Leefomgeving. Dit programma wordt in een samenwerking tussen RWS-WVL en Deltares uitgevoerd.

1.2 Achtergrond Zoutwinning Ballastplaat

Ten westen van Harlingen, onder de Ballastplaat in winningsgebied Havenmond, wordt sinds 7 september 2020 zout gewonnen door Frisia Zout B.V. In totaal zal over een periode van ongeveer 40 jaar 32 Mton (steen)zout gewonnen gaan worden uit vier cavernes. Hierbij zal veel bodemdaling optreden, naar verwachting meer dan 1 m in het centrum van de bodemdalingsschotel die reikt tot aan Harlingen (Figuur 1-1).

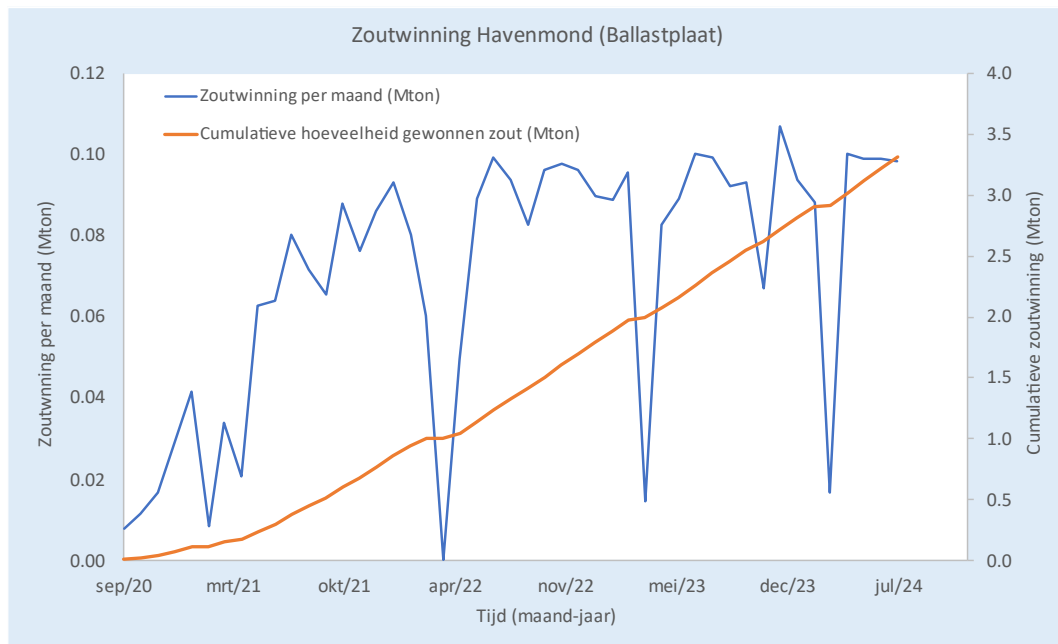


Figuur 1-1 Verwachte bodemdaling door de winning van zout ten westen van Harlingen (uit Antea Group, 2024a).

Van de vier geplande cavernes op de Waddenzee is momenteel alleen de meest noordelijke, HVM-02-S2 (Figuur 1-1), producerend. De huidige vorm van de bodemdalingsschotel ligt daarom gecentreerd rondom deze caveerne en is dus anders van vorm dan de uiteindelijk verwachte schotel als alle cavernes uitgeproduceerd zijn (Figuur 1-1). In het havengebied van Harlingen, waar het hoofdgetijdenstation staat, wordt maximaal 2 cm bodemdaling verwacht. Dit getijdenstation is sinds 2022 uitgerust met GNSS-apparatuur die de daling van het getijdenstation meet.

