

Analyse van de effecten van bodemdaling op hydrologie, vegetatie en broedvogels in het Lauwersmeer in 2025

Romke Kleefstra¹, Wout Bijkerk², Ilse Beekema², Marijke Bekkema², Klaas van der Meulen³, Wender Bil², Nico Beemster², Peter de Boer¹, Sjoerd Bresser¹, Rob Venderbos² & Julia Stahl¹

¹Sovon Vogelonderzoek Nederland, ²Altenburg & Wymenga, ³Verbelco



Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland 2026

Citeren als: Kleefstra R, Bijkerk W, Beekema I, Bekkema M, van der Meulen P, Bil W, Beemster N, de Boer P, Bresser S, Venderbos R & Stahl J. 2026. Analyse van de effecten van bodemdaling op hydrologie, vegetatie en broedvogels in het Lauwersmeer in 2025. Sovon-rapport 2026/34. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen en A&W rapport 25-012, Altenburg en Wymenga Ecologisch Onderzoek, Veenwouden..

Foto's: Kaft: Romke Kleefstra, Zicht op het natte rietmoeras van de Middelplaat, 2 juni 2025; alle foto's in rapportage: Romke Kleefstra

ISSN-nr: 2212 5027

Sovon Vogelonderzoek Nederland
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen

E-mail: info@sovon.nl
Website: www.sovon.nl

Type informatie	Omschrijving/status	Datum
Versie 1.0	Concept	29-4-26
Versie 2.0	Eindconcept	28-5-2026

Dit rapport is samengesteld in opdracht van de Nederlandse Aardolie Maatschappij BV



Inhoud

Samenvatting	5
Inleiding	10
1.1 Aanleiding	10
1.2 Doel en aanpak monitoring	10
1.3 Begrazing	11
2 Van monitoringdata tot effectketen-benadering	14
2.1 Effectketenbenadering voor het Lauwersmeer	14
2.1.1 Broedvogels	14
2.1.2 Slaapplaatsen	15
2.1.3 Niet-broedvogels	16
2.2 Beoordeling van ecologische effecten van gebiedsveranderingen	17
2.3 Verwachte effecten van gebiedsveranderingen op geselecteerde Natura 2000 broedvogelsoorten	19
3 Maaiveldhoogte	24
3.1 Maaiveldhoogte bij de permanente kwadraten	24
3.2 Werkwijze maaiveldveranderingen	24
3.3 Resultaten maaiveldveranderingen	25
4 Hydrologie	29
4.1 Methode grond- en oppervlaktewaterringen	29
4.2 Resultaten Hydrologie	30
4.2.1 Meteorologie en weer in 2025	30
4.2.2 Het peil van het Lauwersmeer	31
4.2.3 Functioneren meetapparatuur in de meetperiode 23 oktober 2007 – 31 december 2025	32
4.2.4 Resultaten meetperiode 23 oktober 2007 – 31 december 2025	33
4.2.5 Grondwaterstandkarakteristieken	36
4.2.6 Modelleren van de grondwaterstanden	37
5 Vegetatie	39
5.1 Monitoring permanente kwadraten	39
5.1.1 Werkwijze monitoring en analyse pq's	39
5.1.2 Resultaten vegetatieveranderingen op basis van soortgroepen	41
5.1.3 Resultaten veranderingen abiotiek op basis van totale soortensamenstelling	45
6 Broedvogels in het monitoringjaar 2025	50
6.1 Methodiek Broedvogelmonitoring	50
6.2 Resultaten broedvogelmonitoring 2025	52
7 Conclusies en aanbevelingen	58
7.1 Conclusies – samengevat per onderdeel van de effectketen	58
7.2 Aanbevelingen per onderdeel van de effectketen	62

Literatuur

64

Bijlage 1 Maaiveldhoogte bij permanente kwadraten.....	66
Bijlage 2 Locaties permanente kwadraten (PQ's) en gemodelleerde bodemdaling	67
Bijlage 3 Locaties grond- en oppervlaktewater-meetpunten en gemodelleerde bodemdaling	68
Bijlage 4 Vegetatieopnamen 2025	69



Noordelijke, onbegraasde eilandje bij Achter de Zwarten, vaste broedplek van Bruine Kiekendieven, 20 mei 2025 (foto: Romke Kleefstra).

Samenvatting

Als gevolg van de gaswinning in het Waddengebied vindt ook bodemdaling plaats onder het Lauwersmeergebied. In het kader van deze gaswinning is een monitoringprogramma opgesteld waarin verschillende abiotische en biotische parameters worden gevolgd. Monitoring van veranderingen in hydrologie, vegetatie en broedvogels in het Lauwersmeer maken onderdeel uit van dit monitoringsprogramma. De resultaten van het langlopende onderzoek tot en met het jaar 2025 zijn samengevat in dit rapport, waarbij gestreefd wordt naar een integratie van de monitoringresultaten van veranderingen in bodemhoogte, hydrologie, vegetatie en broedvogels.

Effectketenbenadering

Sinds de rapportage over het jaar 2017 (Kleefstra *et al.* 2018) worden de resultaten in één rapportage weergegeven waarbij de auteurs samen streven naar een geïntegreerde analyse van abiotiek, vegetatieveranderingen en veranderingen in de stand van relevante Natura 2000 vogelsoorten. Deze analyse wordt vorm gegeven in een zogenaamde effectketenbenadering met als doel de mogelijke effecten van bodemdaling af te zetten tegen andere veranderingen in het gebied zoals processen van natuurlijke successie en effecten van natuurbeheer door begrazing.

Tijdens een beoordeling van de mogelijke effecten van bodemdaling op beschermde natuurwaarden en specifieke vogelsoorten waarvoor een effect van bodemdaling niet op voorhand kan worden uitgesloten (zie onder 2.3 Soortselectie) wordt in een eerste stap de lokale populatietrend vergeleken met de landelijke trend om lokale ontwikkelingen goed te kunnen duiden. Vervolgens wordt een relatie gelegd met veranderingen in de proxy's voor de draagkracht van het gebied voor de betreffende soort. De draagkracht van het gebied is een theoretische term en wordt bepaald door de gebiedsfuncties (in dit geval: functies van het gebied als foerageerplek, broedlocatie, slaapplek) en de ecologische behoeftes van de soort. Omdat directe metingen van beschikbaarheid en kwaliteit van voedsel, nestlocaties en veiligheid in het gebied ontbreken, dienen veranderingen in vegetatie en hydrologie als proxy's voor veranderingen in de draagkracht. Een uitzondering hierop vormt de effectketen voor roofvogels waar de beschikbaarheid van muizen in relatie met vegetatie en abiotiek wél bekend is. Vegetatieveranderingen komen tot stand door processen van natuurlijke successie, maar ook door menselijke ingrepen via beheer met grote grazers. De hydrologie wordt onder andere bepaald door het peilbeheer en door weersomstandigheden en heeft ook invloed op de vegetatie en op successieprocessen. De veranderingen door bodemdaling (op waterstanden en via waterstanden op vegetatiestructuur) komen daar bovenop. De lokale populatieveranderingen van een vogelsoort zijn het resultaat van een samenhang van veranderingen in gebiedsfuncties.

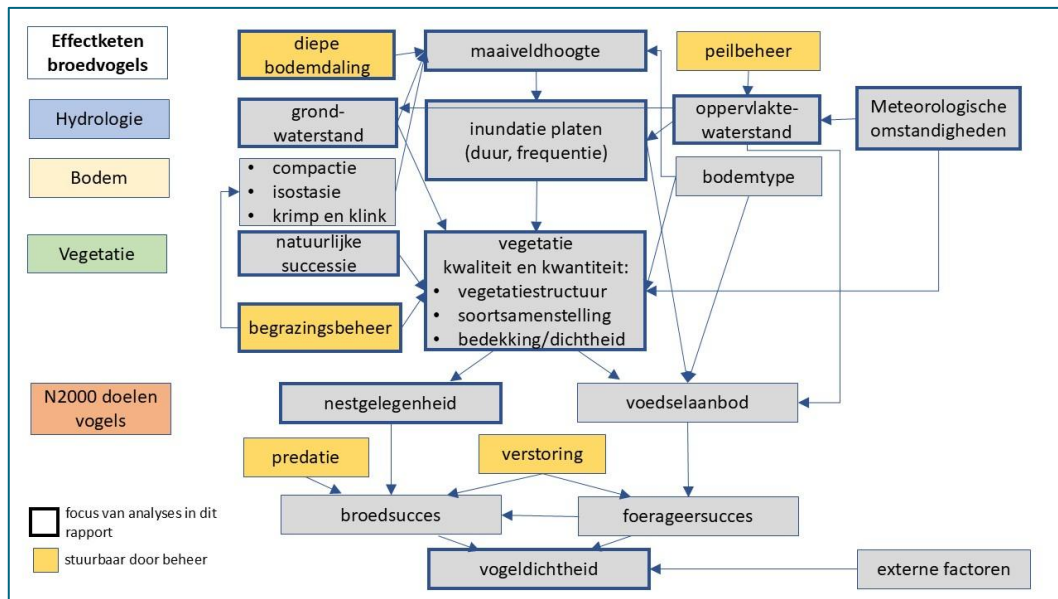
Focus in het monitoringjaar 2025

De rapportage geeft de resultaten weer van de monitoring van maaiveldhoogte, hydrologie, vegetatie en de ontwikkeling van de stand van broedvogels met focus op de soorten waarvoor een invloed van bodemdaling niet op voorhand kan worden uitgesloten. In de rapportage over het monitoringjaar 2025 wordt de nadruk gelegd op:

- maaiveldhoogtemetingen bij de permanente kwadraten van de vegetatiemetingen en bepaling van maaiveldveranderingen (hoofdstuk 3),
- metingen van de hydrologie (hoofdstuk 4),

- veranderingen in vegetatiesamenstelling en de relatie tussen deze veranderingen met enerzijds veranderingen in hydrologische omstandigheden en anderzijds het gevoerde vegetatiebeheer (hoofdstuk 5),
- trends in de ontwikkeling van broedvogels waarvan een effect van maaiveldaling (als gevolg van diepe bodemdaling) niet op voorhand valt uit te sluiten (hoofdstuk 6),

De analyses volgen de redentatielijnen dat een mogelijke invloed van diepe bodemdaling als gevolg van gaswinning in eerste instantie leidt tot veranderingen in maaiveldhoogten resulterend in effecten op inundatiepatronen, kwetsbare rietvegetaties en broedhabitat van rietbroedvogels. Deze effectketenbenadering is schematisch weergegeven in schema 1.



Schema 1. Beschrijving van de effectketen van bodemdaling door gaswinning op de dichtheid broedvogels. De richting van de pijl geeft de richting van het effect aan. In het schema is met dikke omlijningslijnen tevens ook de focus van de analyses over monitoringjaar 2025 aangegeven.

Resultaten en conclusies gebaseerd op de metingen en analyses uit monitoringjaar 2025

Maaiveldveranderingen

Bij een 2/3 van de permanente kwadraten is sprake van daling van het maaiveld. Daarentegen is bij bijna een derde van de locaties echter sprake van een stijging van het maaiveld. Van een strikt lineaire trend is veelal geen sprake. In de jaren na droge zomers laten de metingen een daling van het maaiveld zien terwijl deze vanaf 2022 (minder droge zomers) stabiliseert of zelfs stijgt. De gemiddelde diepe bodemdaling van alle meetpunten (-1,6 mm/jr) is vergelijkbaar met de gemiddelde maaiveldverandering (-0,9 mm/jr). Een correlatie tussen maaiveldverandering en diepe bodemdaling is aanwezig maar niet sterk. Naast de vermoedelijke invloed van weersomstandigheden in het voorgaande seizoen kunnen ook lokale verstoringen (vertrapping, afslag, verplaatsing schelpenbank) een grote invloed hebben op de maaiveldveranderingen.

Grondwaterregime en bodemdaling

Dit jaar kon geen tijdreeksanalyse op de tot in 2025 verzamelde grondwaterstandsreeksen worden uitgevoerd. Nieuwe statistisch onderbouwde conclusies over relatie maaiveldaling-grondwater regime kunnen daarom niet getrokken worden. We zien echter ook geen

trendbreuken in de reeksen van het afgelopen jaar en verwachten daarom ook niet drastisch andere tijdreeksanalyse resultaten op basis van dit extra jaar metingen.

Vooralsnog houden we daarom de conclusie uit het vorige rapport aan: “Een relatie tussen bodemdaling en grondwaterstandsverloop ten opzichte van maaiveld is, net als in voorgaande jaren, niet aantoonbaar aanwezig.” Terwijl juist verwacht werd dat diepe bodemdaling via maaivelddaling zou leiden tot hogere standen ten opzichte van maaiveld en dat dit nog versterkt zou worden door het feit dat in de zomers vanaf 2018 het oppervlaktewaterpeil ongeveer 8 cm boven het streefpeil van -93 cm NAP is gehouden.

Vegetatieontwikkelingen

De verwachting is dat gaswinning via diepe bodemdaling leidt tot enige daling van het maaiveld en daardoor - bij gelijkblijvend peilbeheer en vergelijkbare weersituatie - tot iets nattere omstandigheden voor de vegetatie (zie hoofdstukken 3 en 4). Uit de pq-analyse en de hiervan afgeleide indicatie voor de voorjaarsgrondwaterstand blijkt geen trend die wijst op vernatting. Integendeel, de vegetatieontwikkelingen in de pq's wijzen regelmatig op een lichte mate van verdroging, vooral op de zandige platen in het noorden. Wel is er met de data van 2025 en 2024 erbij, minder vaak een indicatie voor verdroging vastgesteld dan in de afgelopen jaren. Dat lijkt een gevolg van een ander weerpatroon in voorjaar en zomer. Ook de verhoging van het meerpeil in de laatste zomers zou daarbij een rol kunnen spelen, maar uit de hydrologische analyse (zie ook Kleefstra et al. 2025)) blijkt het meerpeil statistisch nauwelijks van invloed te zijn geweest op de grondwaterstanden. Een effect van diepe bodemdaling via maaivelddaling en vervolgens vernatting op de vegetatie is niet vastgesteld.

Alleen op de Bantswal en de Zuidelijke lob zijn enkele locaties aanwezig waar de vegetatie duidt op zoute tot brakke omstandigheden. Vanuit de vegetatie is op veel plekken een trend zichtbaar die wijst op een afname van het zoutgehalte.

Vegetatieontwikkelingen wijzen eveneens op verzuring. Deels hangt dit samen met de afname van het zoutgehalte en vooral met het uitloggen van kalk uit de bovenste bodemlaag en stapeling van organische stof. De afname van pH was in de eerste jaren van de monitoring sterker dan daarna. Vaker dan in voorgaande jaren is er sprake van een geringe toename van de voedselrijkdom. Mogelijk is dit een gevolg van versterkte afbraak en mineralisatie door droge zomers in de periode 2018 – 2022.

Broedvogels

Van de 13 Natura 2000-broedvogelsoorten in het Lauwersmeer kwamen er in 2025 6 niet meer tot broeden in het Lauwersmeer. Voor Porseleinhoen, Noordse Stern, Velduil en Paapje is dat al meerdere jaren zo. Bontbekplevieren en Grauwe Kiekendief waren in voorgaande jaren (sporadisch) aanwezig in zeer klein aantal. Voor in riet broedende broedvogels als Roerdomp, Bruine Kiekendief, Rietzanger, Snor en Blauwborst voldoen de gebiedsgemiddelden in de periode 2020-25 aan de instandhoudingsdoelen, maar voor grondbroedende steltlopers als Kluut en Kemphaan is dat niet het geval.

Aanbevelingen op basis van metingen en analyses voor het monitoringjaar 2024

Aanbevelingen maaiveldhoogte en overstroming

We stellen voor om de bodemhoogtemetingen bij de pq's gewoon voort te zetten. In navolging van het advies van de auditcommissie zal het aantal hoogtemetingen per pq worden uitgebreid (voorstel: van 4 naar 6). Ook stellen we een nadere analyse voor naar het effect van diepe bodemdaling alsmede van krimp en zwel door weersinvloeden op

veranderingen in maaiveldhoogte. Daarbij willen we de mate van maaiveldverandering ten opzichte van het voorgaande jaar als te verklaren factor beoordelen. Of hiervoor de modellering van diepe bodemdaling evenals de ruimtelijke onzekerheid hierin kan worden gebruikt is nog onzeker en dient eerst te worden vastgesteld.

Aanbevelingen hydrologie

We stellen voor om de hydrologische metingen voort te zetten. Concreet moeten bij voortzetting van de meetreeks de 8 resterende Solinst drukopnemers zo spoedig mogelijk vervangen worden door Keller (nu ook titanium) drukopnemers, omdat de batterijen zo goed als zeker nog uit gaan vallen in 2026. Ook moet na ruim 11 jaar trouw meten steeds meer rekening gehouden worden met uitval van enkele van de huidige 13 Keller PVDF drukopnemers. Geadviseerd wordt om hiervoor 2 reserve Kellers aan te schaffen.

Aanbevelingen vegetatiemonitoring - Permanente kwadraten

Sinds 2025 worden de pq's afwisselend om het jaar opgenomen. We stellen voor dit ook komende jaren voort te zetten.

Aanbevelingen vegetatiemonitoring - Vegetatiestructuur

In 2026 en 2027 wordt een vegetatiekartering uitgevoerd van het Lauwersmeer. We stellen voor om de resultaten hiervan in 2027/2028 om te zetten in een vegetatiestructuurkaart.

Aanbevelingen broedvogels

De jaarlijkse monitoring van broedvogels zal in 2026 worden voortgezet, er is geen reden tot aanpassing van de monitoringplots. Ook voor de jaren erna zou continuering van de lopende monitoring goed zijn om trends van broedvogels vast te leggen. In de afgelopen jaren is gesteld dat voor ijking van huidige berekeningen van de gebiedspopulatie en de Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen bij de Rietzanger een integrale kartering van de soort wenselijk zou zijn. In het voorjaar van 2026 zal zo'n integrale kartering plaatsvinden in opdracht van Staatsbosbeheer.

Aanbeveling monitoring gebiedsfuncties

In de rapportage over monitoringjaar 2024 (Kleefstra et al. 2025) is voor het hoogwatergebied in het Lauwersmeer een significant negatief effect vastgesteld van het maximale waterpeil in de winter op de beschikbaarheid van woelmuizen als voedsel voor roofvogels en het aantal foeragerende roofvogels in de zomer (Bruine kiekendief, Grauwe kiekendief, Torenvalk). Woelmuizen en foeragerende muizen etende roofvogels ondervinden dus nadeel van grootschalige inundaties. Indien maaiveld daling door diepe bodemdaling leidt tot een verhoogde kans van grootschalige inundaties kan een effect op kwetsbare natuurwaarden ons inziens niet worden uitgesloten. Wij zijn van mening dat speciale aandacht nodig is voor een inschatting van mogelijke gevolgen van diepe bodemdaling op de kwaliteit van het leefgebied van muizen etende roofvogels waarvoor het Lauwersmeer een Natura 2000-gebiedsfunctie heeft als foerageergebied (Bruine kiekendief, Grauwe kiekendief, Velduil). Omdat deze gebiedsfunctie van het Natura 2000 gebied specifiek is aangewezen weerspreken we nadrukkelijk de inschatting dat mogelijke effecten op de foerageerfunctie van het gebied buiten beschouwing kunnen blijven omdat roofvogels op basis van hun actieradius ook buiten het gebied voedsel kunnen vinden. Nadat in de rapportage over monitoringjaar 2024 (Kleefstra et al. 2025) een significante relatie is gelegd tussen inundatiepatronen en voedselbeschikbaarheid bevelen we wederom aan om het recent ontwikkelde maaiveldhoogte- en inundatiemodel in te zetten om een inschatting te

maken van het effect van maaiveldddaling door gaswinning op (a) inundatiepatronen in het gebied en (b) het voorkomen van woelmuizen en muizen etende roofvogels. Deze reeds in 2025 voorgestelde vervolganalyse is, naar onze overtuiging, de laatste en noodzakelijke schakel in het beantwoorden van de centrale onderzoeksvraag welke invloed bodemdaling heeft op Natura 2000-doelsoorten in het Lauwersmeer.

Dankwoord

Voor het mogen uitvoeren van het langlopende onderzoek in het Lauwersmeergebied en alle ondersteuning in het veld zijn we Staatsbosbeheer zeer erkentelijk, in het bijzonder de boswachters Jaap Kloosterhuis, Dirk Dijkshoorn en Willem van der Wagen. Onze dank gaat ook uit naar Erwin Bruinewoud voor zijn betrokkenheid en begeleiding namens de opdrachtgever.



Langs de Zoutkamperril zijn op de Zoutkamperplaat nieuwe exclosures in 2024 aaneengesloten door tussenliggende stukken ook uit te rasteren voor grote grazers, zoals het deel achter het hek op de foto. Zoutkamperplaat, 20 maart 2025 (foto: Romke Kleefstra).

Inleiding

Julia Stahl & Romke Kleefstra

1.1 Aanleiding

Het Lauwersmeergebied is op nationaal en internationaal niveau een belangrijk vogelgebied. In maart 2000 is het gebied aangewezen als Vogelrichtlijngebied, in december 2010 officieel als Natura 2000-gebied. De aanwijzing als Natura 2000-gebied heeft betrekking op 29 soorten niet-broedvogels en 10 soorten broedvogels. Het gebied is tevens Wetland en in november 2003 heeft het ministerie van LNV het Lauwersmeer officieel de status van Nationaal Park toegekend. De begrenzing van het Nationaal Park komt overeen met die van het aangewezen Natura 2000-gebied. Het gebied is grotendeels in beheer van Staatsbosbeheer. Begrazingsbeheer met grote grazers (zie § 1.4) door de terreinbeheerder, evenals beheer van de waterstanden door provincie en het waterschap (zie § 1.3 en § 4) spelen een belangrijke rol in het beheer van het Lauwersmeergebied.