Volgens modellen (Cleveringa & Grasmeijer, 2010) zal de bodemdaling in het wingebied gecompenseerd worden door sedimentatie en zullen er geen morfologische veranderingen optreden als gevolg van de winning. De morfologische veranderingen en bodemdaling worden in opdracht van Frisia Zout B.V. jaarlijks gemonitord. Frisia Zout B.V. is daarnaast sinds 2019 onderdeel van het samenwerkingsverband *Pilot Harlingen*², dat verder bestaat uit de gemeente Harlingen, de provincie Fryslân, het Wetterskip Fryslân en de stichting Bescherming Historisch Harlingen. Dit verband wil door risico's op schade te erkennen en transparante metingen uit te voeren met het 'Aanvullend Meetnet' op het vasteland laten zien dat economie en veiligheid samen kunnen gaan. Op de Waddenzee zijn de metingen al begonnen voor de start van de winning, zodat ook de uitgangssituatie goed is ingemeten. Het Aanvullend Meetnet is uiteindelijk in het tweede kwartaal van 2022 volledig van start gegaan, dus na de start van de winning. Dit is echter nog op tijd om de eventuele bodemdaling als gevolg van de zoutwinning te meten, aangezien de bodemdalingsschotel nog niet in de buurt van Harlingen is.

Sinds september 2020 is de productie geleidelijk toegenomen tot circa 0,08-0,09 Mton per maand (Figuur 1-2). Er is nu in totaal iets meer dan 3,3 Mton gewonnen, er volgt dus nog circa 29 Mton.



Figuur 1-2 Productiecijfers van de zoutwinning bij de Ballastplaat tot en met juli 2024. (Cijfers verkregen via NLOG³)

² *Pilot Harlingen* is online te vinden op pilotharlingen.nl.

³ <https://www.nlog.nl/datacenter/prodfigures/fields>

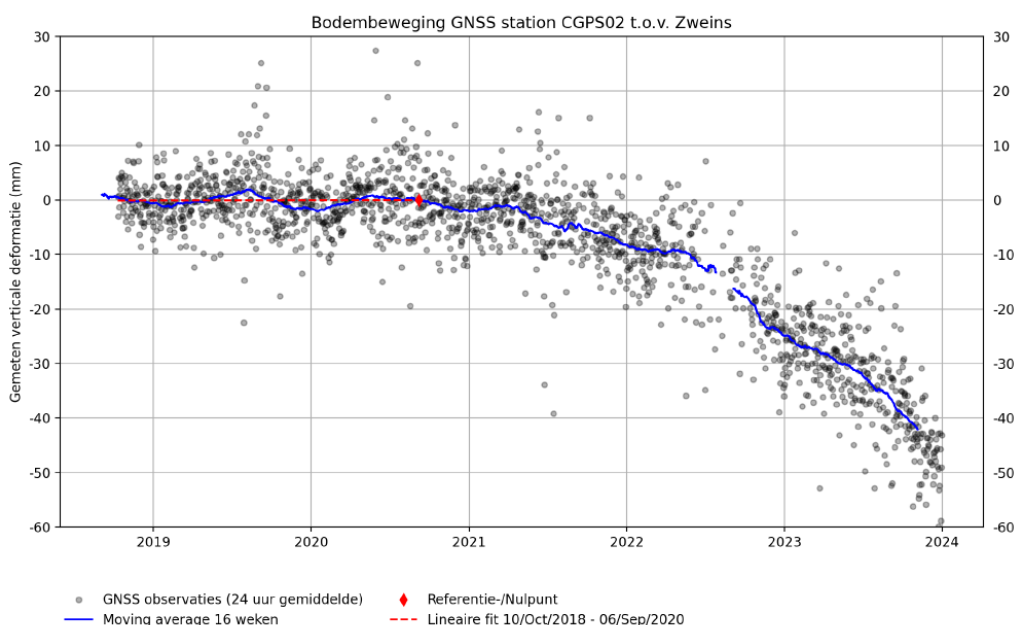
2 Bodemdaling

2.1 In de Waddenzee

Het grootste deel van de verwachte bodemdalingsschotel bevindt zich in de Waddenzee (Figuur 1-1), het volume van deze gemodelleerde schotel bedraagt circa 10,8 mln.m³ (dit rapport, op basis van contouren in Figuur 1-1). Een eerder gemodelleerde schotel omvatte circa 12,8 mln.m³ (Hijma, 2022). Dit is een behoorlijk verschil en indicatief voor de onzekerheden die gepaard gaan met dergelijke modellering. Het gaat dus om flinke bodemdalingsvolumes, vergelijkbaar met het volume sediment dat in 2 jaar vanuit de Noordzee de gehele Waddenzee in getransporteerd wordt (Elias & Wang, 2020). De schotel vormt zich echter geleidelijk, vandaar de verwachting dat de sedimentatie de daling bij kan houden en er geen morfologische veranderingen zullen gaan optreden (Cleveringa & Grasmeyer, 2010).

De bodemdaling door zoutwinning komt bovenop de geologische bodemdaling in dit gebied, deze bedraagt 6 ± 3 cm/eeuw ($0,6 \pm 0,3$ mm/jaar) voor de omgeving van Harlingen (Hijma, 2022). Dit is in goede overeenstemming met GNSS-station Zweins (WPM08 in Figuur 1-1) waar tussen september 2020 en september 2023 2,3 mm bodemdaling is gemeten oftewel 0,7 mm/jaar (ongeveer 7 cm/eeuw). Dit station staat aan de rand van de uiteindelijke bodemdalingsschotel en zal nog niet beïnvloed worden door de zoutwinning op de Waddenzee.

Station Zweins wordt als referentiestation gebruikt voor de geïnstalleerde GNSS-stations in de Waddenzee. Twee daarvan (CGPS1 en CGPS2) worden continu gemonitord, de overige stations worden jaarlijks ingemeten. De overeenstemming tussen de continue en jaarlijkse monitoring is goed (Antea Group, 2024a). De GNSS-stations laten dalingen zien van 4,7 tot meer dan 40 mm tussen september 2020 en september 2023, met de grootse daling uiteraard rondom de producerende caveerne HVM-02-S2 (Figuur 2-1).



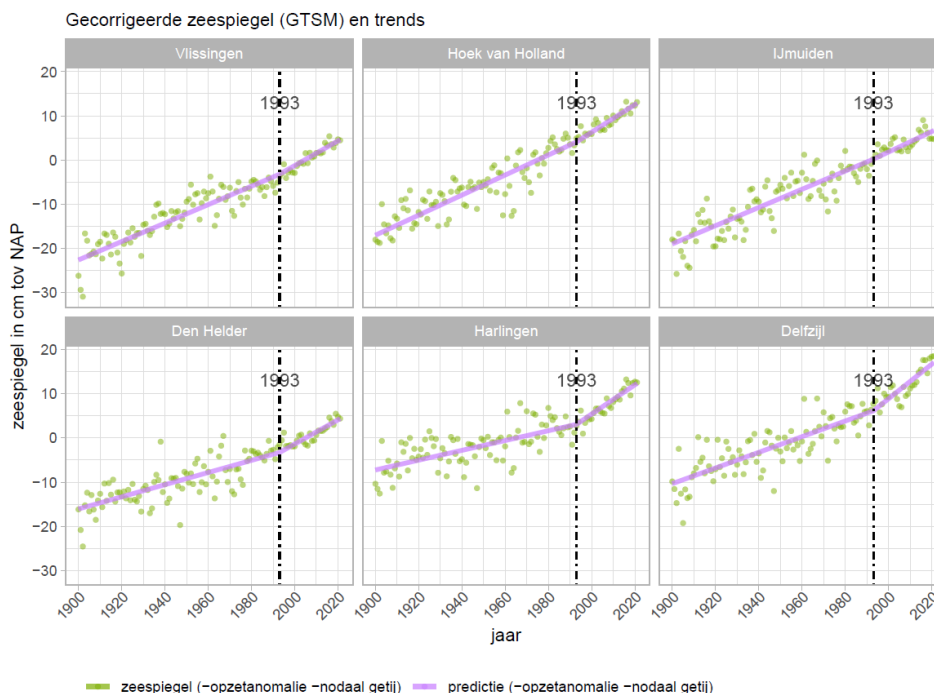
Figuur 2-1 Bodembeweging van station CGPS02 t.o.v. station Zweins. De start van de zoutwinning was september 2020. Eind 2023 lijkt de daalsnelheid toe te nemen (Antea Group, 2024a).