Onder het Lauwersmeer wordt gas gewonnen. In het kader van gaswinning onder de Waddenzee en het Lauwersmeer vanuit de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen is een monitoringprogramma opgesteld waarin vanaf 2007 verschillende abiotische en biotische parameters worden gevolgd (NAM 2007). Dit programma maakt deel uit van de vergunning in het kader van de Omgevingswet (voormaals Natuurbeschermingswet), die nodig is om de beoogde gaswinning uit te voeren. In deze vergunning is een voorschrift tot monitoring opgenomen met als doel eventuele schade aan de natuurwaarden binnen het Lauwersmeergebied tijdig in beeld te brengen, te mitigeren en/of te voorkomen. Monitoring van veranderingen in hydrologie, vegetatie en broedvogels in het Lauwersmeer maken onderdeel uit van dit monitoringsprogramma en worden in deze geïntegreerde rapportage besproken. Sinds monitoringjaar 2025 maakt onderzoek naar de foerageerfunctie van het Lauwersmeer voor roofvogels geen onderdeel meer uit van de geïntegreerde rapportage. Het Lauwersmeer is met de gebiedsfuncties broedgebied, foerageergebied en slaapplek als Natura-2000 gebied aangewezen voor geselecteerde vogelsoorten. In de geïntegreerde analyse worden vanaf het monitoringjaar 2025 enkel gekeken naar het functioneren als broedgebied.

Voor een uitgebreide beschrijving van de algemene ecologische veranderingen in het Lauwersmeergebied sinds de afsluiting in 1969 wordt verwezen naar Beemster & Bijkerk (2005) en Kleefstra et al. (2025).

1.2 Doel en aanpak monitoring

De huidige monitoring is erop gericht de mogelijke ecologische effecten van bodemdaling als gevolg van gaswinning in kaart te brengen. Er wordt getracht vast te stellen wat de effecten van bodemdaling op de soortensamenstelling van de vegetatie, vegetatiestructuur, grondwaterstanden, bodemchemische toestand, chemische indicatoren in grondwater en erosie langs plaatranden zijn en tot in hoeverre dat van invloed is op de trends en verspreiding van vogels in het Lauwersmeergebied.

Vanaf het voorjaar van 2014 wordt met de monitoring en de analyses in toenemende mate een koppeling gelegd tussen vogel- en vegetatiemonitoring door middel van een zogenaamde 'effectketenbenadering'. Binnen vegetatietransecten op platen in het

Lauwersmeergebied worden voor vogels relevante vegetatiestructuurtypen en elementen gekarteerd. Op deze plekken zijn tevens proefvlakken gesitueerd waarin alle soorten broedvogels worden geïnterpreteerd, waarmee broedvogel- en vegetatiegegevens één op één kunnen worden gekoppeld. Voor relevante soorten of soortgroepen van vogels kunnen veranderingen in de tijd getoetst worden aan veranderingen in vegetatie-elementen al dan niet als gevolg van bodemdaling. Voor niet-broedvogels die het gebied overdag en 's nachts gebruiken om er te rusten en foerageren is tot en met het monitoringjaar 2024 (Kleefstra *et al.* 2025) gekeken naar de relatie met waterpeilen, en daarmee indirect naar waterdieptes die onder andere door bodemdaling beïnvloed kunnen worden.

De effectketenbenadering faciliteert de analyse van de effecten van bodemdaling als gevolg van gaswinning op vegetatie en vogels in het Lauwersmeergebied. De nadruk ligt daarbij op soorten waarvoor op basis van hun ecologie een effect van bodemdaling op voorhand niet kan worden uitgesloten.

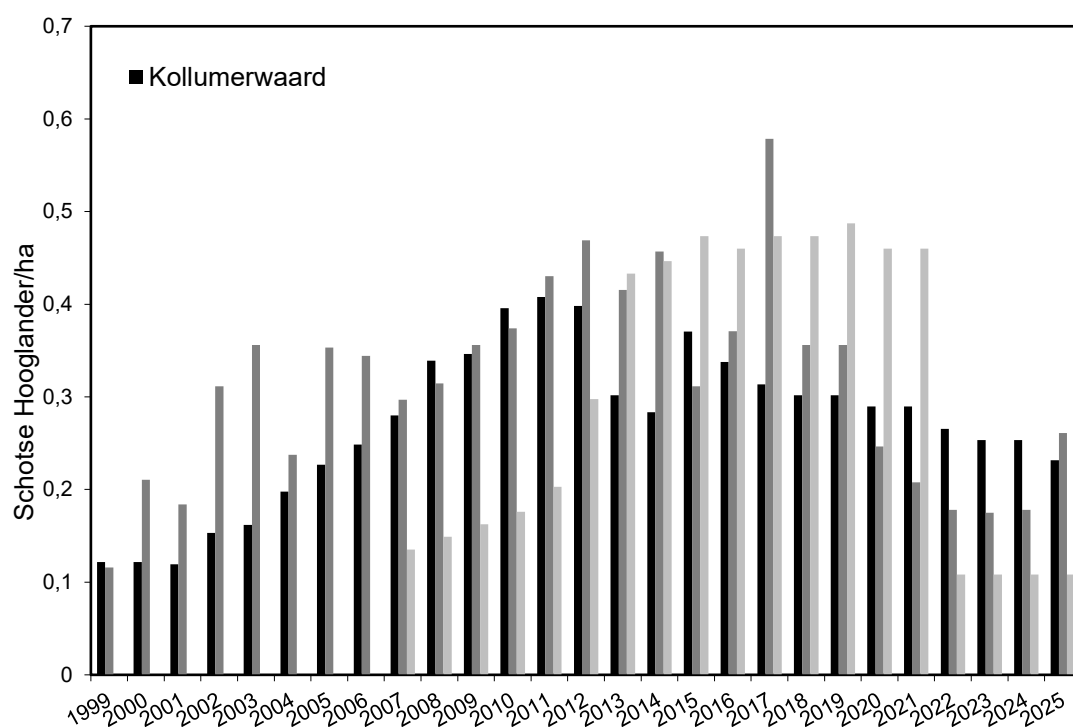
1.3 Begrazing

In de zomer van 1989 startte jaarrondbegrazing met 25 Schotse Hooglanders en 25 Konikpaarden op de Zoutkamperplaat (van Deursen *et al.* 1993). Sindsdien is de begrazing uitgebreid en dat heeft effect op de vegetatie, de aantallen broedvogels en de samenstelling van de broedvogelbevolking. Door de inzet van grote grazers worden platen in het gebied open gehouden en/of wordt vegetatiesuccessie beïnvloed (terugdringen en fragmentatie rietland, uitbreiding wilgenstruweel door creëren van kiem-mogelijkheden in de vorm van modderige veewissels).

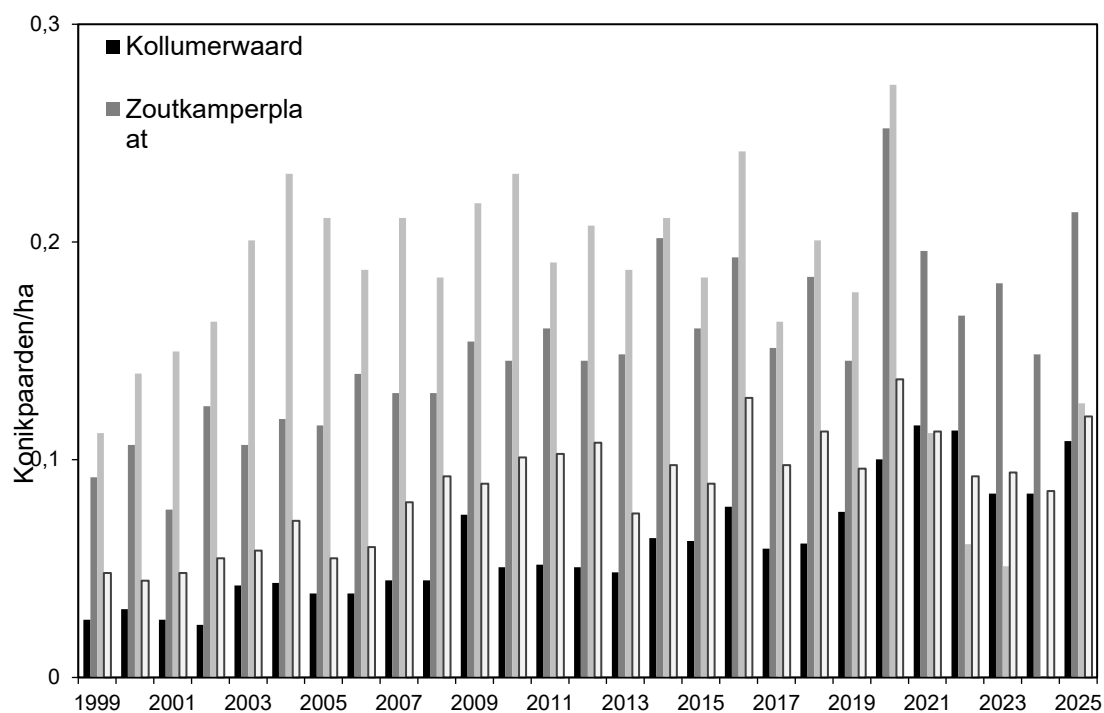
De veebezetting in 2025 wordt weergegeven in tabel 1.1. Periodieke begrazing met boerenvee (paarden, pony's en koeien van particulieren) is ieder jaar vrijwel hetzelfde. De inzet van grote grazers van Staatsbosbeheer wisselt van jaar op jaar (figuren 1.1 en 1.2) en was in 2025 groter. Ten opzichte van 2024 nam het aantal Schotse Hooglanders met 10 stuks toe. Dit komt op het conto van de Zoutkamperplaat waar het aantal hooglanders toenam van 60 in 2024 naar 88 in 2025. In begrazingseenheid Kollumerwaard/Blikplaat nam het aantal hooglander af van 210 in 2024 naar 192 in 2025. Het aantal Konikpaarden nam toe van 170 in 2024 naar 269 in 2025. Die toename speelt in alle begrazingseenheden (figuur 1.2). In de Ezumakeeg werden opnieuw Konikpaarden ingeschaard, waar die gedurende 2024 ontbraken. Daarmee komt een einde aan steeds lagere bezetting met Konikpaarden in het Lauwersmeergebied waarvan sinds 2020 sprake was. Het staat in contrast met de voornemens van Staatsbosbeheer om, als uitvloeisel van het Natura 2000-beheerplan Lauwersmeer, de jaarrond begrazing verder af te bouwen tot circa 245 Schotse Hooglanders en 150 Konikpaarden. Periodieke begrazing met 'boerenvee' zal iets intensiveren tot 360 koeien en 90 paarden (Beheereenheid Lauwersmeer, Wad & Hogeland 2021).

Tabel 1.1. Aantallen stuks vee per begrazingseenheid in het Lauwersmeer in 2025. Kollumerwaard/Blikplaat is incl. het begrazingsgebied van de Pompsterplaat. Zuidelijke Ballastplaat is incl. Zuidelijke Lob en De Rug. Periodieke begrazing is weergegeven met een asterisk. Koeien en paarden (incl. pony's) betreft 'boerenvee' van particulieren.

	Schotse			
	Hooglander	Konikpaard	Koe	Paard
Ezumakeeg	0	37	0	0
Bandsterwal	0	0	0	30
Kollumerwaard/Blikplaat e.o.	192	90	0	0
Lange Jammer (Zoutkamperil)	8	0	0	0
Schildhoek	0	0	60	60
tussen de wegen	14	0	0	0
Zomerhuisplaat	15	0	0	0
Zoutkamperplaat	88	72	0	0
Zuidelijke Ballastplaat e.o.	0	70	220	0
totaal	317	269	280	90



Figuur 1.1. Aantalsverloop van Schotse Hooglanders in het Lauwersmeer (aantal runderen per hectare) in de verschillende begrazingseenheden in de periode 1999-2025.



Figuur 1.2. Aantalsverloop van Konikpaarden in het Lauwersmeer (aantal paarden per hectare) in de verschillende begrazingseenheden in de periode 1999-2025.



Op het zuidoostelijke deel is een flink oppervlak aan rietland in 2024 uitgerasterd tegen betreding door grote grazers, zodat rietland kan herstellen. Op de foto is het uitgerasterde riet links van het hek te zien. Rechts van het hek is door Staatsbosbeheer een pad gemaaid, wat door betreding van Schotse Hooglanders en Konikpaarden modderig is geworden. Blikplaat, 26 maart 2025 (foto: Romke Kleefstra).

2 Van monitoringdata tot effectketen-benadering

2.1 Effectketenbenadering voor het Lauwersmeer

Monitoring van mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning in het Lauwersmeergebied op beschermde natuurwaarden vereist een duidelijke werkhypothese over hoe bodemdaling doorwerkt op die beschermde natuurwaarden. Die werkhypothese duiden we aan als effectketen.

Er bestaat veel kennis over de ecologische processen die een rol zullen spelen in de effectketen in algemene zin, maar over de effectgroottes en precieze vorm van de relaties in het specifieke geval van de Lauwersmeer is veel minder bekend. Op basis van bestaande kennis zijn de belangrijkste variabelen die een rol zullen spelen geïdentificeerd en is nagegaan hoe zij elkaar zullen beïnvloeden en in welke mate. Die variabelen hangen natuurlijk af van de specifieke natuurwaarde en de gebiedsfunctie van het Lauwersmeer voor die natuurwaarde. Broedvogels stellen andere eisen dan vogels die alleen in het gebied komen rusten. Om die reden zijn er verschillende effectketens ontworpen. In de schematisch weergegeven effectketens is ook aangegeven welke variabelen door menselijke activiteiten kunnen worden beïnvloed en welke variabelen zijn meegenomen in de analyse. Wat niet kan worden weergegeven is de factor tijd. Sommige processen kunnen over een hele korte tijdspanne variëren, zoals de waterstand van het oppervlaktewater, terwijl andere processen vele decennia duren, zoals successie.

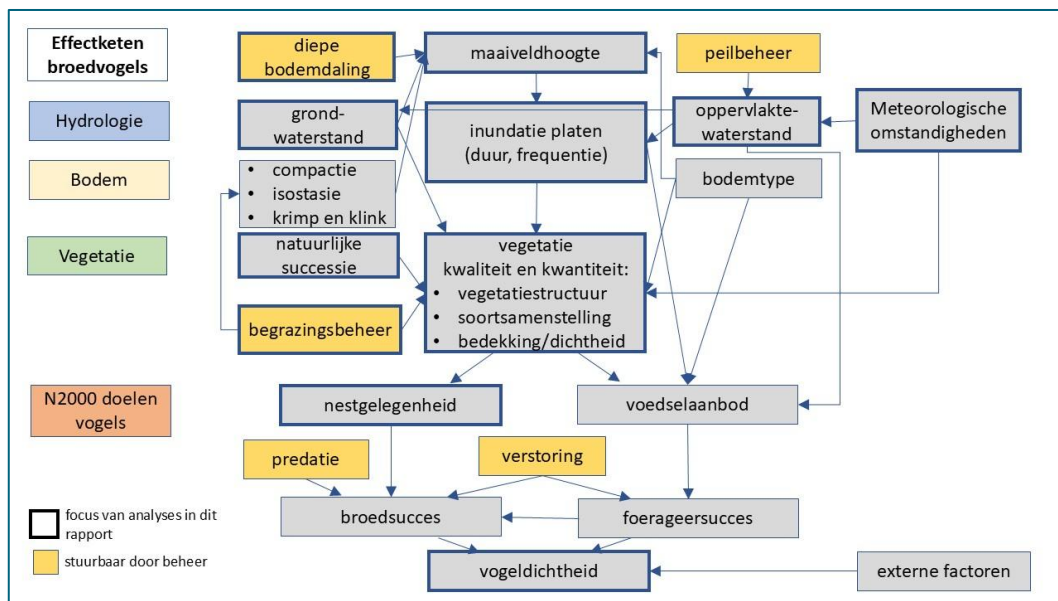
In eerdere rapportages is reeds een bespiegeling gegeven over de effectketenbenadering (Kleefstra *et al.* 2016 en 2018). Een belangrijk gegeven blijft dat niet alle variabelen in de effectketen gemonitord kunnen worden en dat vegetatiesamenstelling en vegetatiestructuur kunnen worden gebruikt als proxy voor gebiedsfuncties die weer gekoppeld kunnen worden aan de habitateisen van de vogels.

Op basis van adviezen van de Auditcommissie is voor de rapportage vanaf het monitoringjaar 2019 (Kleefstra *et al.* 2020) overeengekomen dat de analyses de effecten op broedvogels in ogenschouw nemen. Voor een beschouwing van mogelijke effecten op de gebiedsfunctie als slaapplek voor vogels en de foerageerfunctie voor niet-broedvogels verwijzen wij naar de rapportage over het monitoringjaar 2018 (Kleefstra *et al.* 2019) en specifiek voor de predator-prooi relatie van roofvogels en muizen naar de rapportage over monitoringjaar 2024 (Kleefstra *et al.* 2025).

2.1.1 Broedvogels

De effectketen voor de broedvogels is weergegeven in Figuur 2.1. Gaswinning zal leiden tot een verlaging van het maaiveld en dit heeft weer effect op de duur en frequentie van de inundatie van de betreffende plaat. Die inundatie hangt ook af van de oppervlaktewaterstand, die weer onder invloed staat van het peilbeheer, welke o.a. wordt gedreven door de meteorologische omstandigheden. Centraal staat de vegetatie, die gekarakteriseerd wordt door de kwaliteit (samenstelling en structuur) en de kwantiteit (oppervlakte). Die vegetatie wordt beïnvloed door de grondsoort, de inundatie-duur en frequentie, het grondwater (de grondwaterstand en de kwaliteit van het grondwater), zelf mede bepaald door de oppervlakte waterstand, natuurlijke successie en beheer (met name beweiding) en meteorologische omstandigheden. De vegetatie is bepalend voor nestgelegenheid, die samen met predatie, verstoring en foerageersucces het broedsucces zal bepalen. De

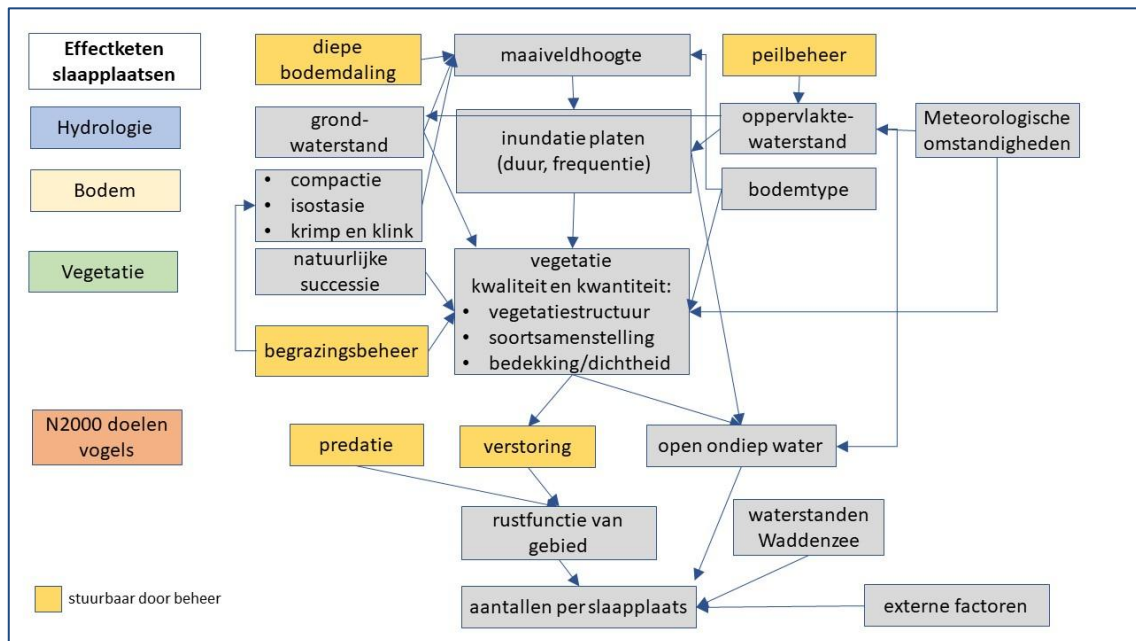
vegetatie is ook bepalend voor het voedselaanbod, dat weer van invloed is op het foerageersucces. Afhankelijk van de vogelsoort wordt het foerageersucces ook bepaald door verstoring, inundatie van de platen en de stand van het oppervlaktewater. De laatste factoren zullen vooral effect hebben op de beschikbaarheid van het voedsel. De uiteindelijke dichtheid aan broedvogels zal niet alleen afhangen van het broedsucces en het foerageersucces, maar ook van externe factoren. Veel broedvogels zijn trekvogels die elders overwinteren en daarmee afhankelijk zijn van processen die buiten het Lauwersmeergebied plaatsvinden tijdens de trek of in het overwinteringsgebied.



Figuur 2.1. Schematische beschrijving van de effectketen van bodemdaling door gaswinning op de dichtheid broedvogels. De richting van de pijl geeft de richting van het effect aan. In het schema is met dikke omlijning tevens ook de focus van de analyses over monitoringjaar 2025 aangegeven.

2.1.2 Slaapplaatsen

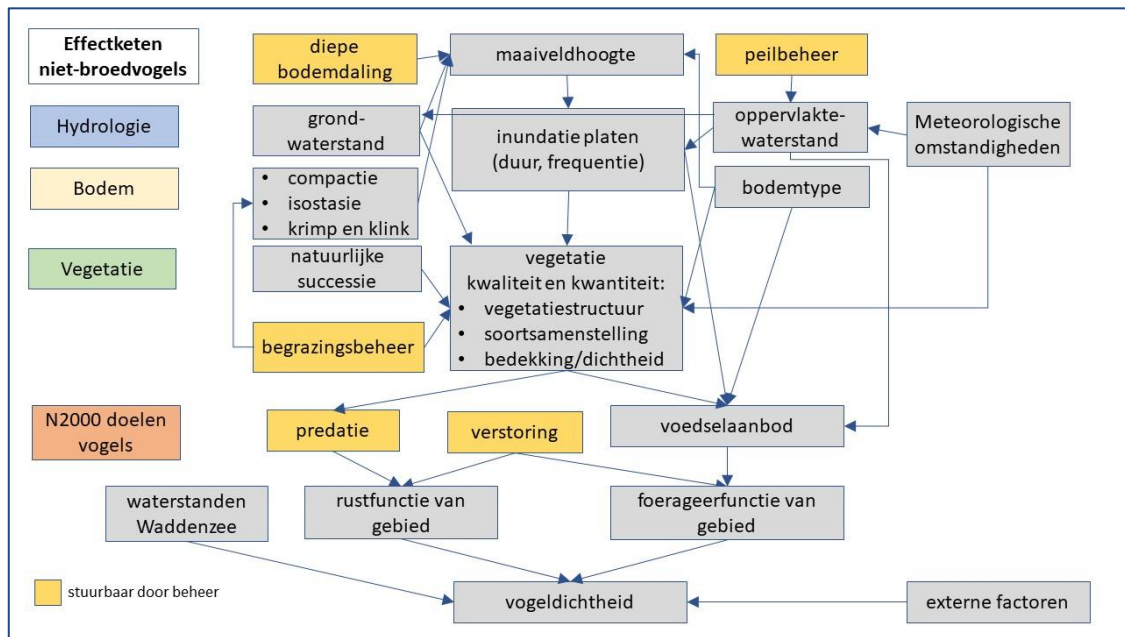
Voor slaapplaatsen is de effectketen, weergegeven in Figuur 2.2, gelijk aan de effectketen voor de broedvogels (Figuur 2.1) tot en met de effecten op de vegetatie. Daarna is de effectketen totaal anders. Slapende vogels zijn niet op zoek naar goede broedgelegenheid, maar ondiep open water, waar ze rustig en veilig kunnen slapen. Voor soorten die op het wad naar voedsel zoeken zal de waterstand in de Waddenzee een rol spelen. Deze soorten zijn alleen in het Lauwersmeergebied als het hoogwater is in de Waddenzee. Net als bij de broedvogels worden de aantallen ook bepaald door externe factoren. De slaapplaatsfunctie van het Lauwersmeer is op advies van de Auditcommissie al enkele jaren geen onderdeel meer van de jaarlijkse monitoring. Het schema is voor de volledigheid hier opgenomen omdat de slaapplaatsfunctie van het gebied gedefinieerd is binnen de Natura 2000-doelstelling.



Figuur 2.2. Effectketen voor de slaapplaatsfunctie van het Lauwersmeergebied voor vogels – deze effectketen is geen onderdeel van de lopende monitoring.

2.1.3 Niet-broedvogels

Voor niet-broedvogels is de effectketen, weergegeven in Figuur 2.3, gelijk aan de effectketen voor de broedvogels (Figuur 2.1) tot en met de effecten op de vegetatie. Daarna bevat de effectketen elementen van beide eerdere effectketens. De niet-broedvogels gebruiken het Lauwersmeer buiten het broedseizoen als belangrijke foerageerplek en slaapplaats. Hiervoor zijn binnen de Natura2000 systematiek gebiedsfuncties aangewezen die de cruciale rol van het natuurgebied voor niet-broedvogels benadrukken. Voor de Natura 2000 aanwijsoorten van niet-broedvogels is voldoende voedsel en voldoende rust belangrijk. De effectketen voor de foerageerfunctie komt overeen met de effectketen voor de broedvogels en de effectketen voor de rustfunctie komt overeen met de effectketen voor de slaapplaatsen. De gebiedsfuncties van het Lauwersmeer voor niet-broedvogels zijn op advies van de Auditcommissie sinds 2018 geen onderdeel meer van de gedetailleerde analyses. Het schema is voor de volledigheid hier opgenomen omdat binnen Natura 2000 ook gebiedsdoelen voor niet-broedvogels gedefinieerd zijn.



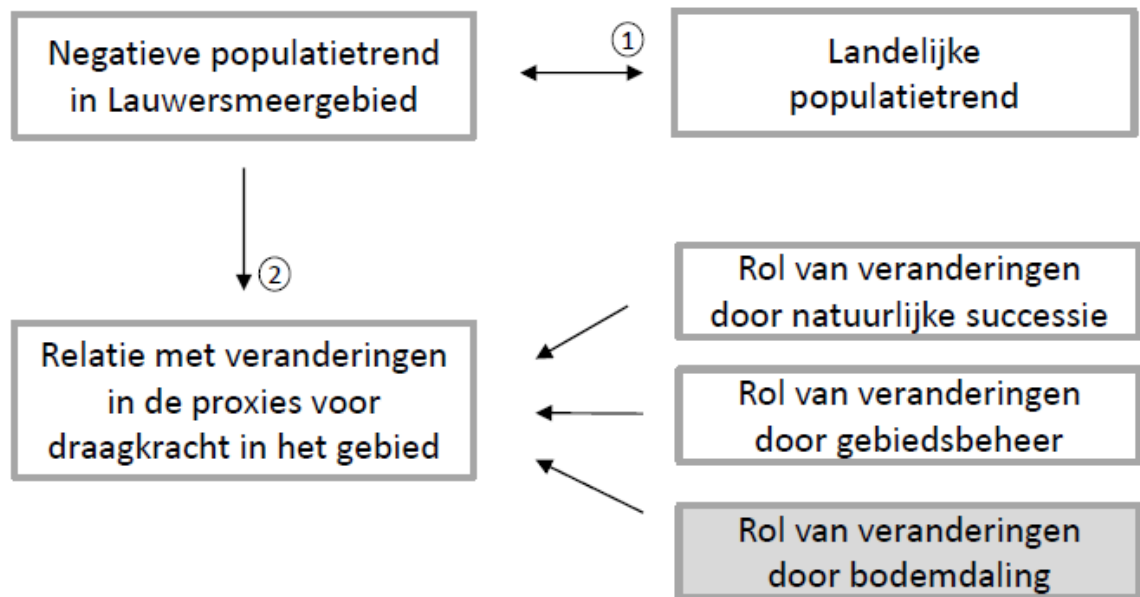
Figuur 2.3. Effectketen voor de functies van het Lauwersmeergebied voor vogels buiten de broedtijd

2.2 Beoordeling van ecologische effecten van gebiedsveranderingen

De beoordeling van de ecologische effecten van gebiedsveranderingen op de aanwezigheid, de dichtheid en de verspreiding van soorten leunt op de hierboven geschetste effectketen. De langjarige monitoring van hydrologie, vegetatie en vogels geeft een gedetailleerd beeld van de veranderingen in het gebied. Mogelijke verbanden (effectketen) blijven echter correlatief van aard. Causale verbanden zouden enkel via een experimentele benadering zichtbaar kunnen worden. Bij de beoordeling van de veranderingen volgen we daarom een stapsgewijze benadering zoals weergegeven in Figuur 2.4. Door de NAM (2020) is tevens een dichotoom beslisschema ontwikkeld waarmee stapsgewijs ontsloten kan worden of een effect van gaswinning op Natura 2000-doelsoorten uitgesloten kan worden. De in deze rapportage gehanteerde beoordeling leunt op deze systematiek echter moet worden opgemerkt dat een beoordeling van draagkrachtveranderingen van een gebied geen triviale oefening is. We volgen daarom een benadering met proxy's voor draagkracht zoals in het vervolg wordt uitgelegd.

Tijdens een beoordeling van de mogelijke effecten van bodemdaling op beschermde natuurwaarden en specifiek vogelsoorten waarvoor een effect van bodemdaling niet op voorhand kan worden uitgesloten (zie onder 2.3 Soortselectie) wordt in een eerste stap de lokale populatietrend vergeleken met de landelijke trend om lokale ontwikkelingen goed te kunnen duiden. Vervolgens wordt een relatie gelegd met veranderingen in de proxy's voor de draagkracht van het gebied voor de betreffende soort. De draagkracht van het gebied is een theoretische term en wordt bepaald door de gebiedsfuncties (in dit geval: functies van het gebied als foerageerplek, broedlocatie, slaapplek) en de ecologische behoeftes van de soort (soms slechts in een specifiek deel van de jaarcyclus). Omdat directe metingen van beschikbaarheid en kwaliteit van voedsel, nestlocaties en veiligheid in het gebied ontbreken dienen veranderingen in vegetatiestructuur en waterstanden als proxy's voor veranderingen in de draagkracht. Vegetatiestructuurveranderingen wederom komen tot stand door processen van natuurlijke successie maar ook door menselijke ingrepen via beheer met grote grazers. De hydrologie wordt onder andere bepaald door het peilbeheer en door weersomstandigheden en heeft wederom ook invloed op de vegetatie en op

successieprocessen. De veranderingen door bodemdaling (op waterstanden en via waterstanden op vegetatiestructuur) komen daar bovenop. De lokale populatieveranderingen van een soort zijn dus het resultaat van een cumulatief effect van veranderingen in gebiedsfuncties. Onze beoordeling geeft per soort een inschatting van het relatieve belang van bodemdaling voor de draagkrachtverandering.



Figuur 2.4. Stapsgewijze beoordeling van de lokale vogelmonitoring resultaten: na de spiegeling van de plaatselijke ontwikkeling met landelijke populatietrends (1) volgt een analyse van de mogelijke effecten van lokale veranderingen in draagkracht (2). Naast natuurlijk processen gerelateerd aan de toenemende leeftijd van het gebied speelt ook terreinbeheer een belangrijke rol, in het Lauwersmeergebied specifiek de begrazing door runderen en paarden. Aanvullend op veranderingen door terreinbeheer kan ook bodemdaling (grijze arcering) de geschiktheid van het gebied voor een vogelsoort beïnvloeden, óf direct (b.v. via waterstanden of overstromingsrisico's) óf indirect (b.v. via veranderingen in de snelheid van de successie).

A	Beslisschema voor integrale rapportage, onderdeel vogels (N2000-soorten) Y = ja, of bij twijfel / N = nee, redelijkerwijs niet		
1	Negatieve trend populatieomvang beïnvloedingsgebied?	Y→2	N→8
2	Is de geobserveerde trend (in 1) anders dan in referentiegebieden (indien beschikbaar/ relevant) ?	Y→3	N→8
3	Trend een bekende oorzaak (anders dan diepe/maaienveld bodemdaling en anders dan bij 4)?	N→4	Y→8
4	Verhoudt de trend zich tot de ontwikkeling van de draagkracht van het gebied m.b.t. specifieke functies van het gebied voor de betreffende soort? (effectketen)	Y→5	N→8
	<i>Dit (4) is de vergelijking met berekende proxies / vegetatie structuur / oppervlakte ondiep water, etc. Hierbij gaat het ook om de eigenschappen van de trends: misschien is de afname van de vogelaantallen eerder begonnen dan van de draagkracht... etc.</i>		
5	Heeft de trend in de draagkracht / gebiedsfunctie een bekende of voor de hand liggende oorzaak? (anders dan bodemdaling/ maaiveldaling)	N→6	Y→8
	<i>Denk hierbij (5) aan beheer zoals begrazing / waterpeil / predatie / methodische veranderingen, etc.</i>		
6	Wat (welke parameter(s)) veroorzaakt de trend in 5 en verhoudt de trend in die parameter(s) zich tot de opgetreden bodemdaling? (richting, ruimtelijk en temporeel) (is er een mogelijke relatie..)	Y→7	N→8
	<i>Kijk voor 6 binnen de proxies / vegetatietypen naar de bepalende parameters/ variabelen, e.g. wadslakje vorig jaar. Dit is een uitgebreid punt. -Met "richting" gaat het om het mechanisme (zou je een afname verwachten als gevolg van bodemdaling..?). -Bij ruimtelijk gaat het om de ruimtelijke correlatie met bodemdaling maar ook met variatie in bodemchemie (vegetatie). -Bij temporeel gaat het om het verloop van de variabele in de tijd en of dat logisch zou zijn onder invloed van bodemdaling.</i>		
7	Een effect van bodemdaling kan niet worden uitgesloten. • Kwantificeer het effect, prognosticeer de verdere ontwikkeling en beschrijf mitigerende maatregelen. • Geef aan in hoeverre dit effect aanleiding geeft om de gasproductie aan te passen (Hand Aan de Kraan).		
8	Geen effect van bodemdaling op de instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld in het betreffende monitoringjaar.		

Figuur 2.5. Beslisboom ter beoordeling van effecten van gaswinning op broedvogels, ontwikkelt ten behoeve van de Hand aan de Kraan systematiek (uit NAM 2020).

2.3 Verwachte effecten van gebiedsveranderingen op geselecteerde Natura 2000 broedvogelsoorten

In het Lauwersmeergebied komt een groot aantal broedvogels en niet-broedvogels voor met Natura 2000-instandhoudingsdoelen. Een aantal van deze soorten is mogelijk gevoelig voor effecten van bodemdaling door gaswinning. Op basis van gebied- en soortenkennis kan op voorhand voor een aantal vogelsoorten de populatieontwikkeling worden verklaard door andere factoren dan bodemdaling door gaswinning. In het 'Stappenplan analyse mogelijke effecten van bodemdaling monitoringdata Lauwersmeer', samengesteld door Nico Beemster en Romke Kleefstra en gepubliceerd in Kleefstra *et al.* (2016), heeft daarom een filtering plaatsgevonden door in de eerste plaats vast te stellen hoe broedvogels en niet-broedvogels het gebied gebruiken. Voor broedvogels wordt daarbij onderscheid gemaakt tussen de functies broeden en foerageren. Met betrekking tot gebiedsgebruik is onderscheid gemaakt tussen platen (zonder beheer, met beweiding of maaien), moerasontwikkelingsgebieden (dus met een eigen waterhuishouding; zonder beheer, met beweiding), open water (zeer ondiep, ondiep en dieper water) en gebieden buiten het N2000-gebied (akkers, graslanden, Marnewaard en Waddenzee).

Op basis van de hierboven beschreven aanpak zijn broedvogels opgedeeld in soorten waarvoor een negatief effect van bodemdaling door gaswinning op voorhand kan worden uitgesloten en soorten waarvoor dat niet zo is. Hierbij is de aanname gedaan dat het waterpeilbeheer in het Lauwersmeer ongewijzigd blijft.

Van de 13 soorten N2000-broedvogels zijn er vijf waarvoor een negatief effect van bodemdaling door gaswinning op voorhand kan worden uitgesloten (tabel 2.1). Het betreft soorten waarvan de aantallen door natuurlijke successie van de vegetatie, vaak in combinatie met predatie, sterk zijn afgenomen of zelfs zijn verdwenen. Voor acht andere soorten kan een effect van bodemdaling door gaswinning niet op voorhand worden uitgesloten.

Tabel 2.1. Belang van de deelgebieden in en rond het Natura 2000-gebied Lauwersmeer als broedgebied of foerageergebied voor Natura 2000-broedvogels:

		Niet of zeer gering		Enigszins belangrijk		Belangrijk		
Soort	Gedrag	Platen		Moerasontwikkeling		Open water		Buiten N2000-gebied Akker, grasland, Marnewrd Wad
		Geen beheer	Beweiding / maaien in zomer	Geen beheer	Beweiding	Zeer ondiep (0-20 cm)	Ondiep (20-150 cm)	Dieper (> 150 cm)
Roerdomp	B							
	F							
Bruine Kiekendief	B							
	F							
Gauwe Kiekendief	B							
	F							
Porseleinhoen	B							
	F							
Kluut	B		?					
	F							
Bontbekplevier	B				?			
	F				?			
Kemphaan	B							
	F							
Noordse Stern	B							
	F							
Velduil	B	?	?					
	F							
Blauwborst	B							
	F							
Paapje	B							
	F							
Snor	B							
	F							
Rietzanger	B							
	F							

Roerdomp

Roerdampen broeden de laatste jaren uitsluitend in moerasontwikkelingsgebieden zonder beweidingsbeheer. Platen worden alleen nog gebruikt als foerageergebied, maar de mate waarin dat gebeurt is niet goed bekend. Roerdampen nestelen in de moerasontwikkelingsgebieden in relatief ondiep water (<50 cm), waar ze ook veelal foeragerend worden waargenomen. Indien de rietmoerassen door bodemdaling lager komen te liggen, kan rietland dat nu relatief droog is geschikt worden doordat de waterdiepte aantrekkelijk wordt voor Roerdampen. Rietland dat nu van belang is kan minder geschikt worden doordat het water te diep wordt of de rietvegetatie door de toegenomen waterdiepte te open wordt of zelfs overgaat in open water. In welke mate veranderingen

zullen optreden is vooralsnog onduidelijk, maar aangezien moerasontwikkelingsgebieden omgeven zijn door kaden, zit daar een beperking aan.

Bruine Kiekendief

Bruine Kiekendieven broeden in het Lauwersmeer zowel in moerasontwikkelingsgebieden (vooral nat rietland) als op de platen (vooral droog rietland). Bij voorkeur wordt gebroed in grootschalige rietvegetaties, waar de kans op predatie (vooral door Vossen) minder groot is. De laatste jaren broedt de soort daarom vooral op plaatdelen zonder beweidingsbeheer. Op plaatdelen met beweidingsbeheer zijn de rietvegetaties over het algemeen te zeer gefragmenteerd (zie ook Grauwe Kiekendief). Bodemdaling door gaswinning heeft naar verwachting geen effect op het areaal geschikt broedgebied van de Bruine Kiekendief.

Bruine Kiekendieven foerageren op de platen en vooral later in het broedseizoen (juni-juli) ook in het omringende landbouwgebied en de Marnewaard. Onder andere door invloed van bodemdaling kunnen de platen vernatten en kan de inundatiekans toenemen. Ook andere factoren hebben invloed op de inundatiekans. Als gevolg hiervan zullen de foerageeromstandigheden voor Bruine Kiekendieven waarschijnlijk licht verslechteren, vanwege het te verwachten negatieve effect op muizenpopulaties.

Grauwe Kiekendief

Grauwe Kiekendieven komen sinds 2012 niet meer tot broeden in het Natura 2000-gebied van het Lauwersmeer. De soort verdween als jaarlijkse broedvogel als gevolg van een intensivering van de jaarrondbeweiding op de zuidelijke platen, in het bijzonder de Zoutkamperplaat en de Blikplaat. Geschikt, aaneengesloten rietland verdween of werd in ernstige mate gefragmenteerd. Bodemdaling door gaswinning heeft naar verwachting geen effect op het areaal geschikt broedgebied van de Grauwe Kiekendief.

Het gebied wordt nog wel gebruikt als foerageergebied door vogels die in het omringende bouwland broeden. Op de platen wordt behalve op muizen ook gejaagd op kleinere vogels. Onder invloed van bodemdaling kunnen de platen vernatten en kan de inundatiekans toenemen. Ook andere factoren hebben invloed op de inundatiekans. Als gevolg hiervan zullen de foerageeromstandigheden voor Grauwe Kiekendieven waarschijnlijk verslechteren, vanwege het te verwachten negatieve effect op muizenpopulaties. Behalve op de platen, foerageren Grauwe Kiekendieven vooral in de Marnewaard en in mindere mate in omringend landbouwgebied.

Porseleinhoen

Het Porseleinhoen kwam in de periode 2006-2021 in kleine aantallen als broedvogel voor (0-8 territoria), uitsluitend in moerasontwikkelingsgebieden. De soort komt vooral voor in relatief open rietvegetaties met een waterdiepte van 10-25 cm. Indien deze rietvegetaties door bodemdaling een grotere waterdiepte krijgen, raken ze mogelijk ongeschikt als leefgebied. Relatief droog rietland in dezelfde moerasgebieden zou juist geschikter kunnen worden. Of hiermee het potentiële broedareal toe- of afneemt is onduidelijk.

Op de platen zou vernatting als gevolg van bodemdaling kunnen betekenen dat er meer vestigingsmogelijkheden komen, mits dit rietland qua structuur geschikt is.

Kluut

Kluten komen tegenwoordig vooral tot broeden in moerasontwikkelingsgebieden (vooral Ezumakeeg en Bochtjesplaat), waar ze nestelen in zeer schaars begroeide eilandachtige situaties. Deze zijn van belang ter bescherming tegen predatie door Vossen. Wanneer hetzelfde (natuurlijke) waterpeilbeheer in deze gebieden gehanteerd blijft, zullen eilandsituaties onder invloed van bodemdaling het ene jaar meer en in het andere jaar juist minder voorkomen, afhankelijk van de hoogteverdeling ter plaatse. Het gemiddelde effect op de broedfunctie blijkt vooralsnog onduidelijk.

Op de platen broeden kleine aantallen Kluten in kortgrazige vegetaties nabij open water. Broedgevallen zijn hier doorgaans niet succesvol zijn als gevolg van een hoge predatiedruk (Vossen).