Opvallende punten zijn WPM01 en WPM02 (Figuur 1-1). De eerste ligt aan de noordelijke rand van de uiteindelijke schotel, waar 20 mm extra bodemdaling verwacht wordt de komende 40+ jaar. In de eerste 3 jaar is daar reeds 5 mm bodemdaling opgetreden, dus met deze snelheid wordt de 20 mm snel overschreden. WMP02 ligt op een vergelijkbare afstand van HVM-02-S2 als WMP01, maar de gemeten bodemdaling is daar reeds 8 mm in 3 jaar. De schotel heeft momenteel dus geen symmetrische cirkel vorm en binnen deze vorm lijkt bodemdaling niet gelijkmatig verdeeld op te treden. Als in de komende jaren de overige cavernes in gebruik genomen gaan worden, zal de vorm van de bodemdalingsschotel steeds van vorm veranderen.

De maximaal gemeten daling ligt rond de 40 mm, rondom de caverne zal dit nog wat hoger zijn. Dit komt neer op daalsnelheden rond de 12,5 mm/jaar oftewel 1,25 m/eeuw. De morfologie rondom de Ballastplaat wordt structureel gemonitord naar aanleiding van de zoutwinning. De metingen laten zien dat het van nature een dynamisch gebied is en door het verplaatsen van geulen kunnen er zeer grote morfologische veranderingen optreden. De morfologische metingen zijn tot enkele centimeters nauwkeurig, waardoor het met de huidige dataset van enkele jaren nog niet is vast te stellen of de sedimentatie de bodemdaling wel of niet kan bijhouden. Vooralsnog zijn er geen aanwijzingen dat de sedimentatie de versnelde bodemdaling niet kan bijhouden (Arcadis, 2024). Op basis van de gemeten bodemdaling wordt de sedimentvraag door zoutwinning geschat op totaal circa 0,4 mln.m³ in de laatste 4 jaar. Om de eventuele effecten van de zoutwinning op de morfologie te onderscheiden van natuurlijke veranderingen, zal niet alleen rekening gehouden moeten worden met de natuurlijke dynamiek van het systeem, maar ook met de invloed van de mens op deze dynamiek. In het zuiden van de bodemdalingsschotel ligt bijvoorbeeld de vaargeul langs de Pollendam. Deze wordt jaarlijks gebaggerd en het materiaal wordt gestort op locatie Kimstergat, gelegen langs de oostrand van de schotel. De stortvolumes zijn aanzienlijk en bedroegen de laatste 5 jaar gemiddeld 0,2 mln.m³ (Mulder & Posthuma, 2024).