Blauwborst

Blauwborsten komen ruim verspreid in het Lauwersmeergebied voor in droog tot vochtig rietland, liefst tot op zekere hoogte gefragmenteerd door begrazing (met modderige paden en open stukken als foerageergebied) en verruiging (struweelopslag). In nat rietmoeras ontbreekt de soort nagenoeg. Indien het huidige gerefereerde habitat vernat als gevolg van bodemdaling kan het areaal geschikt rietland afnemen, zeker in combinatie met voortschrijdende afname van rietland als gevolg van jaarrond begrazing (cumulatief effect).

Snor

Snorren broeden met name in de moerasontwikkelingsgebieden met nat rietland. Op de platen broeden ze vooral op plekken waar vitaal rietland uitgerasterd is tegen vee. Voor Snorren geldt in principe hetzelfde als voor Roerdompen. Bij bodemdaling zal het oppervlak geschikt rietland in de diepe delen van moerasontwikkelingsgebieden mogelijk afnemen, maar toenemen in stukken die ondiep en/of nu nog relatief droog zijn. Of dat zal leiden tot handhaving van voldoende rietoppervlak of een toename is ongewis. Moerasontwikkelingsgebieden zijn beperkt in oppervlakte, omzoomd door kades, waardoor kansen voor rietontwikkeling begrensd zijn. Op de platen zou bestaand rietland door nattere omstandigheden geschikter kunnen worden, mits het gevrijwaard blijft van vee.

Rietzanger

Rietzangers komen wijd verspreid in het Lauwersmeergebied voor, met de hoogste dichtheden op platen met grote stukken aaneengesloten rietland. Dit rietland is droog tot vochtig, veelal met een zekere mate van verruiging (struweelopslag). In de moerasontwikkelingsgebieden kunnen ook hoge dichtheden voorkomen, maar dan in de drogere stukken. De soort heeft op platen met jaarrond begrazing te kampen met een afname van het oppervlak geschikt broedhabitat.

Op de platen hoeft een zekere mate van bodemdaling geen negatief effect te hebben op Rietzangers. Mogelijk dat nu al zeer vochtige delen te nat kunnen worden, maar vermoedelijk zal de soort hier en daar 'wat opschuiven'. Echter, in combinatie met een afname van het areaal rietland als gevolg van begrazing kan het cumulatieve effect wel negatieve gevolgen hebben. Indien vochtigere omstandigheden gepaard gaan met de mogelijkheid rietland te laten ontwikkelen (beperkt in inzet grote grazers), dan zullen de omstandigheden voor Rietzangers verbeteren.

In de moerasontwikkelingsgebieden komt de soort voor in de drogere delen. In deze gebieden kan het broedareaal als gevolg van maaiveldddaling (veroorzaakt door gaswinning, erosie van platen door betreding door vee en veranderingen in oppervlaktewaterstanden) afnemen.



In het voorjaar van 2025 werd in het Lauwersmeer de Wolf vastgesteld. Naast vondsten van deels verorberde prooien (veulen Konikpaard, kalf Schotse Hooglander) en een zichtwaarneming in de vroege ochtend van 9 juni op de zuidkant van de Blikplaat, was de vonst van een 'kotsplek' met allemaal plukken wol op de noordelijke Blikplaat een aanwijzing voor de aanwezigheid van een Wolf. Blikplaat, 21 mei 2025 (foto: Romke Kleefstra).

3 Maaiveldhoogte

Ilse Beekema & Wout Bijkerk

Uitgangspunt in de effectketen is de aanname dat diepe bodemdaling door gaswinning ook een daling van het maaiveld tot gevolg heeft. Bij verder gelijkblijvende omstandigheden (peilbeheer, neerslag en verdamping) leidt een maaiveldddaling tot hogere grondwaterstanden ten opzichte van het maaiveld en tot een grotere inundatiekans en inundatieduur.

3.1 Maaiveldhoogte bij de permanente kwadraten

Bij de start van de monitoring is besloten om met tussenpozen van enkele jaren de maaiveldhoogte op de locaties van de permanente kwadraten (pq's, zie hoofdstuk 5) te bepalen. Dit om een indicatie te krijgen van de mate van maaiveldverandering, om te bepalen of deze gecorreleerd is aan de diepe bodemdaling en om maaiveldhoogte te relateren aan vegetatieontwikkelingen. De hoogtemetingen zijn vooral gedurende de zomermaanden (juni t/m september) uitgevoerd. De pq-locaties die in 2025 zijn bemonsterd staan weergegeven in de tabel 3-1. De locaties van de permanente kwadraten is op kaart weergegeven in Bijlage 2.

Tabel 3-1 – PQ-locaties waarvan in 2025 op de hoekpunten de maaiveldhoogte en vegetatiesamenstelling is bepaald.

** : Op deze locaties zijn pq's in duplo uitgevoerd, dit kan noord/zuid zijn of oost/west. BW = Bantswal, BP = Blikplaat, JA = Juffrouw Alie, RU = De Rug, ZB = Zuidelijke ballastplaat, ZP = Zoutkamperplaat.*

BW4*	BP1*	JA1*	RU3*	ZB1	ZP1
BW5*	BP2*	JA2*	RU4*	ZB2	ZP2
BW15*	BP3*	JA3*	RU5*	ZB3	ZP3
BW16*			RU6*		ZP4
BW19*			RU7*		ZP5
BW20*			RU8*		
			RU9*		
			RU10*		

3.2 Werkwijze maaiveldveranderingen

In 2008 en in 2012 zijn door de NAM maaiveldhoogtemetingen met behulp van GNSS-RTK uitgevoerd bij de grondwaterpeilbuizen (in 2008) en bij de pq's (2012). In 2008 zijn vanaf de grondwaterbuizen middels waterpassing ook de maaiveldhoogtes van de pq's bepaald (zie Bijkerk *et al.* 2008, Bijkerk *et al.* 2013). In 2019 zijn door A&W opnieuw maaiveldhoogtemetingen uitgevoerd bij de pq's. A&W heeft hiervoor een GNSS-systeem gebruikt, waarbij het positie signaal via internet is gecorrigeerd tot een nauwkeurigheid van circa 2 centimeter horizontaal en 4 cm verticaal (Trimble Catalyst Precision) Sinds 2023 is overgestapt op de MarXact Uni-Gr2 die een ruimere range aan satellieten kan ontvangen en daardoor sneller en iets nauwkeuriger werkt. In rietlanden waarin veel strooisel ophoopt doet zich de vraag voor wat als bovenkant maaiveld wordt beschouwd. De werkwijze hiervoor is dat losliggende takjes en blad worden weggeschoven en vervolgens de hoogte

wordt bepaald. Daaronder bevindt zich in dicht rietland vaak een mat van enigszins tot halfvergaan bladmateriaal.

Gezien de relatief beperkte nauwkeurigheid van de GNSS-hoogtemeter ten opzichte van de bodemdaling, die veelal ook enkele centimeters bedraagt, is in 2019 besloten om de maaiveldhoogtes bij de pq's jaarlijks in te meten zodat bij voldoende metingen de ruis kan worden beperkt. Op elk hoekpunt doet de ontvanger geautomatiseerd vijf metingen die worden gemiddeld tot één meetwaarde. Bij een te sterke variatie in deze metingen wordt de meetwaarde als te onnauwkeurig beschouwd. In de gevallen waarin dit zich voordeed is een nieuwe meting uitgevoerd. De maaiveldhoogtes (meetwaarden) op de vier hoekpunten van de pq's zijn vervolgens gemiddeld om tot een gemiddelde maaiveldhoogte per pq te komen.

De metingen van maaiveldhoogte zijn gecombineerd met de vegetatieopnamen van de pq's. Aangezien sinds 2025 ongeveer helft van de pq's wordt opgenomen en het volgende jaar de andere helft, geldt dit ook voor de hoogtemetingen. De pq's die dit jaar zijn opgenomen zijn weergegeven in Tabel 3-1. De maaiveldhoogtes bij de pq's zijn grafisch uitgezet tegen de jaren om een lineaire trendlijn te bepalen aan de hand waarvan de mate van maaiveldverandering per jaar wordt berekend. Per pq is getoetst of de richtingscoëfficiënt (= jaarlijkse maaiveldverandering) afwijkt van 0 (op $p < 0,05$).

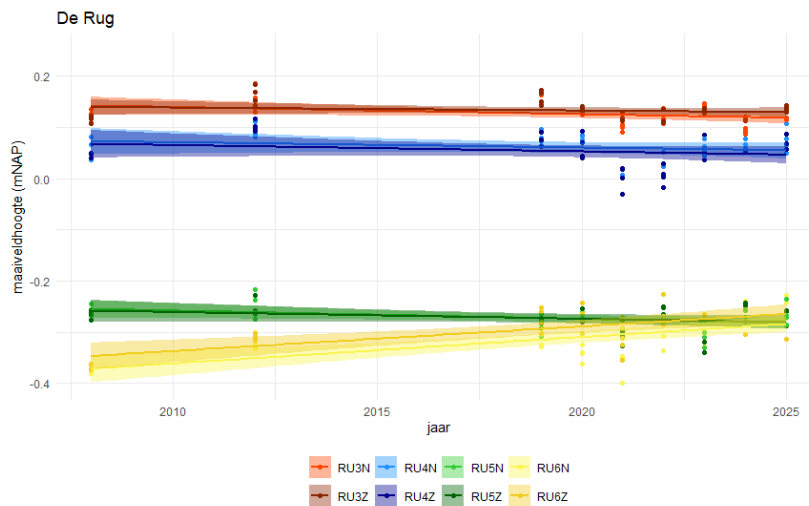
3.3 Resultaten maaiveldveranderingen

De meetresultaten van de maaiveldhoogtemetingen bij de pq's zijn weergegeven in Bijlage 1. De analyse van maaiveldveranderingen beperkt zich, net als afgelopen jaren, tot die pq's waarbij van minimaal vier jaren maaiveldhoogtes bekend zijn. PQ's die inmiddels door afslag (gedeeltelijk) zijn verdwenen zijn niet in de analyse meegenomen, evenmin als een pq dat door opslag van struiken dusdanig is veranderd dat deze bijna niet meer te betreden is.

In totaal zijn zo 96 pq's beschouwd waarvan 45 in 2025 voor het laatst zijn opgemeten en de overige 51 voor het laatst in 2024. Van deze 96 laten 64 pq's een verlaging zien van het maaiveld en bij 9 hiervan is deze verlaging significant (getoetst op $p < 0,05$ t.o.v. geen verandering), 1 pq laat geen verandering zien en 31 laten een verhoging van het maaiveld zien, waarvan deze voor 7 significant is.

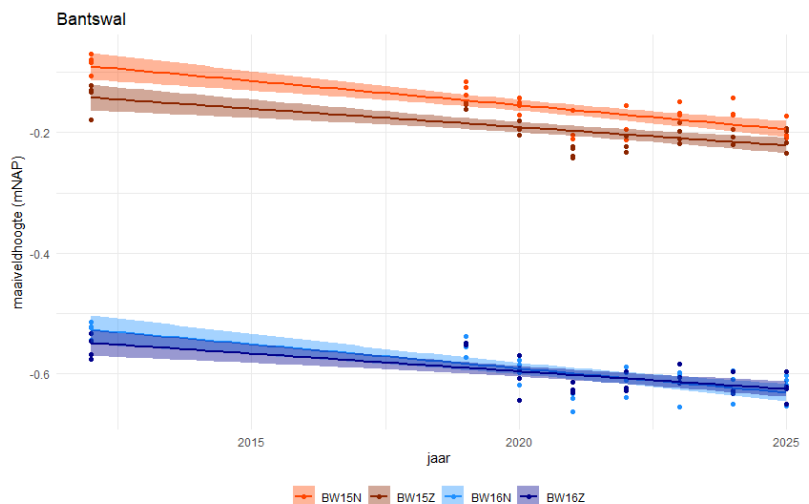
In vergelijking met de meetreeks t/m 2024 (Zie Kleefstra et al. 2025) verschillen deze getallen. Er wordt nu wat vaker een verhoging van het maaiveld geconstateerd. Maaiveld dalingen zijn in vergelijking met de analyse uit 2024 ook minder vaak significant.

Hieronder illustreren we dit aan de hand van de hoogteontwikkeling van de pq's in twee verschillende gebieden.



Figuur 3-1 - Verloop van gemeten maaiveldhoogte bij acht pq's op De Rug. Bij de pq's RU6N en RU6Z is de verandering in maaiveldhoogte significant. De semitransparant gekleurde banden geven het 95% betrouwbaarheidsinterval aan. Opvallend is de toename in hoogte bij beide pq's van RU6

In figuur 3-1 valt op dat met name in de periode 2019 t/m 2021 de metingen wijzen op een sterkere verlaging van het maaiveld. Dit verschijnsel doet zich ook op verschillende andere locaties voor (zie Figuur 3-2). Na 2021 zien we bij diverse meetlocaties weer een verhoging van het maaiveld. Aangezien de verticale nauwkeurigheid van de metingen ca. 2 cm betreft is enige ruis te verwachten. Dit kan duiden op een effect van krimp en zwel als gevolg van de droge zomers tussen 2018 en 2022 en de daaropvolgende nattere zomers. We zien dit effect zelfs op de zandigere bodems in het noorden van het Lauwersmeergebied. Dit verklaart ten dele de schommelingen in maaiveldhoogte na 2019.



Figuur 3-2 - Verloop van gemeten maaiveldhoogte bij vier pq's op de Bantswal. Bij de pq's BW15N, BW15Z, BW16N en BW16Z is de verandering in maaiveldhoogte significant. De stippen zijn de afzonderlijke metingen van de hoekpunten, de lijn is de trendlijn en de semitransparant gekleurde banden geven het 95% betrouwbaarheidsinterval aan.

Maar daarnaast spelen ook zeer lokale effecten. Zoals blijkt uit Bijlage 1 is pq-locatie BW6 na 2020 slechts gedeeltelijk en na 2023 in het geheel niet meer opgenomen. Dit omdat deze door afslag verloren is gegaan. Daarvoor in de plaats is al in 2019 BW20 als nieuwe opnamelocatie geplaatst. In BW20 is het maaiveld tussen 2024 en 2025 ongeveer 10 cm hoger geworden. Een trend die al langer speelde, maar afgelopen jaar versnelde. In figuur 3-

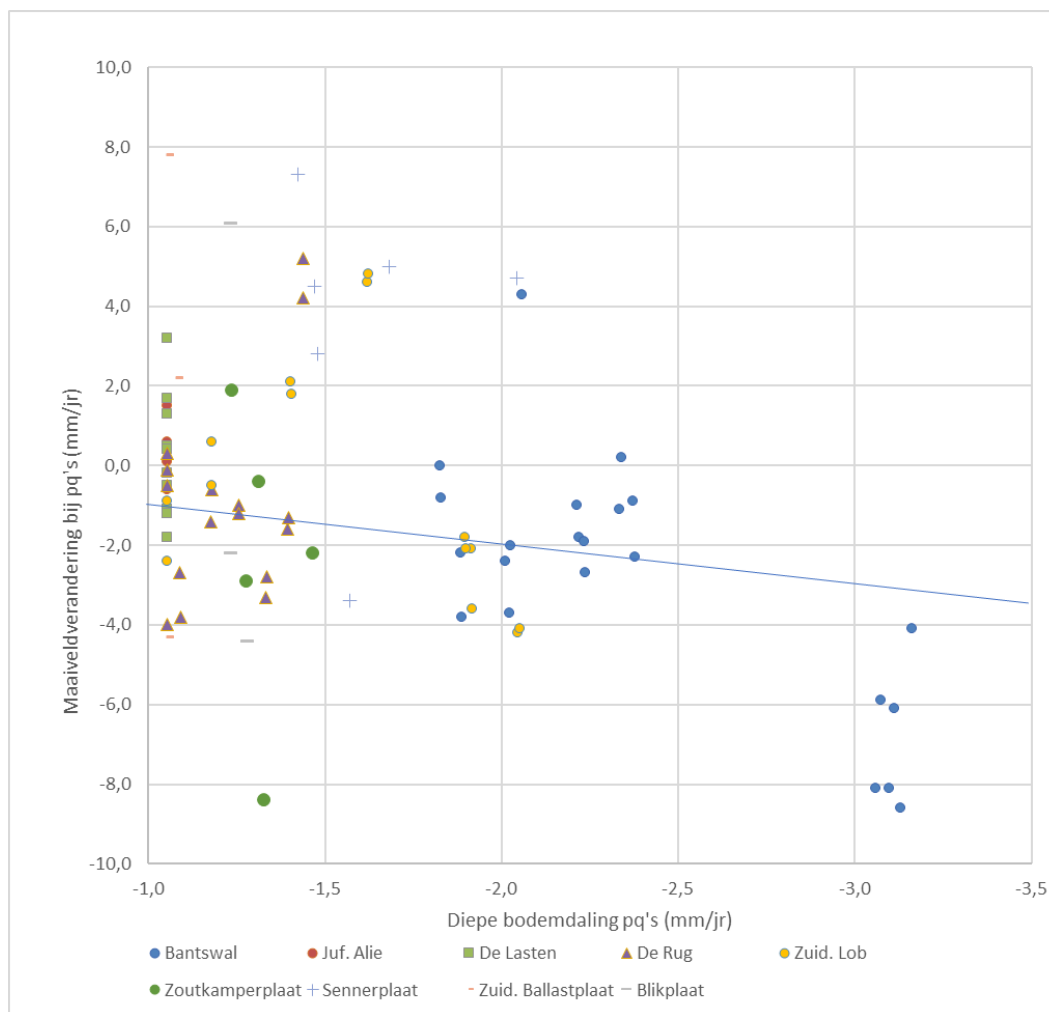
3 zijn de locaties van deze afzonderlijke pq's weergegeven op luchtfoto's uit 2017, 2021 en 2025. Zichtbaar is hoe de oever afslaat en BW6 onder water verdwijnt. BW20 komt steeds dichterbij de oever te liggen. De witte zone tussen het grazige deel en het water is een schelpenbank. Deze hogere bank schuift in westelijke richting op en verklaart de verhoging van het maaiveld bij BW20. Het verklaart ook de vegetatieverandering die er plaats heeft gevonden, van zilt overstromingsgrasland naar een pioniervegetatie met reukloze kamille.



Figuur 3-3 - Westwaartse verschuiving van de oeverzone bij de Bantswal in 2017, 2021 en 2025 bij de pq-locaties BW20 en BW6.

Enige maaiveldverlaging zien we bij de meeste andere meetpunten. Vaak is de variatie in maaiveldhoogte zo groot dat er geen sprake is van een significante lineaire trend, vooral door toevoeging van het laatste meetjaren. Figuren 3-1 en 3-2 illustreren dat de berekende snelheid van verandering in maaiveldhoogte (uitgedrukt in mm/jr) sterk kan verschillen tussen de diverse pq-locaties zoals ook afgelopen jaren al is vastgesteld.

Er is sprake van een zwakke correlatie tussen de snelheid van diepe bodemdaling en de snelheid van maaiveldverandering (zie figuur 3.4). De correlatiecoëfficiënt tussen beide is 0,6 indien uitsluitend de pq's in het noordelijk deel van het onderzoeksgebied worden beschouwd, waar de meetreeks grotendeels start in 2008 of in 2012. Als ook de hoogtemetingen bij de zuidelijke pq's, die voor het eerst in 2019 zijn ingemeten, worden meegenomen dan is de correlatiecoëfficiënt slechts 0,4.



Figuur 3-4 - Verandering van maaiveldhoogte van de pq's uitgezet tegen de snelheid van de gemodelleerde diepe bodemdaling (bron: NAM 2026) op die locaties (beiden in mm/jr) voor de pq's in het noordelijk deel van het onderzoeksgebied. NB: De blauwe lijn is geen trendlijn maar geeft de situatie weer waar diepe bodemdaling gelijk is aan maaiveldverandering. In deze figuur zijn pq-locaties niet opgenomen die door afslag verloren zijn gegaan of waar door de verschuiving van de schelpenbank sterk afwijkende waarnemingen worden gedaan.

Sinds afgelopen jaar lijkt de snelheid van maaiveldverandering meer in lijn te liggen met de snelheid van diepe bodemdaling. Gemiddeld over de meetpunten bedraagt de diepe bodemdaling -1,6 mm per jaar en de maaiveldverandering -0,9 mm per jaar (BW20 niet meegerekend) en liggen daarmee in dezelfde ordegrootte. Daarvoor waren er diverse locaties waar het maaiveld veel sneller leek te dalen dan de diepe bodemdaling, mogelijk als gevolg van droge zomers in de periode 2018-2022.

Wel zijn er locaties, vooral op de zuidelijke platen met dichte rietvegetaties, waar er tot nu toe een maaiveldverhoging is gemeten. Ook in De Lasten, Terrein van Juffrouw Alie en de Zuidelijke lob lijkt sprake van maaiveldverhoging. Redenen van maaiveldverhoging kunnen zijn meetfouten omdat onvoldoende losliggend rietstrooisel wordt verwijderd bij de meting of stapeling organische stof in jaarrond relatief natte delen.

4 Hydrologie

Klaas van der Meulen

Bodemdaling als gevolg van de gaswinning rond het Lauwersmeer kan ertoe leiden dat de gemiddelde grondwaterstand dichterbij het maaiveld komt te liggen als het streefpeil van 93 cm – NAP gehandhaafd blijft. Op die wijze kan bodemdaling de vegetatieontwikkeling in het gebied beïnvloeden door hogere grondwaterstanden, langere voorjaarsinundaties en minder diep wegzakkende grondwaterstanden in de zomer. Daarnaast is ook een effect op de bodemfauna denkbaar die als voedsel voor bepaalde groepen vogels dient. Het monitoren van het grond- en oppervlaktewater regime en veranderingen hierin is dan ook een belangrijke schakel in de effectketenbenadering van de monitoringsopzet in het Lauwersmeergebied.

4.1 Methode grond- en oppervlaktewatervoltingen

In 2007 zijn grondwaterbuizen geplaatst op 11 locaties, verspreid over het noordelijk deel van het Lauwersmeergebied. In 2014 zijn aanvullend peilbuizen geplaatst op 12 locaties in het zuidelijke deel van het Lauwersmeergebied.

Daarnaast worden in het onderzoek meetgegevens betrokken van een aantal bestaande peilbuizen van Staatsbosbeheer (SBB), die sinds november 2000 worden opgenomen. Om in het verlengde van de peilbuisraaien ook de oppervlaktewaterstand van het Lauwersmeer te kunnen meten, zijn begin december 2009 drie oppervlakteteelpunten geplaatst bij de Bantswal, De Rug en de Zuidelijke Lob.

Tabel 4-1 - Aantallen meetlocaties voor grondwaterstand en oppervlaktewaterstand per deelgebied. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen projectmeetpunten voor deze monitoring en de reguliere meetpunten van Staatsbosbeheer (SBB) en waterschap Noorderzijlvest.

Deelgebied	Grondwater		Oppervlaktewater	
	Monitoring	SBB	Monitoring	Noorderzijlvest
Bantswal Noord (BW)	2		1	
Bantswal Midden (BW)		1		
Bantswal Zuid (BW)	2	1		
Juffrouw Alie (JA)	1	2		
De Lasten (LA)	1	1		
De Rug (RU)	3		1	
Zuidelijke Lob (ZL)	2	1	1	
Zuidelijke ballastplaat (ZB)	2			
Schildhoek (SH)	2			
Zoutkamperplaat (ZP)	3			
Blikplaat (BP)	2			
Sennerplaat (SP)	3			

Deelgebied	Grondwater		Oppervlaktewater	
	Monitoring	SBB	Monitoring	Noorderzijvest
Brug Zoutkamp				1
Sluizen Lauwersoog				1
Totaal	23	6	3	2

De in 2009 geplaatste oppervlakteteelpunten zijn tijdens de strenge winter van 2009/2010 door kruierend ijs verloren gegaan en in november 2011 op beter beschermde locaties in de buurt van de oorspronkelijke raaien herplaatst. Aanvullend worden de langjarige meetgegevens gebruikt van twee oppervlaktewatermeetpunten van waterschap Noorderzijvest, bij de sluizen van Lauwersoog en in de Zoutkamperril bij de Brug van Zoutkamp. In tabel 4-1 is het aantal meetpunten per deelgebied weergegeven. In Bijlage 4 is de kaart met bovengenoemde meetpunten opgenomen.

De buizen en oppervlaktewatermeetpunten zijn uitgerust met dataloggers die één keer per uur de stijghoogte registreren. Vanwege de aanwezigheid van brak water zijn hiervoor de huidige drukopnemers aangeschaft met speciale drukmembranen binnen een zoutbestendig titanium (Solinst) of PVDF (Keller) omhulsel.

Vanaf 23 oktober 2007 zijn de waarnemingen in de eerste serie buizen gestart. Sinds najaar 2014 wordt het complete meetnet bemeten. Elk kwartaal vindt een controleronde langs deze meetpunten plaats. Hierbij worden de geregistreeerde meetgegevens uit het geheugen van de dataloggers verzameld, een controle handpeiling gedaan en de dataloggers op functioneren gecontroleerd. De locaties, boorstaten, technische data en meetreeksen zijn ook op te vragen via het WaterWeb portaal: https://www.verbelco.nl/waterweb/reports/?user_dataset=5fb2550987c60. In dat, voor dit project opengestelde, portaal worden de hydrologische data op een inzichtelijke wijze gepresenteerd.

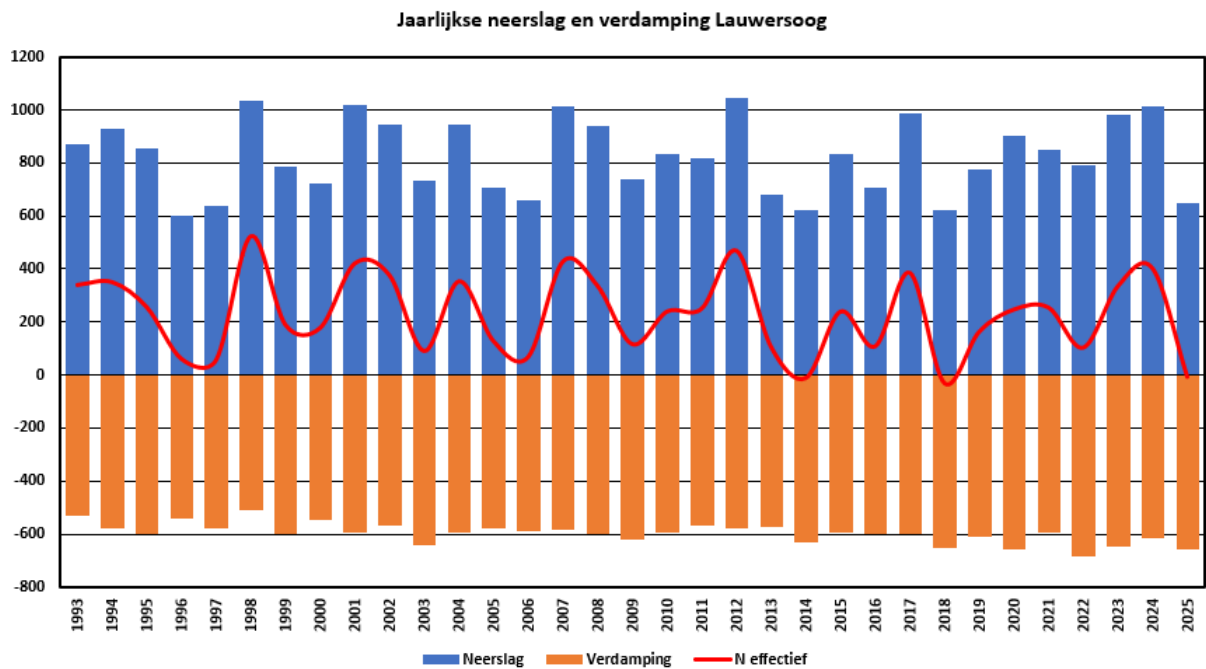
4.2 Resultaten Hydrologie

4.2.1 Meteorologie en weer in 2025

In figuur 4-1 zijn de gemeten neerslag- en verdampingscijfers over de laatste 33 jaar voor KNMI station Lauwersmeer weer gegeven.

In die periode schommelde de jaarlijkse neerslaghoeveelheid grofweg tussen de 600 en 1050 mm.

In natte jaren kan het neerslagoverschot oplopen tot 520 mm (1998), maar in 2014 (-11 mm), het recordjaar 2018 (-30 mm) en ook in het afgelopen jaar 2025 (-6 mm) is er gedurende het hele jaar meer water verdampt dan er neerslag gevallen is.



Figuur 4-1 - Verloop jaarlijkse neerslag en verdamping tussen 1993 en 2025, gebaseerd op het KNMI-station Lauwersoog. De rode lijn (N-effectief) geeft het verloop weer van het neerslagoverschot sinds 1993.

Het jaar 2025 is landelijk het op zes na warmste (11,4 °C), op één jaar na zonnigste (2123 uur) en droog jaar geweest, landelijk gemiddeld 613 mm neerslag tegenover 795 mm normaal (bron: KNMI).

De nattere maanden waren januari, juni, oktober en november. De andere maanden waren (zeer) droog. Maart was met slechts 5 mm de droogste maand ooit gemeten. In De Bilt bedroeg het jaartekort aan neerslag uiteindelijk bijna 40 mm.

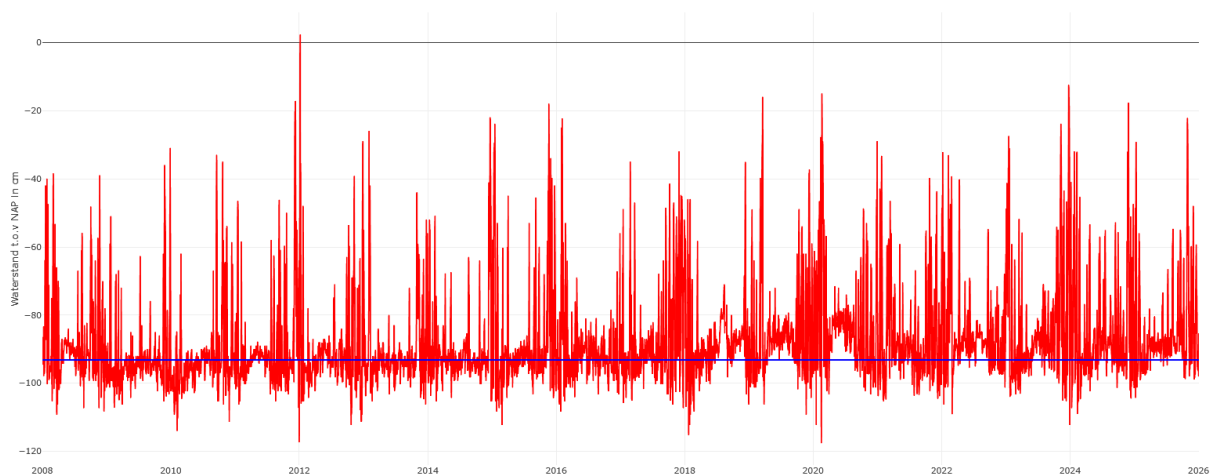
Ook in het Lauwersmeergebied was in de periode maart-augustus sprake van een fors neerslagtekort van meer dan 220 mm en begon het pas eind september en vooral in oktober en november weer te regenen. Lokaal is hier in juni wel bijna 50 mm meer regen gevallen dan in De Bilt, maar over het hele jaar 2025 gerekend resteerde toch nog een tekort aan neerslag van 6 mm.

4.2.2 Het peil van het Lauwersmeer

In figuur 4-2 is het historisch verloop vanaf 2008 van het peil in Lauwersmeer bij de Cleveringsluizen zichtbaar. Tot 2018 is jaarrond een peil van -93 cm NAP nagestreefd.

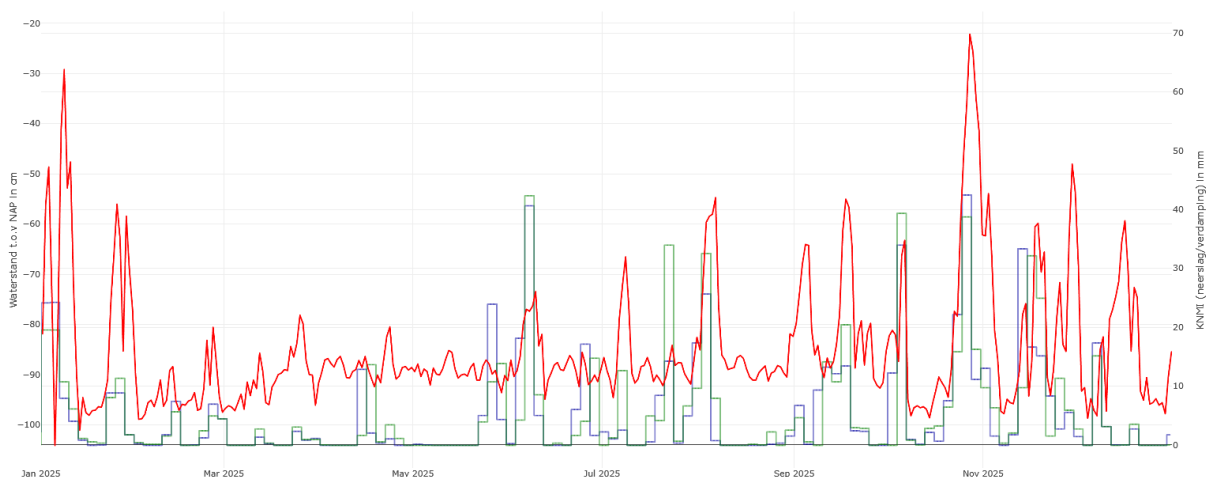
Vanaf 2018 wordt in de zomerperiode een hoger peil van circa -85 aangehouden, waardoor het beter mogelijk is om de Groninger boezem ook in droge perioden op peil te houden. Dit in aanvulling op het

extra inlaten van water vanuit de beheergebieden van Wetterskip Fryslân (bij Gaarkeuken) en van Waterschap Drents-Overijsselse Delta (mond. med. J. Schenkel, WS Noorderzijlvest).



Figuur 4-2 - Historisch verloop van de waterstand van het Lauwersmeer bij de Cleveringsluizen (rode lijn). In blauw is het streefpeil van 93 cm – NAP weergegeven (Bron: Waterweb/Waterschap Noorderzijlvest).

Als we het peil in het Lauwersmeergebied 2025 nader beschouwen (figuur 4-3) zien we vooral dat het peil reageert op buien in het (achterland van het) Lauwersmeergebied. In het groeiseizoen wordt een deel van de neerslag door de vegetatie benut en daarnaast is de evapotranspiratie hoger, wat leidt tot lagere grondwaterstanden en daarmee tot meer buffercapaciteit in de bodem om neerslagwater op te vangen. In de winterperiode stroomt het neerslagwater door de hoge grondwaterstanden grotendeels over het land het oppervlaktewater in. Dit verklaart vaak ook waarom de peilstijgingen in de winter vaak heftiger zijn dan in de zomer. Daarnaast vallen 's zomers vaker lokale buien, waardoor in Zoutkamp en Lauwersoog neerslag hoeveelheden onderling flink kunnen verschillen. Ook zijn de mogelijkheden om het water uit het Lauwersmeer te spuien op de Waddenzee bij storm soms beperkt, waardoor het peil in het Lauwersmeer kortstondig decimeters hoger kan komen te staan.



Figuur 4-3 - NAP-waterstand van het Lauwersmeer bij de Cleveringsluizen in 2025 (rode lijn). De blauwe staafjes geven de 3-daagse neerslagsommen van KNMI station Lauwersmeer weer en de groene staafjes die van KNMI station Zoutkamp (Bron: Waterweb/Waterschap Noorderzijlvest).

4.2.3 Functioneren meetapparatuur in de meetperiode 23 oktober 2007 – 31 december 2025

Gedurende de meetperiode hebben zich aan enkele dataloggers defecten voorgedaan. Het betreft de meetpunten LA3b, RU5a, BW1a, BW8b, BW9b en ZL5B, waar door uitval meetgegevens voor een korte of langere periode ontbreken. De defecte dataloggers zijn voor

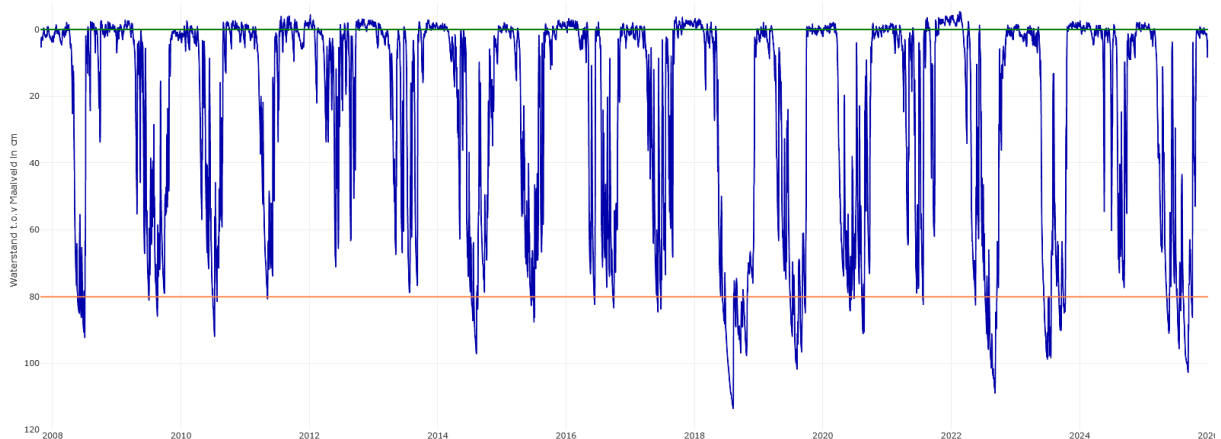
herstel uitgenomen en na reparatie of vervanging weer zo snel mogelijk teruggeplaatst. De in 2009 geplaatste oppervlakte meetpunten zijn tijdens de strenge winter van 2009/2010 door kruie ijs verloren gegaan en in november 2011 herplaatst. Door uitval van de datalogger ontbreken de meetgegevens bij meetpunt ZL5B voor een deel van het meetjaar 2020. In de zomer van 2023 is de datalogger van meetpunt LA3B defect geraakt. In de loop van 2024 zijn de dataloggers van de meetpunten BW1B, BW8B en BW9B uitgevallen. Gedurende 2025 ontbreken meetgegevens bij BW1B, BW8B, BW9B, LA3B, OPPW1, ZL3B en ZP1.

De Solinst drukopnemers uit 2018 hebben een ingebouwde en niet-vervangbare batterij, die na zo'n 6 tot 8 jaar leeg raakt. De uitval sinds 2023 is hier (op ZP1 na) geheel aan toe te schrijven. Bij de Keller in ZP1 bleek de batterij ook leeg te zijn, maar die is inmiddels vervangen en meet weer.

Eind 2025 zijn enkele drukopnemers aangeschaft, waarmee een aantal uitgevallen Solinst drukopnemers (RU3B, BW1B, BW8B, BW9B) preventief zijn vervangen. De beide raaien op de Bantswal zijn daarmee weer volledig voorzien van werkende meetapparatuur. Conform het advies uit de vorige verslagperiode zijn de (Solinst) drukopnemers in OPPW1 en OPPW2 uitgenomen.

4.2.4 Resultaten meetperiode 23 oktober 2007 – 31 december 2025

Na een meetperiode van ruim achttien jaar blijkt het jaarlijkse fluctuatiepatroon van het grondwater volgens figuur 4-4 in grote lijnen weinig te veranderen. De meeste grondwaterbuizen laten in de winter gemiddeld een stand zien net onder of enkele centimeters boven maaiveld. Incidenteel is er op de laagste plekken sprake van een stand van enkele decimeters boven maaiveld als er sprake is van sterk verhoogde oppervlaktewaterstanden en er vanuit het meer inundatie optreedt. Vanaf april zakken de grondwaterstanden gestaag uit en beginnen weer te stijgen in de periode augustus tot oktober, afhankelijk van de jaarlijkse weersituatie. Vaak is vanaf november de hoge winterstand weer bereikt.



Figuur 4-4 - Verloop stijghoogte diepere buis RU3B voor de periode 23 oktober 2007 t/m 31 december 2025 (blauwe lijn, maaiveld is groene lijn, 80 cm uitzakkingslijn is oranje).

De mate en de tijdsduur waarin de standen diep wegzakken verschilt tussen de jaren en vooral tussen de locaties. In figuur 4-4 is goed zichtbaar dat na 2017 meer droge jaren voorkomen dan voordien.

De jaarlijkse verschillen in de gemiddelde inundatie en uitzakkingen staan weergegeven in tabel 4-2 over de periode dat het hele meetnet compleet is ingericht (2015-2025).

Tabel 4-2 - Overzicht van de jaarlijkse verschillen van de inundatie- en uitzakkingsperiodes van de (diepere) peilbuizen in het Lauwersmeer over de meetperiode 2015 t/m 2025. Het aantal dagen inundatie van maaiveld is ieder jaar berekend over de periode 15 maart t/m 30 april (en als percentage van de 47 meetdagen). Het aantal dagen uitzakking dieper dan 80 cm beneden maaiveld is ieder jaar berekend over de periode 1 mei t/m 30 september (en als percentage van de 153 meetdagen). Tevens staat tussen haakjes de Top-11 notering van het betreffende meetjaar binnen de totale meetperiode.

Jaar	Gemiddelde Inundatie (cm-mv)	Gemiddelde Uitzakking (cm -mv)
2015	11,1 d (24% - 5)	46,2 d (30% - 9)
2016	16,8 d (36% - 3)	48,6 d (32% - 8)
2017	9,2 d (20% - 8)	49,3 d (32% - 7)
2018	15,3 d (32% - 4)	110,5 d (72% - 1)
2019	8,3 d (18% - 9)	92,4 d (60% - 2)
2020	4,7 d (10% - 11)	65,3 d (43% - 4)
2021	10,0 d (21% - 6)	18,0 d (12% - 10)
2022	9,4 d (20% - 7)	77,0 d (50% - 3)
2023	21,1 d (45% - 2)	64,0 d (42% - 5)
2024	22,7 d (48% - 1)	15,1 d (10% - 11)
2025	6,0 d (13% - 10)	51,8 d (34% - 6)

Inundatie (15 maart t/m 30 april)

In de meetperiode 2015-2025 stonden de platen in het Lauwersmeer in 2024 bijna de helft van het voorjaar onder water en in 2020 met bijna 5 dagen het kortst. Het afgelopen meetjaar 2025 zit daar door de zeer droge maart en april maanden met 6 dagen maar vlak achter.

Uitzakking (1 mei t/m 30 september)

In de afgelopen 11 jaar zakten de grondwaterstanden in 2018 (het jaar met het grootste neerslag tekort) bijna driekwart van het groeiseizoen diep weg in. In het natste jaar (2024) was dat met ruim 15 dagen slechts in 10% gedurende het groeiseizoen het geval. Overall hadden we in 2025 met een vrij gemiddeld uitzakkingsverloop te maken, waarbij een derde van de tijd het grondwater dieper dan 80 cm wegzakte.