2.2 Rondom het getijdenstation

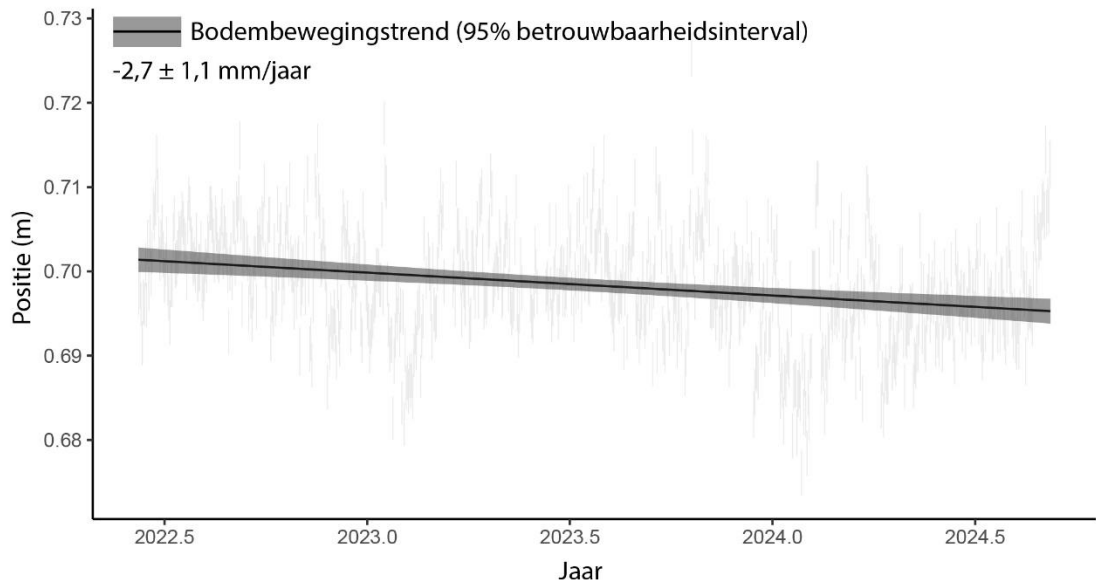
Getijdenstation Harlingen meet al sinds 1865 onafgebroken de waterstand. Het is één van de zes zogeheten hoofdgetijdenstations die gebruikt worden voor het bepalen van de zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust. De waterstandsreeksen van deze zes stations worden getoond in Figuur 2-2 en laten zien dat de snelheid van zeespiegelstijging in Harlingen de laatste decennia relatief snel is toegenomen in vergelijking met de andere stations (Stolte et al., 2023). Ook station Delfzijl laat een opvallende versnelling zien, maar dat wordt veroorzaakt door het niet volledig corrigeren voor de bodemdaling door gaswinning (Stolte et al., 2023). Er zijn geen aanwijzingen dat de versnelling bij Harlingen veroorzaakt is door een toename in de snelheid van bodemdaling. De ligging van Harlingen aan de binnenrand van de Waddenzee maakt het getijdenstation wel gevoelig voor veranderingen in het getij die kunnen doorwerken in de gemiddelde zeespiegelstand.



Figuur 2-2 Zeespiegel en predictie volgens het gebroken lineaire model waarbij gecorrigeerd is voor windopzet (GTSM) en nodaal getij. De trend is voor de 6 getijdestations afzonderlijk weergegeven. De zeespiegel is uitgedrukt ten opzichte van post-2005 NAP. In de periode voor 1979 is gecorrigeerd voor een gemiddelde windopzet. Zie Stolte et al. (2023) voor details.

De *Zeespiegelmonitor* concludeert dat de verschillen tussen de stations in Nederland waarschijnlijk hun oorsprong vinden in absolute zeespiegelvariaties. Met andere woorden: de gemiddelde stand van de zeespiegel langs de Nederlands is niet uniform en verandert ook niet uniform (Stolte et al., 2023). Verschillen kunnen echter ook veroorzaakt worden door bodemdaling die langzamer of sneller gaat bij de getijdenstations dan verwacht. Sinds kort zijn daarom alle hoofdgetijden-stations uitgerust met GNSS-antennes die de bodembeweging van het getijdenstation meten. Het duurt echter nog enige jaren voordat de meetreeksen lang genoeg zijn om de langzame trends in bodemdaling betrouwbaar vast te stellen.

De GNSS-antenne bij getijdenstation Harlingen is actief sinds juni 2022 en meet nu iets meer dan 2 jaar. De metingen laten zoals verwacht een dalende trend zien, met een gemiddelde snelheid van $2,7 \pm 1,1$ mm/jaar (Figuur 2-3). Dit is relatief snel, maar de meetperiode is nog te kort om hier conclusies aan te kunnen verbinden. De daalsnelheid is bijvoorbeeld 4x zo hoog als bij GNSS-station Zweins en ook circa 4x zo hoog als verwacht binnen de *Bodemdalingsmonitor*. Pas na een jaar of 10 is de meetreeks lang genoeg om de langjarige trend betrouwbaar vast te stellen.