De verschillen in peilverloop, uitzakking en inundatie worden naast de weersomstandigheden en het peil van het Lauwersmeer ook sterk beïnvloed door de omgeving, waarin de peilbuizen staan.

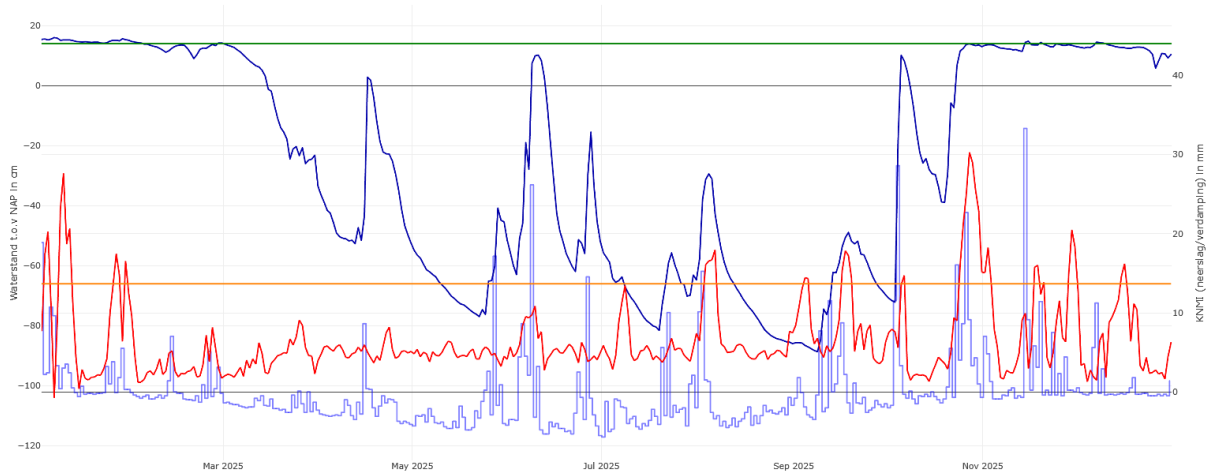
Als de grondwaterregimes van de verschillende diepe buizen (visueel) met elkaar worden vergeleken dan zijn twee kleine clusters te onderscheiden die onderling hetzelfde beeld te zien geven.

Centrale cluster

Dit cluster omvat enkele meetpunten (JA3B, RU1B, RU3B, RU5B, ZB3) die op de wat hogere, meer centrale delen van de platen liggen.

In figuur 4-6 is ter illustratie het 2025 grondwaterstandsverloop van RU3B opgenomen in combinatie met het peil en het neerslagoverschot te Lauwersoog. Hier lijkt het

neerslagoverschot de dominante factor op het grondwaterstandsverloop in het groeiseizoen te zijn. Door het droge voorjaar en de hogere ligging is de mate van inundatie hier zeer beperkt gebleven in 2025.

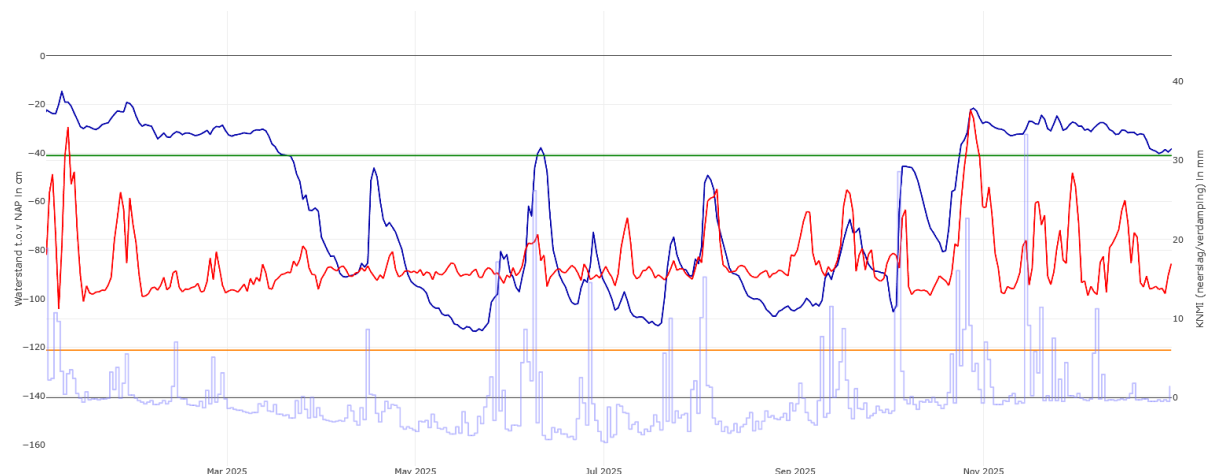


Figuur 4-6 - Waterstandsverloop in 2025 op meetlocatie RU3B (blauw) in relatie tot het peilverloop bij de Cleveringsluis (rood) en het dagelijkse neerslagoverschot van KNMI-station Lauwersoog (paars). De groene lijn representeert de hoogte van het maaiveld. De stand van 80 cm beneden maaiveld (als maat voor periode met droogtestress) is oranje weergegeven.

Oevercluster

Dit betreft locaties dicht bij de oever (BW3B, BP2, ZB3 en ZL5B), waar de waterstand in het Lauwersmeer meer invloed op het verloop van de grondwaterstand.

Dit is bijvoorbeeld te zien in figuur 4-7 waarin is ingezoomd op het grondwaterstandsverloop van BW3B in 2025. Ook het verloop van het Lauwersmeerpeil en het neerslagoverschot als mogelijke verklarende factoren zijn weer in deze figuur opgenomen. Hieruit blijkt dat het peil een dempende invloed heeft op de uitzakking en dat er hier langer inundatie optreedt.



Figuur 4-7 - Waterstandsverloop in 2025 op meetlocatie BW3B (blauw) in relatie tot het peilverloop bij de Cleveringsluis (rood) en het dagelijkse neerslagoverschot van KNMI-station Lauwersoog (paars). De groene lijn representeert de hoogte van het maaiveld en de 80 cm uitzakkingslijn is oranje.

Overig

De meeste andere peilbuizen laten andere grondwaterstand verlopen zien. Deels liggen die tussen de patronen op de oevers en de plaatruggen in, maar ze kunnen ook een heel eigen, afwijkend patroon hebben.

In het algemeen kan gesteld worden dat de grondwaterstand in 2025 vanaf begin maart tot eind september daalt. Tijdens korte regenperiodes half april en half juni en na enkele buien begin juli en begin augustus stijgen de grondwaterstanden dan zeer kortstondig. Hogere peilen in het Lauwersmeer corresponderen vaak (maar niet altijd) met neerslag. Voor de resterende periode van het jaar blijft het grondwaterniveau hoog, maar wordt het afgetopt door afvoer via het maaiveld.

In het genoemde WaterWeb portaal kunnen ook deze waterstandsreeksen goed worden bestudeerd.

4.2.5 Grondwaterstandkarakteristieken

Om het grondwaterregime te relateren aan soortensamenstelling van de vegetatie zijn eenduidige parameters gewenst die het grondwaterregime karakteriseren over een specifieke periode. Doorgaans worden hiervoor de gemiddelde grondwaterstand (GG), de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG), de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) voor gebruikt, waarbij de stand is weergegeven ten opzichte van maaiveld. Ook de mate van peilfluctuaties kan indicatief zijn voor vegetatieontwikkelingen. De voor de verschillende meetpunten berekende GxG-waarden zijn overzichtelijk weergegeven in het Waterweb-portaal.

Ook uit tabel 4-3 blijkt dat in 2025 op de meeste meetlocaties de mate van inundatie in de voorjaarsperiode zeer beperkt is gebleven. De gangbare uitzonderingen zijn BP3 en SP1. Gemiddeld was in 2025 de inundatieduur met 6 dagen de helft van het langjarige gemiddelde van 12 dagen over de meetperiode 2015-2024 (zie tabel 4-2).

De mate van uitzakking tijdens het groeiseizoen 2025 toont een iets gedifferentieerder beeld, maar ook daar zijn op de centrale delen van de platen (Juffrouw Alie, Lasten, Rug, Schildhoek, Zoutkamperplaat) de grondwaterstanden langdurig diep weg gezakt. Langs de oevers van bijvoorbeeld de Blikplaat en de Sennerplaat waren de uitzakkingen in 2025 minder langdurig dan gemiddeld verwacht mocht worden.

Het is overigens niet per definitie zo dat relatief laaggelegen delen op een plaat meer dagen inundatie hebben dan de hoger gelegen delen. Op de Rug liggen de buizen RU1 en RU5 relatief dicht bij het open water en is de maaiveldhoogte resp. 39 en 4 cm -NAP. De midden op de plaat gelegen buis RU3 heeft een maaiveldhoogte van 14 cm +NAP. Desondanks hebben de beide lagere locaties in de periode vanaf 2015 vrijwel nooit te maken gehad met inundatie terwijl dit voor RU3 wel geldt. Daar ligt de grondwaterstand, door de bolling van het freatische peil in het voorjaar rond maaiveld en soms net erboven, terwijl deze bij de lagere buizen er enkele decimeters onder ligt.

Tabel 4-3 - Overzicht kengetallen meetreeksen monitoring peilbuizen Lauwersmeer voor de diepere filters. De waarden hebben betrekking op de monitoringsperiode ten tijde van het compleet ingerichte meetnet (2015 t/m eind 2025). Het aantal dagen inundatie van maaiveld is ieder jaar berekend over de periode 15 maart t/m 30 april (en als percentage van de 47 meetdagen). Het aantal dagen uitzakking dieper dan 80 cm beneden maaiveld is ieder jaar berekend over de periode 1 mei t/m 30 september (en als percentage van de 153 meetdagen). Tevens staat tussen haakjes de plek in de bijbehorende totale meetperiode N (resp. Top-10 of Top-11 notering). Uitleg over de * en ** achter de Top-N notering staat in de begeleidende noot in deze paragraaf. Als door uitval van de datalogger niet genoeg metingen zijn gedaan is N.B. (Niet Beschikbaar) in de tabel genoteerd

Periode	2015 t/m 2025			2015 t/m 2024		2025	2025
Peilbuis	Maaiveld (cm NAP)	Gemiddelde waterstand (cm NAP)	Gemiddelde waterstand (cm -mv)	Gemiddelde Inundatie (cm-mv)	Gemiddelde Uitzakking (cm -mv)	Jaar Inundatie (cm-mv)	Jaar Uitzakking (cm -mv)
BP2	-50	-82,4	32,4	28,0 d (60% - 5)	63,2 d (41% - 5)	3,5 d (7% - 11)	18,5 d (12% - 9)
BP3	-74	-85,5	11,5	33,7 d (72% - 6)	36,8 d (24% - 4)	45,5 d (97% - 3)	0 d (0% - 9)
BW1B	31	-28,5	59,5	0 d (0% - 5)	131,1 d (86% - 4*)	N.B.	N.B.
BW3B	-41	-62,0	21,0	28,1 d (60% - 6)	36,6 d (24% - 6)	5,9 d (13% - 11)	0 d (0% - 11)
BW8B	-12	-50,9	38,9	16,9 d (36% - 6)	87,9 d (57% - 6)	N.B.	N.B.
BW9B	-50	-81,5	31,5	6,0 d (13% - 5)	63,1 d (41% - 5)	N.B.	N.B.
JA3B	-41	-73,0	32,0	0,5 d (1% - 2*)	30,6 d (20% - 5)	0 d (0% - 6)	72,2 d (47% - 1)
LA3B	-66	-83,7	17,7	6,1 d (13% - 4)	23,7 d (15% - 4**)	N.B.	N.B.
RU1B	-39	-75,9	36,9	1,2 d (3% - 4)	33,8 d (22% - 5)	0 d (0% - 10)	52,4 d (34% - 3)
RU3B	14	-13,1	27,1	6,3 d (13% - 6)	32,8 d (21% - 5)	0 d (0% - 11)	67,7 d (44% - 2)
RU5B	-4	-49,5	45,5	0 d (0% - 5,5*)	70,0 d (46% - 7)	0 d (0% - 6)	117,8 d (77% - 1)
SH2	-14	-54,6	40,6	19,6 d (42% - 5)	89,3 d (58% - 6)	0 d (0% - 11)	141,2 d (92% - 1)
SH3	-29	-62,2	33,2	16,1 d (34% - 4)	68,1 d (45% - 6)	0 d (0% - 11)	104,4 d (68% - 3)
SP1	-4	-25,5	21,5	42,9 d (91% - 8**)	38,8 d (25% - 5)	47,0 d (100% - 4)	86,5 d (57% - 2)
SP3	-66	-87,2	21,2	4,4 d (9% - 4)	38,3 d (25% - 5)	2,6 d (5% - 6)	0,2 d (0% - 10)
SP6	-65	-82,5	17,5	18,1 d (39% - 6)	34,8 d (23% - 4)	0 d (0% - 11)	0 d (0% - 11)
ZB2	-14	-36,4	22,4	19,2 d (41% - 4)	44,9 d (29% - 4)	3,1 d (7% - 11)	18,5 d (12% - 9)
ZB3	-12	-48,3	36,3	10,0 d (21% - 3*)	73,9 d (48% - 8*)	0 d (0% - 11)	36,8 d (24% - 9)
ZL3B	-64	-96,0	32,0	2,6 d (6% - 5)	70,1 d (46% - 7)	0 d (0% - 10)	N.B.
ZL5B	-44	-70,6	26,6	12,3 d (26% - 3*)	55,3 d (36% - 6)	1,3 d (3% - 10)	0 d (0% - 8)
ZP1	-45	-88,0	43,0	1,5 d (3% - 4)	88,6 d (58% - 6)	N.B.	N.B.
ZP4	-58	-78,2	20,2	15,5 d (33% - 4)	30,7 d (20% - 5**)	0 d (0% - 11)	17,9 d (12% - 9)
ZP5	-2	-66,4	64,4	0 d (0% - 6)	112,5 d (74% - 7)	0 d (0% - 6)	146,5 d (96% - 2)
Gemiddeld	-32,6	-64,4	31,9	12,6 d (27% - 5)	58,6 d (38% - 6)	6,0 d (13% - 10)	51,8 d (34% - 6)

Noot bij tabel 4-3: bij het bepalen van een Top-N notering worden de meetjaren op oplopende volgorde gesorteerd. Als de meetjaren onderling voldoende verschillend zijn, levert dit een inzichtelijke Top-N notering op. Maar als er meerdere meetjaren in de reeks voorkomen met vrijwel dezelfde waarden, kan een kleine afwijking al leiden tot een grote verschuiving. Zo inundeert RU5B vrijwel nooit en komen er veel nullen voor in de reeks meetjaren. Ook als een plaat (SP1) meestal langdurig onder water staat, kan de Top-N notering een iets vertekend beeld geven. Een mogelijk te droge notering is in tabel 4-3. met * aangegeven en een mogelijk te natte notering met **.

4.2.6 Modelleren van de grondwaterstanden

Tot vorig jaar zijn met behulp van het programma Menyanthes (Von Asmuth et al. 2005) de historische meetreeksen van de grondwaterstand geanalyseerd. Voor alle grondwaterreeksen is een lineair tijdreeksmodel gemaakt met neerslag en verdamping als verklarende factoren. Ook het peilverloop van het oppervlaktewater in het Lauwersmeer (meetpunten Brug Zoutkamp en Sluizen Lauwersoog) is aanvullend als verklarende factor gebruikt bij de uitgevoerde tijdreeks modellering. Doorgaans wordt ervan uitgegaan dat bij een verklaarde variantie van meer dan 70% er sprake is van een acceptabele modellering. De drie eigen meetpunten voor registratie van de oppervlaktewaterstand tonen onderling grote overeenkomst en ook met het langjarig waargenomen meetpunt bij de Cleveringsluizen. Door de relatief korte meetreeksen van de eigen oppervlaktewatermeetpunten geven deze in de tijdreeksanalyse minder goede resultaten dan de langere reeksen van het Waterschap.

Sinds enkele jaren werd Menyanthes echter al niet meer ondersteund door de leverancier (KWR). Ook is KWR dit jaar gestopt met de ontwikkeling van de beoogde opvolger (HydroMonitor). Daardoor was het dit jaar helaas niet mogelijk om, als in afgelopen jaren, een update van de tijdreeksanalyse t/m 2025 uit te voeren.

In de vorige rapportage (Buijs, 2024) wordt aangegeven dat de verklarende factoren inmiddels lang genoeg gemeten worden om op de meeste locaties voldoende betrouwbare uitspraken te kunnen doen.

In veel gevallen verklaart het meest simpele lineaire tijdreeksmodel met alleen neerslag en verdamping als verklarende factoren al voor meer dan 70% het gemeten grondwaterstandsverloop. Dat is bijvoorbeeld het geval bij de buizen op de Bantswal, Zuidelijke Lob, Juffrouw Alie, Zoutkamperplaat en op De Rug. Op de Sennerplaat en Blikplaat is de verklaarde variantie door het lineaire model veelal geringer.

Door toevoeging van niet-lineariteit aan dit simpele model worden ook de reeksen van De Lasten, Blikplaat, Schildhoek, Zuidelijke Ballastplaat en de Sennerplaat (SP1, SP3) ruim voldoende verklaard worden. Een niet-lineair model is beter in staat om de invloed van oppervlakkige afstroming te verdisconteren. Alleen de waterstandsreeks van SP6 op de oever van de Sennerplaat bleek ook met een niet-lineair model niet voldoende te voorspellen.

Binnen Menyanthes is het helaas niet mogelijk is om een lineaire trend (ter toetsing van de verwachte maaiveldddaling) toe te voegen aan een niet-lineair model, zodat de invloed van maaiveldddaling alleen met een lineair model is te toetsen. Uit de vorig jaar uitgevoerde tijdreeksanalyse t/m de data van 2024 blijkt dat toevoeging van een lineaire trend (als indicator voor maaiveldddaling) maar op drie meetlocaties een iets beter modelresultaat opleverde dan het simpele model. En dat waren niet de locaties met een grote maaiveldddaling of diepe bodemdaling.

5 Vegetatie

Rob Venderbos, Ilse Beekema & Wout Bijkerk

De vegetatiemonitoring in 2024 omvatte alleen de jaarlijkse monitoring en analyse van de permanente kwadraten (pq's). In 2022 zijn daarnaast ook de transecten gekarteerd (zie Kleefstra *et al.*, 2023).

De vegetatiemonitoring in 2025 omvatte de jaarlijkse monitoring en analyse van de helft van de permanente kwadraten (pq's) en hoogtemetingen op de vier hoekpunten van deze pq's.

5.1 Monitoring permanente kwadraten

5.1.1 Werkwijze monitoring en analyse pq's

Het meetnet in het onderzoeksgebied bestaat uit 100 pq's. Iets meer dan de helft hiervan is in 2007 geplaatst, allen in het noordelijk deel van het gebied. Naderhand zijn er pq's bijgeplaatst om een evenredige verdeling te krijgen over de mate van gemodelleerde bodemdaling en de vegetatietypen. In 2014 is het meetnet uitgebreid met de zuidelijke platen. De vóór 2014 geplaatste pq's zijn duplo's van één locatie. Later is volstaan met één pq per locatie. Nadere informatie is te vinden in Bakker *et al.* (2015). De pq's werden tot 2025 jaarlijks opgenomen en vanaf 2025 om het jaar. Naast de bedekking van de aanwezige soorten worden ook andere parameters (bedekking van de structuurlagen, reliëf, de mate van vertrapping door vee, e.a.) genoteerd.

In de directe omgeving van een aantal van de pq's wordt dagelijks de stijghoogte gemeten in grondwaterbuizen om een relatie tussen grondwaterregime en soortensamenstelling mogelijk te maken. De globale locaties van de pq's zijn weergegeven in bijlage 3. Hierin staan ook met een ster weergegeven de opgenomen pq's van dit jaar. In bijlage 4 zijn de opnamegegevens van de pq's uit 2024 in geordende tabellen weergegeven per vegetatiegroep. Meer gedetailleerde kaarten van de pq-locaties zijn te vinden in Bakker *et al.* (2015).

De analyse van de pq's is via twee sporen uitgevoerd:

1. Een analyse op basis van de totale soortensamenstelling middels het computerprogramma ITERATIO (Holtland & Hennekens 2020). Deze methode is alleen gebruikt voor een indicatie van verandering in enkele abiotische standplaatsfactoren;
2. Een analyse op basis van enkele vaste groepen plantensoorten. Dit is de wijze waarop ook de afgelopen jaren de pq's zijn geanalyseerd. Deze analyse is gebruikt voor indicatie van structuurveranderingen.

Analyse van abiotische indices op basis van de totale soortensamenstelling

Hiervoor is gebruik gemaakt van het computerprogramma ITERATIO versie 2 (Holtland & Hennekens 2020). Dit pakket is in eerste instantie bedoeld om op basis van een vegetatiekartering en vegetatieopnamen een vlakdekkende kaart te maken van abiotische terreincondities. Het kan echter ook worden gebruikt voor het vergelijken van indicaties voor abiotische standplaatsfactoren van vegetatieopnamen, zowel in de ruimte als in de tijd. Voor dit laatste doel is het programma gebruikt.

In het kort komt het erop neer dat ITERATIO beschikt over een database met karakteristieke indicatiewaarden van een relatief beperkte set plantensoorten voor grondwaterstand (GvG,

in cm - mv), zuurgraad (pH-H₂O), zoutgehalte (variërend van 0_zoutintolerant tot 9_hyperhalien) en voedselrijkdom (variërend van 1_zeer voedselarm tot 9_zeer voedselrijk). Die indicatiewaarden verschillen per Fysisch Geografische Regio. Van veel plantensoorten ontbreekt de indicatiewaarde omdat deze soorten een brede optimumcurve (amplitude) of soms een tweetoppige optimumcurve hebben voor die standplaatsfactor. Op basis van de bedekking van de soorten in een vegetatieopname berekent ITERATIO (iteratief, middels reciprocal averaging) de indicatiewaarden van alle soorten uit de gehele opnamenset en de gewogen gemiddelde indicatiewaarden van de individuele opnamen. Soorten die doorgaans een goed gedefinieerde smalle optimumcurve vertonen voor een milieufactor krijgen een vaste waarde voor die factor. Na elke iteratiestap wordt de waarde van die soort teruggezet naar de initiële (vaste) waarde. ITERATIO biedt de mogelijkheid om deze initiële waarden en hun weging eventueel aan te passen, maar daar is in dit geval geen gebruik van gemaakt.

Middels ITERATIO ontstaat een set 'gebiedseigen' indicatiewaarden per soort. Het is echter van belang om zoveel mogelijk gebruik te maken van de totale variatie in een milieufactor binnen een gebied. Met andere woorden: de opnamen dienen verspreid te liggen over de in het gebied aanwezige gradiënten (mondelinge mededeling S. Hennekens). Bij de plaatsing van de pq's in het Lauwersmeergebied is echter vooral gelet op de spreiding over de verwachte bodemdalingscontouren. Om toch een bredere spreiding over de standplaatsfactoren te krijgen, is aanvullend gebruik gemaakt van aanvullende vegetatieopnamen in het gebied die geen deel vormen van de set pq's uit dit onderzoek. Dat betreft vegetatieopnamen die gemaakt zijn ter onderbouwing van de vegetatietypologie van de vegetatiekarteringen van 2004 (Van der Veen *et al.* 2005) en 2015 (Bakker & De Hoop 2016). De set waarmee ITERATIO heeft gerekend bestond daarmee uit 1961 opnamen met in totaal 394 soorten. Hiervan waren 1673 vegetatieopnamen afkomstig uit de set pq's binnen deze monitoring.

Analyse op basis van vooraf gedefinieerde soortgroepen

Uit de pq-monitoring zijn de volgende indicatoren voor structuurveranderingen afgeleid:

- Verrieting: Indicator is de bedekking van Riet in de pq's;
- Verstruiking: Indicatoren zijn de totale bedekking van verschillende houtige plantensoorten, de totale bedekking van de struiklaag (boomlaag is hier niet relevant) en in de niet gemaaide delen, de bedekking van soorten van kruipwilstruwelen (RG *Salix repens*-*Pyrola rotundifolia*);
- Pionierkarakter: Indicatoren zijn het aandeel niet door planten bedekte bodem in de pq en de totale bedekking van pionier- en tredplanten.
- Verruiging: Indicatoren zijn het aandeel soorten van *Convolvulo*-*Filipenduletea* en droge ruigtesoorten.

In de rapporten van de afgelopen jaren zijn groepen plantensoorten ook gebruikt als indicator voor de volgende abiotische indices: vernatting, verzuring, verzilting en eutrofiering en hun tegenhangers verdroging, toename basenrijkdom, ontzilting en verschraling. Omdat deze indicaties voor abiotiek ook worden afgeleid uit de analyse via ITERATIO is besloten om alleen de resultaten van deze laatste analyse nog in deze rapportage op te nemen.

In de voortgangsrapportage van de monitoring over 2017 (Kleefstra *et al.* 2018) is de gevolgde werkwijze in meer detail beschreven in par. 4.2.2.

5.1.2 Resultaten vegetatieveranderingen op basis van soortgroepen

Per pq-locatie zijn de indicatoren voor verrieting, verruiging, verstruiking en pionierkarakter beoordeeld op trendmatige veranderingen. Daarbij is geen 'harde' statistische norm gebruikt, maar is er in eerste instantie een visuele beoordeling uitgevoerd. Wel is aangehouden dat:

- Een R^2 van een trendlijn van minder dan 0,3 geen trendmatig effect betreft;
- Een trendmatige ontwikkeling met een gemiddelde jaarlijkse verandering in bedekking kleiner dan 0,5 procentpunt wordt als niet relevant beschouwd;
- Een trendmatige ontwikkeling met een gemiddelde jaarlijkse verandering tussen 0,5 en 1 procentpunt is een matige verandering;
- Een trendmatige ontwikkeling met een gemiddelde jaarlijkse verandering groter dan 1 procentpunt is een sterke verandering;
- Een verandering in de bedekking van Kruipwilg binnen jaarlijks gemaaide terreinen geen indicator is voor verstruiking. Kruipwilg blijft namelijk zo laag dat deze geen habitat biedt voor struweelvogels. Overigens speelt dit alleen in De Lasten en het Terreintje van Juffrouw Alie.

De beoordeling van de mate van verandering verschilt iets van die in de afgelopen jaren. Dit omdat na bijna 20 jaar meten, een jaarlijkse kleine toename (jaarlijks + 1% bedekking) uiteindelijk een fors verschil maakt met de Ausgangssituatie. Veranderingen worden derhalve vanaf dit jaar eerder als 'sterke verandering' aangemerkt.

De resultaten van de analyse zijn weergegeven in Tabel 5-1.

De indicaties op basis van soortgroepen verschillen voor 2025 in geringe mate van die van 2024. Uit tabel 5.1 blijkt het volgende:

- Het pionierkarakter in de pq's verandert niet tot nauwelijks. In 3 pq's (ZL4, BW13 en BW14) neemt de bedekking kale grond sterk af. Dit heeft echter geen invloed op de bedekking van pionier- en tredplanten die hier al weinig bedekten.
- Er zijn 8 pq-locaties die een trend laten zien in de rietbedekking. Daarvan laten 6 pq's een afname zien, en 2 pq's een toename. Sterke veranderingen doen zich voor op de zuidelijke platen. Toename in een enclosure op de Zoutkamperplaat waar het riet zich herstelt nu het niet meer wordt begraasd en in een voor vee slecht toegankelijk deel van de Sennerplaat. De afname op begraasde delen van Blikplaat, Zoutkamperplaat en Sennerplaat. Dit komt overeen met de in 2024 waargenomen ontwikkelingen.
- Verruiging neemt sterk af op 8 pq-locaties, allen gelegen op de zuidelijke platen. De verruiging neemt in 1 pq toe, op de Rug. Een lichte toename van verruiging doet zich voor op 1 pq-locatie op De Rug. In pq's op de zuidelijke platen neemt de verruiging met Koninginnekruid en Duinriet vooral af als gevolg van begrazing, maar doet zich ook voor in het niet begraasde deel van de Sennerplaat. Dat deze afname op de noordelijke platen zich niet voordoet komt omdat deze bij aanvang van het onderzoek al nauwelijks verruigd waren. De meeste pq's veranderen niet t.a.v. het aspect verruiging;
- Er zijn 7 pq's die sterke verstruiking laten zien. De meeste pq's laten geen veranderingen zien t.a.v. verstruiking. Toch is er een aantal waar de struweelbedekking sterk toeneemt, een trend die nu sterker naar voren komt dan in eerdere jaren. Dat doet zich vooral voor op De Rug (onderdeel van de begrazingseenheid Ballastplaat) waar vier van de negen pq's een sterke verstruiking vertonen. Deels gaat dat hier ook samen met een afname van de rietbedekking. In het oosten van de Rug (RU1) is sprake van toename van Grauwe wilg en is het structuurtype na 2015 verandert van open grasland naar struweel. RU2 mist omdat de verstruiking hier zo sterk was dat deze pq niet bereikbaar was. Bij RU7 betreft

het toename van Duindoorn, Kruipwilg en Grauwe wilg en bij RU8 en RU9 neemt vooral Kruipwilg toe. Ook bij ZB1 en ZB2 is sprake van toename van de struiklaag, die hier uit Kruipwilg bestaat. Opvallend bij BW2 is dat na een sterke initiële stijging de struiklaag in bedekking afnam en inmiddels vrijwel is verdwenen. Bij SP5 is een sterke toename van de verstruiking te zien die hier vooral uit Grauwe wilg bestaat. Een trendmatige afname in de struikbedekking over de gehele periode is nergens waargenomen. Inmiddels zijn enkele van de pq's op De Rug geplagd, na het opnemen van de vegetatie in 2025. Bij een volgende opname zal daar de struiklaag zijn verdwenen.

Uit een meerjarige studie naar de veranderingen van oeverriet rond het Lauwersmeer (Coops & Bijkerk 2021) blijkt dat in het zuidelijk deel de bedekking aan natte ruigtkruiden op de hogere oeverdelen is toegenomen ten koste van de rietbedekking. Dit wordt onder andere aan de drogere zomers van 2018 t/m 2020 geweten. Soms blijkt hierbij dat in uitgerasterde delen de ruigtkruiden sterker toenemen dan in niet-uitgerasterde delen. De pq's van het bodemdalingsonderzoek laten, uitgezonderd SP2, een dergelijke ontwikkeling niet zien: afname van rietbedekking gaat gewoonlijk niet gepaard met een toename van de ruigtkruiden. Integendeel, op de Zoutkamperplaat, de Blikplaat en de Sennerplaat neemt de bedekking aan natte ruigtkruiden in verschillende pq's grotendeels af, soms tegelijk met de afname van riet. Bij SP2 gaat de toename van riet gepaard met de afname van ruigtkruiden.

Tabel 5-1 -Trendmatige veranderingen in indicatoren, afgeleid uit soortensamenstelling en bedekking van groepen indicatieve plantensoorten in de pq's. Bodemdaling_06-25 per pq-locatie is de gemodelleerde diepe bodemdaling vanaf 2006 tot januari 2025 in cm (bron: NAM) overeenkomstig de meetperiode van de meeste pq's. De geel gemarkeerde pq's zijn in 2025 voor het laatst opgenomen, de overige in 2024.

pq-locatie	aanvangsjaar					bodemdaling_06-25 (cm)	beheer
		pionierkarakter	verrieting	verruiging	verstruiking		
BW4	2007					4,5	begrazing jaarrond + seizoen
BW5	2007					4,4	
BW20(BW6)	2007					4,4	
BW11	2009					4,2	
BW12	2009					3,6	
BW13	2009	-2				4,2	
BW14(BW3)	2007	-2				3,9	
BW15(BW8)	2007					5,9	
BW16(BW9)	2007					5,8	
BW17(BW1)	2007					3,8	
BW18	2010					3,5	
BW19(BW7)	2007					6,0	
LA1	2007					2,0	zomer- maaien
LA2	2007					2,0	
LA3	2007					2,0	
LA4	2007					2,0	
LA5	2010					2,0	
LA6	2010					2,0	
JA1	2007					2,0	zomer- maaien
JA2	2007					2,0	
JA3	2007					2,0	
RU1	2007					2,0	begrazing + seizoen
RU3	2007					2,2	
RU4	2007				2	2,4	
RU5	2007					2,6	
RU6	2007			1		2,7	
RU7	2009				2	2,1	
RU8	2009				2	2,5	
RU9	2010		-1		2	2,0	
RU10	2010		-1			2,0	

Legenda

-2	Sterke afname
-1	matige afname
0	geen trend
1	matige toename
2	sterke toename

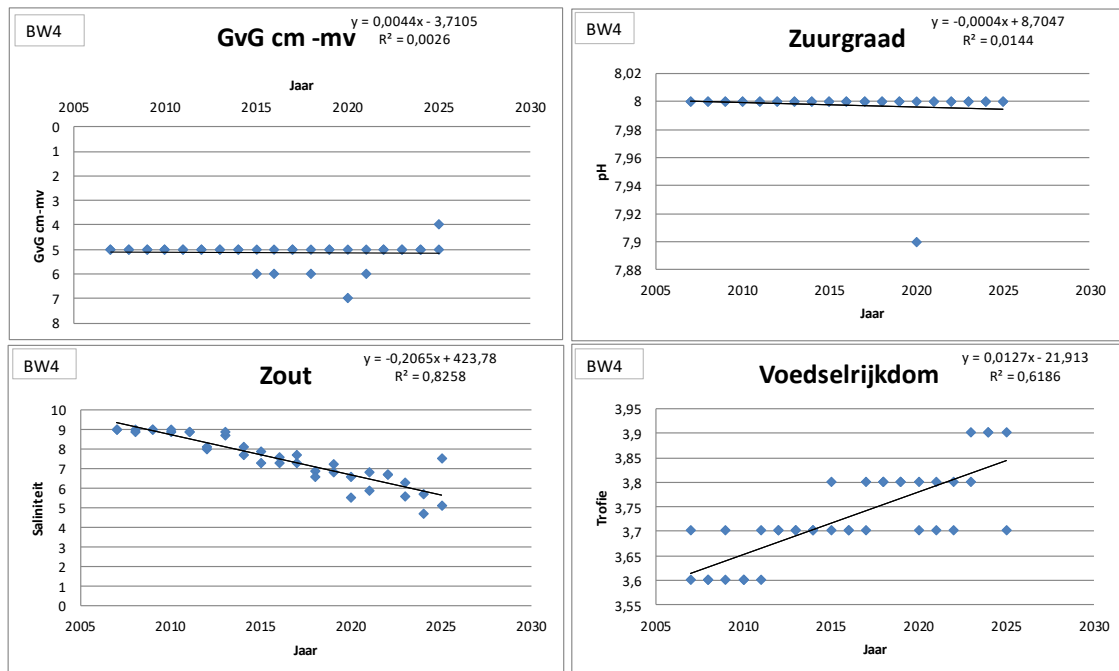
pq-locatie	aanvangsjaar					bodemdaling_06-23 (cm)	beheer
		pionierkarakter	verrieting	verruiging	verstruiking		
ZL1	2007					2,0	begrazing
ZL2	2007					2,2	jaarrond
ZL4	2007	-2				3,1	+
ZL6(ZL3)	2007					2,7	seizoen
ZL7(ZL5)	2007					3,9	
ZL8	2010					3,6	
ZL9	2010					3,6	
ZB1	2014				2	2,0	begrazing
ZB2	2014				2	2,0	jaarrond +
ZB3	2014					2,1	seizoen
SH1	2014					2,3	begrazing
SH2	2014					2,2	seizoen
SH3	2014			-2		2,2	
ZP1	2014					2,4	begrazing
ZP2	2014		-2	-2		2,5	jaarrond
ZP3	2014					2,5	
ZP4	2014		2			2,3	
ZP5	2014			-2		2,8	
BP1	2014		-2	-2		2,4	begrazing
BP2	2014					2,3	jaarrond
BP3	2014		-2			2,3	
SP1	2014		2	-2		3,0	jaarrond
SP2	2014		-2			2,8	begrazing
SP3	2014			-2		2,7	
SP4	2014			-2		2,8	
SP5	2014				2	3,2	niets doen
SP6	2014			-2		3,9	

Legenda

- 2 Sterke afname
- 1 matige afname
- 0 geen trend
- 1 matige toename
- 2 sterke toename

5.1.3 Resultaten veranderingen abiotiek op basis van totale soortensamenstelling

Voor de analyse zijn de indicatiewaarden vanuit ITERATIO per pq-locatie in een grafiek uitgezet tegen het opnamejaar (zie als voorbeeld Figuur 5-1).



Figuur 5-1 - Veranderingen in indicatiewaarden voor gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand, zuurgraad, zoutgehalte en voedselrijkdom van de pq-locatie BW4 (met duplo's) op de Bantswal. De indicatiewaarden zijn gebaseerd op de totale soortensamenstelling en berekend met ITERATIO. Per indicator zijn de formule van de trendlijn en de determinatiecoëfficiënt (R^2) weergegeven.

Uit figuur 5-1 blijkt dat er in dit voorbeeld sprake is van een (indicatie van) trendmatige veranderingen in zoutgehalte en in voedselrijkdom. Het zoutgehalte is gedaald met 0,2 eenheden per jaar. De indicatie voor voedselrijkdom is toegenomen, maar slechts met 0,013 eenheden per jaar. Volgens de beoordelingswijze is dit net onvoldoende om als geringe toename aan te merken.

Nadere analyse op het niveau van de verschillende plantensoorten binnen de pq laat zien dat deze veranderingen wordt veroorzaakt door:

- De afname van 'zoute' soorten als Gewoon kweldergras, Kortarige zeekraal, Gerande schijnsprurrie en Schorrenkruid.
- Soorten van brakke omstandigheden als Melkkruid en Zilte rus zijn hiervoor in plaats gekomen of toegenomen. Dat beperkt de afname van de zoutindicatie.
- Door de afname van het zoutgehalte nemen soorten als Gestreepte witbol, Fioringras, Madeliefje en Rood zwenkgras toe. Dat zijn soorten van iets voedselrijkere omstandigheden, wat de (zeer geringe) toename verklaart van de indicatie voor voedselrijkdom. Overigens indiceert een waarde van 3,8 op een schaal van 1 tot 10, licht voedselrijke omstandigheden.

Op vergelijkbare wijze zijn de veranderingen in indicatiewaarden van de andere pq's onderzocht. Samengevat is dit weergegeven in tabel 5.2.

Voor de beoordeling van de mate van verandering zijn daarbij de volgende, op deskundigenoordeel gebaseerde, overwegingen toegepast:

- Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GvG): Een trendmatige verandering gelijk of meer dan 1 cm per jaar is een sterke verandering; een verandering tussen 0,1 en 1 cm per jaar is een lichte verandering; een verandering van minder dan 0,1 cm per jaar is niet relevant,
- pH: De pH van de aangetroffen vegetaties varieert grotendeels tussen 5,0 en 8,0. Een jaarlijkse trendmatige verandering gelijk aan of meer dan 0,05 pH-eenheden (oftewel 0,5 in 10 jaar) is een sterke verandering; een verandering tussen 0,02 en 0,05 pH-eenheden is een lichte verandering; een verandering minder dan 0,02 pH-eenheden is niet relevant,
- Zoutgehalte: Het zoutgehalte varieert tussen de waarden 0 en 9. Een jaarlijkse trendmatige verandering gelijk aan of meer dan 0,1 eenheden (oftewel 1 in 10 jaar) is een sterke verandering; een verandering tussen 0,02 en 0,1 eenheden is een lichte verandering; een verandering minder dan 0,02 eenheden is niet relevant,
- Voedselrijkdom: De voedselrijkdom kan (theoretisch) variëren tussen de waarden 0 en 9. Een jaarlijkse trendmatige verandering gelijk aan of meer dan 0,1 eenheden (oftewel 1 in 10 jaar) is een sterke verandering; een verandering tussen 0,02 en 0,1 eenheden is een lichte verandering; een verandering minder dan 0,02 eenheden is niet relevant.

Uit de tabel blijkt het volgende:

- Van de 58 pq-locaties geven 10 een indicatie voor verdroging en 4 een indicatie voor vernatting, vergelijkbaar met de situatie vorig jaar. In vergelijking met de meetreeks t/m 2023 is het aantal pq's met een indicatie voor verdroging afgenomen. In de meetreeksen t/m 2022 was er nog sprake van 13 pq's die verdroging indiceerden en 4 die vernatting indiceerden. Bij de meetreeks t/m 2021 was die verhouding zelfs 16:2. De afname van het aantal pq's dat verdroging indiceert is een gevolg van de minder droge zomers in vergelijking tot de jaren 2018 t/m 2020. Die droge zomers zorgden voor meer pq's met een indicatie voor verdroging. De vijf locaties met indicatie voor vernatting liggen op de Sennerplaat, in het Terreintje van Juffrouw Alie en op de Zoutkamperplaat. De vernatting wordt afgeleid uit de toename van de iets 'nattere' soorten als Watermunt, Hennegras en Koninginnekruid en afname van de relatief iets 'drogere' kruiden en mossen als Akkerdistel, Grote brandnetel, Gewoon dikkopmos en Gewoon klauwtjesmos,

NB: Het kleurenschema van Tabel 5.2 komt overeen met dat van Tabel 5.1 (verlaging = blauwtinten, verhoging = roodtinten). Verlaging van de voorjaarsgrondwaterstand (GvG), oftewel verdroging, is weergegeven in roodtinten aangezien de waarde is uitgedrukt in cm beneden maaiveld (dus hoe groter het getal, des te lager de voorjaarsgrondwaterstand).