Figuur 2-3 Bodembeweging GNSS station Harlingen. Data (grijze lijntjes) gedownload bij Nevada Geodetic Laboratory⁴. De trend is berekend met het Bayesiaanse EIV-IGP model (Cahill et al., 2015; Cahill et al., 2016) dat veel gebruikt wordt voor het bepalen van trends van zeespiegelbewegingen.

Behalve de GNSS-antenne op het getijdenstation wordt sinds het tweede kwartaal 2022 ook in andere delen van Harlingen de bodembeweging intensief gemonitord in verband met de zoutwinning (Antea Group, 2024b). De bemeeten periode wordt in Antea Group (2024b) beschouwd als een T0- of nulmeting, omdat zij aannemen dat de bodemdalingsschotel door zoutwinning Harlingen nog niet bereikt heeft. Er worden momenteel minimale bewegingen gemeten die worden geïnterpreteerd als achtergrondruis afkomstig van verkeers- en getijbewegingen en grondwaterfluctuaties. De zoutwinning ten noordoosten van Harlingen (bij Barradeel) heeft zeer waarschijnlijk niet tot bodemdaling van het centrum van Harlingen geleid (Hijma & Kooi, 2018).

⁴ <http://geodesy.unr.edu/NGLStationPages/stations/HARL.sta>

3 Conclusies

Sinds september 2020 wordt er zout gewonnen in wingebed Havenmond onder de Ballastplaat in de Waddenzee. Dit heeft geleid tot een waarneembare versnelling van bodemdaling in dit gebied. Voor de winning lag deze snelheid gemiddeld rond 0,7 mm/jaar, deze is snelheid is in het centrum van de bodemdalingsschotel toegenomen tot circa 12,5 mm/jaar.

Dit rapport volgt de aanbeveling op om de impact van deze bodemdaling te monitoren op 1) het bodemdalingsvolume in de Waddenzee en 2) metingen van relatieve zeespiegelstijging bij hoofdgetijdenstation Harlingen.

Het bodemdalingsvolume is de laatste 4 jaar toegenomen met ongeveer 0,4 mln.m³ oftewel gemiddeld 0,1 mln.m³ per jaar. Het totale bodemdalingsvolume per jaar voor het Nederlandse deel van de Waddenzee als gevolg van winning en natuurlijke processen ligt echter rond 2,4 ± 0,8 mln.m³. De impact op de totale sedimentbalans van de Waddenzee door de gestarte zoutwinning is daarmee vooralsnog relatief beperkt. Ook lokaal worden momenteel nog geen afwijkende morfologische veranderingen waargenomen die toegeschreven kunnen worden aan de zoutwinning. De bulk van de zoutwinning moet echter nog komen. Op basis van modellen zal het uiteindelijke bodemdalingsvolume door zoutwinning in de komende 40 jaar rond 10,8 mln.m³ liggen, dit komt neer op circa 0,27 mln.m³ per jaar. De bodemdalingsschotel ligt voornamelijk in deelgebied 'Vlie binnen' dat voor de zoutwinning een bodemdalingsvolume van ongeveer 0,5 ± 0,2 mln.m³ kende (Hijma, 2022), dus een toename van 0,27 mln.m³ per jaar is voor dit specifieke deelgebied zeker significant. Monitoring zal uitwijzen of dit volume zal kloppen en of er effecten zijn op de lokale morfologie.