Tabel 5-2 - Indicatie vanuit de vegetatie voor de jaarlijkse verandering in: gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GvG, in cm – mv dus positief getal is verdroging), zuurgraad (pH-H₂O), zoutgehalte (op ordinale schaal van 1 t/m 10) en voedselrijkdom (op ordinale schaal van 1 t/m 10). De indicaties zijn verkregen met ITERATIO en gebaseerd op de totale soortensamenstelling. Alleen trendmatige veranderingen met een $r^2 \geq 0,3$ zijn in de tabel opgenomen. Bij een $r^2 \geq 0,6$ zijn de waarden vetgedrukt weergegeven. Om de mate van de jaarlijkse verandering te relateren aan de huidige waarde zijn de indicaties voor 2025 in de tabel opgenomen. De kleuren geven een indicatie van de mate van verandering. Net als bij tabel 5-1 geven blauwtinten afname weer en roodtinten een toename. De geel gemarkeerde pq-locaties zijn in 2025 voor het laatst opgenomen, de overige in 2024.

pq-locatie	aanvangsjaar	verandering/jaar				waarden 2025				bodemdaling_06-25 (cm)	beheer
		GvG (cm -mv)	pH	Zoutgehalte	Voedselrijkdom	GvG (cm - mv)	pH	Zoutgehalte	Voedselrijkdom		
BW2	2007	0,51		-0,02	0,02	20,5	7,0	0,2	4,6		begrazing jaarrond + seizoen
BW4	2007			-0,21		4,5	8,0	6,3	3,8	4,5	
BW5	2007					9,0	7,5	1,6	4,1	4,4	
BW20(BW6)	2010			-0,1		11,0	7,1	2,4	4,3	4,4	
BW11	2007		-0,02	-0,05		8,5	6,9	0,3	4,4	4,2	
BW12	2007	0,44				16,5	6,9	0,6	4,4	3,6	
BW13	2009	0,04		-0,23		6,0	8,0	4,2	3,9	4,2	
BW14(BW3)	2009					5,5	7,9	4,1	4,1	3,9	
BW15(BW8)	2009					9,0	7,8	2,7	4,1	5,9	
BW16(BW9)	2007					6,5	8,0	7,3	3,8	5,8	
BW17(BW1)	2007	0,52		-0,04	0,03	17,5	6,9	0,6	4,6	3,8	
BW18	2007	0,36				17,5	7,0	1,1	4,4	3,5	
BW19	2007		-0,02	0,02	0,04	28,0	6,8	0,5	5,0	6,0	
LA1	2007					11,5	6,6	0,4	4,2	2,0	zomermaaien
LA2	2007	0,37	-0,02			8,5	7,0	0,2	4,4	2,0	
LA3	2007		-0,02			12,0	7,1	0,9	4,7	2,0	
LA4	2007					12,5	6,9	0,7	4,4	2,0	
LA5	2010		-0,03			17,5	6,5	0,4	4,1	2,0	
LA6	2010					12,0	6,5	0,5	4,2	2,0	
JA1	2007	-0,4				11,0	7,1	0,3	3,9	2,0	zomermaaien
JA2	2007					11,5	7,0	0,2	3,9	2,0	
JA3	2007		-0,03			18,0	6,5	0,4	3,9	2,0	
RU1	2007		0,02			16,5	6,9	0,1	4,5	2,0	begrazing jaarrond + seizoen
RU3	2007		-0,02		0,02	7,0	7,0	0,3	3,8	2,2	
RU4	2007				0,02	7,5	7,1	0,3	3,8	2,4	
RU5	2007					9,0	7,1	0,7	4,4	2,6	
RU6	2007	0,34				11,5	7,2	0,8	4,4	2,7	
RU7	2009				0,03	9,5	7,0	0,3	4,0	2,1	
RU8	2009					9,0	7,0	0,2	4,3	2,5	
RU9	2010					11,0	6,9	0,6	4,4	2,0	
RU10	2010					10,5	7,0	0,5	4,4	2,0	

pq-locatie	aanvangsjaar	verandering/jaar				waarden 2025				bodemdaling_06-25 (cm)	beheer
		GvG (cm - mv)	pH	Zoutgehalte	Voedselrijkdom	GvG (cm - mv)	pH	Zoutgehalte	Voedselrijkdom		
ZL1	2007		0,02	0,07		5,0	7,1	1,1	4,4	2,0	begrazing jaarrond + seizoenen
ZL2	2007			-0,15		6,0	7,7	2,3	4,2	2,2	
ZL4	2007			-0,31	0,03	7,0	7,7	2,3	4,3	3,1	
ZL6(ZL3)	2007					6,0	7,4	2,0	4,2	2,7	
ZL7(ZL5)	2007					10,0	7,1	0,4	4,5	3,9	
ZL8	2010					8,5	6,9	0,3	4,0	3,6	
ZL9	2010					10,5	7,0	0,4	4,5	3,6	
ZB1	2014		-0,02			8,0	6,8	0,2	4,3	2,0	begrazing jaarrond + seizoenen
ZB2	2014					7,0	6,9	0,3	4,1	2,0	
ZB3	2014			-0,02		7,0	6,6	0,0	4,2	2,1	
SH1	2014		0,05		-0,03	6,0	7,6	0,3	4,1	2,3	seizoens begrazing
SH2	2014					6,0	6,6	0,1	4,4	2,2	
SH3	2014	0,68	-0,05			13,0	6,4	0,2	4,6	2,2	
ZP1	2014			-0,08		7,0	7,5	2,2	4,2	2,4	jaarrond begrazing
ZP2	2014	0,43	-0,03	-0,02		15,0	6,5	0,1	4,5	2,5	
ZP3	2014	0,32			0,04	14,0	6,7	0,2	4,9	2,5	
ZP4	2014	-0,11			0,03	4,0	7,3	1,2	4,6	2,3	
ZP5	2014				-0,03	19,0	6,9	0,9	4,5	2,8	
BP1	2014					8,0	6,8	0,5	4,8	2,4	jaarrond begrazing
BP2	2014			-0,08		6,0	7,4	1,0	4,2	2,3	
BP3	2014				0,04	4,0	6,9	0,3	5,0	2,3	
SP1	2014	-0,69			-0,02	9,0	6,9	0,4	5,0	3,0	jaarrond begrazing
SP2	2014		0,03	-0,02		7,0	7,0	0,3	4,9	2,8	
SP3	2014					5,0	7,0	0,5	5,0	2,7	
SP4	2014					9,0	7,0	0,3	4,8	2,8	niets doen
SP5	2014	-0,45				8,0	6,6	0,2	4,5	3,2	
SP6	2014		-0,02			5,0	7,0	0,2	5,1	3,9	

- Vanuit de vegetatie wordt meestal een indicatie gezien voor afname van de pH, oftewel verzuring. Van de 58 pq's laten 11 een afname van de pH zien en 4 een toename. In 2024 was die verhouding 15:6, in 2023 18:5 en in 2022 was 24 : 7. Met andere woorden: het aantal pq-locaties met indicatie voor verzuring wordt wat minder. Dat komt deels omdat na een wat sterkere daling in de eerste jaren van de meetperiode, er inmiddels sprake is van stabilisatie. In voorgaande jaren lieten sommige pq's op De Rug een lichte toename van de pH zien. Daar is er nog maar één van over. De verzuring uit zich onder meer in de toename van soorten als Veenpluis, Kruidwilt (op relatief vochtige plekken) of Gewoon haakmos (op drogere locaties). Sterrengoudmos, een soort van kalkhoudende omstandigheden, is in de in 2025 opgenomen pq's niet meer aangetroffen. De verzuring is een natuurlijk proces in de kalkhoudende bodems als gevolg van stapeling van organische stof en voortschrijdende ontkalking van het bovenste deel van de bodem. De pH indicaties liggen hierdoor tegenwoordig grotendeels in het neutrale tot zwak zure bereik.
- De vegetatieveranderingen duiden doorgaans op een afname van het zoutgehalte. Dit blijkt onder andere op de Bantswal. In de zoute pioniervegetaties dringen soorten binnen die op een lager zoutgehalte duiden. Zoute pioniervegetaties die vrijwel alleen uit Kortarige zeekraal bestaan zijn verdwenen. Indicaties voor verzilting doen zich ook voor,

bij BW19 en bij ZL1 waar de vegetatie bestaat uit licht brakke respectievelijk zoete overstromingsgraslanden. In deze pq nemen brakke soorten als Rode ogentroost en Moerassikkelmos toe en het zoutmijdende Puntmos af. Maar bedacht moet worden dat hier in 2024 het zoutgetal met 1,1 nog steeds laag is. Bovendien daalt het zoutgehalte in ZL1 inmiddels weer na een initiële stijging bij aanvang.

- Indicaties voor trofiegraad (voedselrijkdom) in de gemaaide delen (Juffrouw Alie, De Lasten) laten geen trend zien. In de noordelijke begraasde delen is er lokaal sprake van een lichte toename van de voedselrijkdom. Voor de jaarrond begraasde pq's op de Rug geldt dat deze trend samenhangt met afname van mossen van voedselarme (en kalkhoudende) omstandigheden zoals Sterrengoudmos, Veenknikmos en Groot vedermos en de toename van soorten van voedselrijke omstandigheden als Duinriet en Koninginnekruid. Op de jaarrond begraasde pq's van de Bantswal en Blikplaat is eveneens een lichte stijging in trofie waargenomen. Indicatie voor afname in voedselrijkdom zien we maar in enkele pq-locaties op Zoutkamperplaat (jaarrondbegrazing), het zuidelijk deel Sennerplaat (eigenlijk de Pompsterplaat, met jaarrondbegrazing) en op de Schildhoek (seizoensbegrazing). Er lijkt geen duidelijk verband te zijn tussen het type beweidingsbeheer en de verandering in voedselrijkdom. Naast stikstofdepositie, kan de verdroging van de afgelopen jaren en de daarmee gepaard gaande versterkte afbraak (zeker in kalkhoudende situaties) en mineralisatie van organische stof hebben bijgedragen aan de toename van de voedselrijkdom.



Op De Rug werd in 2024 zo'n 9 ha struwelen verwijderd en gemaaid om vegetaties van vochtige duinvalleien een nieuwe kans te bieden. Hogere delen van De Rug lopen steeds verder dicht met Kruipwilg, Duindoorn, wilgenstruwelen en berkenopslag. Op de foto is het gemaaide deelen te zien en het scherpe contrast met niet gemaaide vegetatie rechts en opgaand bos in een enclosure links. De Rug, 25 maart 2025 (foto: Romke Kleefstra).

6 Broedvogels in het monitoringjaar 2025

Romke Kleefstra, Peter de Boer & Sjoerd Bresser

6.1 Methodiek Broedvogelmonitoring

Sinds 2014 staat de broedvogelmonitoring vrijwel geheel in het teken van het onderzoek naar de effecten van bodemdaling op de Natura 2000-doelen. Met betrekking tot de winning van aardgas is in de benodigde vergunning op basis van de Natuurbeschermingswet een eis tot monitoring opgenomen, met als doel schade aan natuur in het gebied tijdig te mitigeren of te voorkomen. Hiervoor is het noodzakelijk over actuele broedvogeldata te beschikken.

In het monitoringprogramma voor de aardgaswinning (NAM 2007) worden voor de biotische monitoring van het Lauwersmeer de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- er moet een zo direct mogelijke relatie zijn met de beïnvloede abiotische variabelen;
- het moet gaan om de soorten waarvoor instandhoudingsdoelen zijn geformuleerd;
- de metingen moeten deel uitmaken van of aansluiten op een bestaand monitoring-programma met een zekere historie.

De monitoring in de periode 2007 t/m 2012 sloot aan op de monitoring zoals die al bijna 45 jaar in het Lauwersmeergebied werd uitgevoerd. Voor de broedvogelmonitoring vanaf 2014 is dit ook het geval, maar aanvullend is het toegespitst op integratie met de vegetatiemonitoring in het gebied (2013 was een tussenjaar waarin gebiedsdekkende inventarisaties uitbleven).

Vanaf het voorjaar van 2014 wordt gewerkt met een set van 13 proefvlakken waarin broedvogel- en vegetatiemonitoring op elkaar afgestemd zijn (figuur 6.1, tabel 6.1). In deze BMP-proefvlakken worden alle soorten broedvogels geïnventariseerd. Daarmee vormen de proefvlakken steekproefgebieden voor zowel algemene als schaarse broedvogelsoorten, wat het eventueel mogelijk maakt (gebiedsspecifieke) soortgroepen samen te stellen met als doel de ontwikkeling van de broedvogelaantallen te relateren aan habitatveranderingen, wat ook weer indicatief kan zijn voor het draagvlak van het gebied voor de Natura 2000-soorten waarvoor instandhoudingsdoelen zijn opgesteld. De proefvlakken Ezumakeeg-west, -oost en Middelplaat (Kollumerwaard) vormen hierop een uitzondering. In het kader van het onderzoek naar de effecten van gaswinning vindt hier geen vegetatiemonitoring plaats. Met oog op een evaluatie van effecten van riet- en dynamisch waterpeilbeheer is de lopende monitoring in deze drie proefvlakken behouden. De gezamenlijke oppervlakte van de 13 proefvlakken bedraagt 1293,9 ha, ofwel 29,4% van het Lauwersmeergebied wordt op alle soorten broedvogels gekarteerd.

Buiten de proefvlakken worden alle meetsoorten integraal gekarteerd. Het gaat daarbij om Rode Lijstsoorten, kolonievogels, roofvogels en zeldzame broedvogels, een selectie van 'meetsoorten' waarmee alle Natura 2000-soorten gedekt zijn.

In de BMP-proefvlakken worden vaste looproutes aangehouden en worden per gebied acht inventarisatieronden uitgevoerd, waarvan zes in de vroege ochtend en twee nachtbezoeken, conform de richtlijnen in Vergeer *et al.* (2023).

Tabel 6.1. Overzicht van BMP-proefvlakken in het Lauwersmeergebied, het aantal hectares en de jaren waarin zij als proefvlak op alle soorten geïnventariseerd zijn. In verband met de uitbraak van mond-en-klauwzeer in de regio van het Lauwersmeer zijn in 2001 geen proefvlakken onderzocht. In 2013 vonden in het Lauwersmeergebied geen karteringen plaats, met uitzondering van BMP-proefvlak Kollumerwaard.

Lauwersmeer BMP-proefvlakken	opp. (ha)	inventarisatiejaren
1 01. Bandsterwal	65	1998, 2002, 2007, 2008-2012, 2014-2025
2 01. Ezumakeeg-west	64.4	1999 t/m 2012, 2014-2025
3 03. Ezumakeeg-oost	69.9	1999 t/m 2012, 2014-2025
4 04. Pompsterplaat	58.3	1999 t/m 2012, 2014-2025
5 05. Sennerplaat-midden	70.0	2002, 2007, 2012, 2014-2025
6 06. Blikplaat-west	109.1	2014-2025
7 07. Middelplaat (Kollumerwaard)	61.2	2004-2025
8 08. Zoutkamperplaat-west	142	2000, 2006, 2008-2012, 2014-2025
09. Zoutkamperplaat		
9 landaanwinning	47.5	2014-2025
1 10. Schildhoek	172.6	1984 t/m 1997, 1999, 2005, 2008-2012, 2014-2025
0 11. Zuidelijke Ballastplaat-grazig	153.5	2003, 2008, 2011, 2014-2025
1 12. Zuidelijke Lob	145.1	2014-2025
2 13. De Rug	135.3	2014-2025
totaal	1293.9	



Figuur 6.1. Ligging van BMP plots voor broedvogelmonitoring en plots voor vegetatiemetingen.

6.2 Resultaten broedvogelmonitoring 2025

Evenals in eerdere rapportages halen de meeste Natura 2000-soorten de instandhoudingsdoelen niet (tabel 6.2). Roerdomp, Rietzanger, Snor en Blauwborst zijn de soorten waarvan de vastgestelde aantallen de instandhoudingsdoelen (ruimschoots) overschrijden. Alle vier soorten laten landelijk een matige toename zien, terwijl de trends van Roerdomp en Rietzanger in het Lauwersmeer onzeker zijn. Snor neemt lokaal sterker toe dan landelijk. Op basis van het meerjarige gemiddelde in de periode 2020-25 wordt ook het instandhoudingsdoel van de Bruine Kiekendief nipt gehaald, maar met de terugval in het aantal paren in 2025 staat dat doel onder druk. Natura 2000-soorten als Grauwe Kiekendief, Porseleinhoen, Bontbekplevier, Noordse Stern, Velduil en Paapje ontbraken in 2025 als broedvogel. Van de Kemphaan werden 2 broedgevallen vastgesteld in de Bantpolder van Natuurmonumenten. In de terreinen van Staatsbosbeheer ontbreekt de soort al enige jaren als broedvogel.

Vergeleken met de landelijke trends doen Rietzangers het in het Lauwersmeer slechter dan op landelijk niveau. Snorren laten op gebiedsniveau een sterkere toename zien dan landelijk, terwijl de trendclassificatie bij Blauwborst voor Lauwersmeer overeenkomt met de landelijke. Trend van de Roerdomp sinds 1999 is onzeker, maar de laatste jaren neemt de soort toe, zoals landelijk ook het geval is. Grauwe Kiekendief, Porseleinhoen, Bontbekplevier, Noordse Stern, Velduil en Paapje ontbreken als broedvogel.

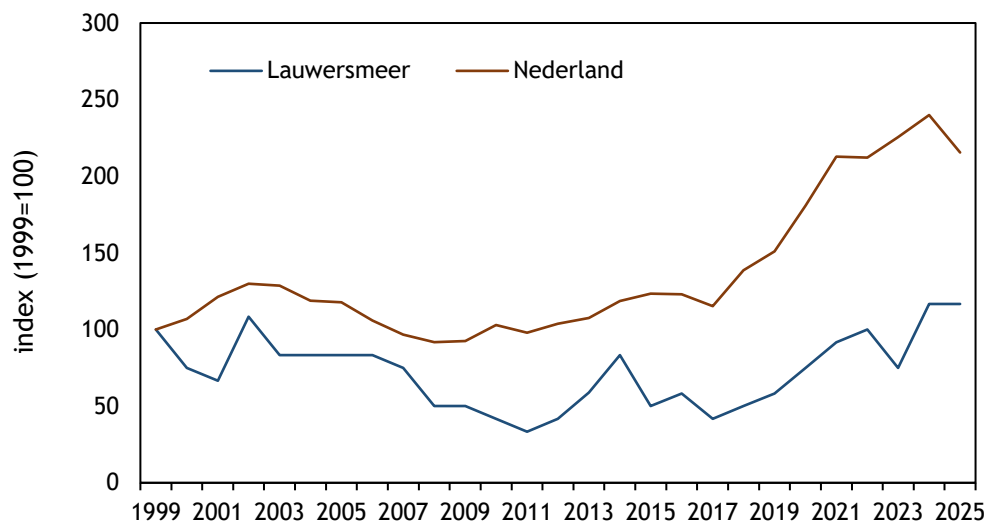
Hieronder vergelijken we de gebiedstrends van het Lauwersmeer in 1999-2025 met de landelijke trends in de periode 1999-2025 voor die Natura 2000-soorten die nog in het Lauwersmeer tot broeden komen.

*Tabel 6.2. Natura 2000-soorten in het Lauwersmeer in 2002-2024, waarbij het instandhoudingsdoel wordt weergegeven (doel), voor zesjarige tijdsperioden de gemiddelde aantallen territoria staan vermeld (laatste periode beslaat vijf jaren), alsook de aantallen territoria in 2024 verdeeld over de Natura 2000-gebied Lauwersmeer (Staatsbosbeheer) en aanvullend de Bantpolder (Natuurmonumenten). De gebiedstrend (trend LM) wordt vergeleken met de landelijke trend (trend NL). * = soorten die niet meer als broedvogel in het N2000-gebied voorkomen.*

	Doel	2002-07	2008-13	2014-19	2020-25	L'meer 2025	Bant 2025	Trend LM	Trend NL
Roerdomp	10	10	5	7	11	15	0	~	+
Bruine Kiekendief	20	20	18	16	20	16	0	~	-
Grauwe Kiekendief*	4	3	0	0	0	0	0	--	+
Porseleinhoen	15	10	6	2	1	0	0	--	-
Kluut	110	84	85	42	51	12	18	--	-
Bontbekplevier	4	3	1	2	2	0	0	0	0
Kemphaan*	20	4	1	1	1	0	2	0	--
Noordse Stern*	5	2	5	1	0	0	0	0	-
Velduil*	1	0	0	0	0	0	0	~	0
Rietzanger	1900	1787	2158	1863	2173	2223	7	~	+
Snor	20	21	29	44	94	120	0	++	+
Blauwborst	120	141	228	235	165	160	1	+	+
Paapje*	10	8	3	1	0	0	0	--	-

Roerdomp, 15 territoria

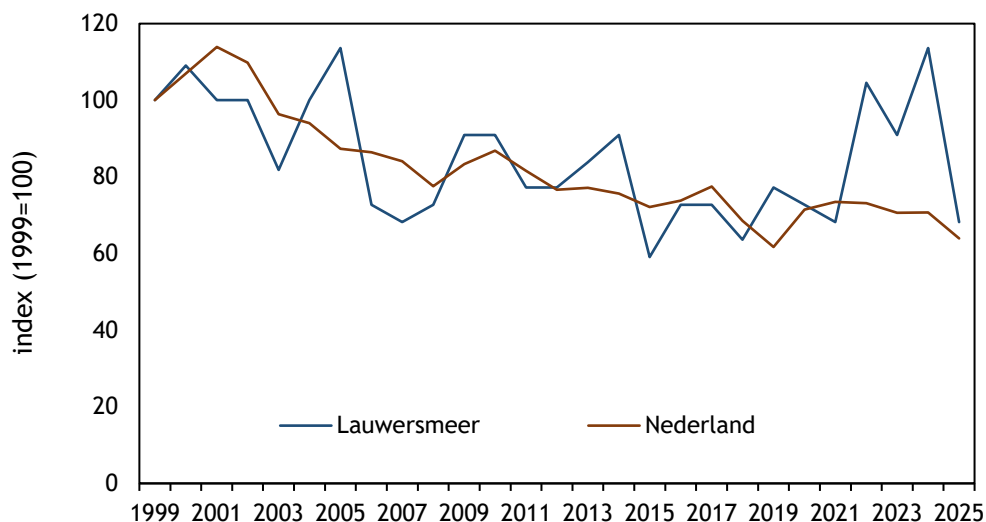
Terwijl Roerdampen landelijk toenemen, is de lange-termijntrend in het Lauwersmeer onzeker (figuur 6.2). Toch neemt