De bodemdalingsschotel van de zoutwinning heeft de stad Harlingen nog niet bereikt en daarmee worden de relatieve waterstandsmetingen bij Harlingen nog niet beïnvloed. De verwachting bestaat dat circa 2 cm bodemdaling zal optreden bij het hoofdgetijdenstation de komende 40 jaar, oftewel 0,5 mm/jaar. Aangezien de huidige snelheid van zeespiegelstijging rond de 3 mm/jaar ligt, is deze toename relevant en zullen op termijn correcties nodig zijn om de afgeleide absolute zeespiegelstijging vast te stellen. Het getijdenstation is sinds 2022 uitgerust met een GNSS-antenne die de bodembeweging meet. De lengte van de datareeks is nog te kort om de langzame bodemdalingstrend met zekerheid vast te stellen. De snelheid over de gemeten 2 jaar ligt rond 2,7 mm/jaar, terwijl een gemiddelde snelheid van circa 0,7 mm/jaar verwacht wordt binnen de *Bodemdalingsmonitor*. De komende jaren zal duidelijk worden met welke gemiddelde snelheid het hoofdgetijdenstation daadwerkelijk daalt.

Referenties

- Antea Group, 2024a. Monitoring bodemdaling zoutwinning Waddenzee - Jaarrapportage 2023, Antea Group rapport 0482528.100.
- Antea Group, 2024b. Jaarverslag 2023 Aanvullend Meetnet Harlingen, Antea Group rapport 0462288.100.
- Arcadis, 2024. Monitoring situatie 2023 bodemligging studiegebied zoutwinning Waddenzee, Arcadis rapport C03081.000369 / D10007501:161.
- Baart, F., Rongen, G., Hijma, M.P., Kooi, H., De Winter, R., Nicolai, R., 2018. Zeespiegelmonitor 2018 - De stand van zaken rond de zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust, Deltares report 11202193-000-ZKS-0004.
- Barends, F.B.J., Dillingh, D., Hanssen, R., Van Onselen, K. (Eds.), 2008. Bodemdaling langs de Nederlandse kust: Case Hondsbossche en Pettemer zeewering. Delft University Press.
- Cahill, N., Kemp, A.C., Horton, B.P., Parnell, A.C., 2015. Modeling sea-level change using errors-in-variables integrated Gaussian processes. *Ann. Appl. Stat.*, 9 (2), 547-571. 10.1214/15-AOAS824.
- Cahill, N., Kemp, A.C., Horton, B.P., Parnell, A.C., 2016. A Bayesian hierarchical model for reconstructing relative sea level: from raw data to rates of change. *Clim. Past*, 12 (2), 525-542. 10.5194/cp-12-525-2016.
- Cleveringa, J., Grasmeijer, B., 2010. Meegroeivermogen en grootschalige morfologische ontwikkelingen westelijke Waddenzee, Alkyon rapport A2062.
- Elias, E., Wang, Z., 2020. Sedimentbalans Waddenzee - Synthese ten behoeve van Technisch Advies Kustgenese 2.0, Deltares report 1220339-007-ZKS-0010.
- Hijma, M.P., Kooi, H., 2018. Bodemdaling in het kustfundament en de getijdenbekkens, Deltares report 11200538-008-ZKS-0001.
- Hijma, M.P., 2022. Bodemdalingsmonitor 2022 Kustfundament en de getijdenbekkens - Overzicht onderzoek 2018-2021, Deltares report 11208035-003-ZKS-0003.
- Jelgersma, S., 1961. Holocene sea-level changes in The Netherlands. *Mededelingen Geologische Stichting*, 7, 1-101.
- Lorenz, G.K., Groenewoud, W., Schokking, F., Van den Berg, M.W., Jelgersma, S., Brouwer, F., 1991. Heden en Verleden — Nederland naar Beneden??? - Interim rapport over het onderzoek naar bodembeweging in Nederland, Rijkswaterstaat, Delft/Rijswijk en Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- Mulder, P., Posthuma, A., 2024. Jaarrapportage baggerwerkzaamheden Waddenzee 2023, Rijkswaterstaattrapport.
- Nougues, L., 2022. Bodemdalingsmonitor 2022 Kustfundament en getijdenbekkens - Bodemdaling en GNSS-stations, Deltares report 11208035-003-ZKS-0004.
- Stolte, W., Baart, F., Muis, S., Hijma, M.P., Taal, M., Le Bars, D., Drijfhout, S., 2023. Zeespiegelmonitor 2022, Deltares report 11209266-000-ZKS-0001.

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl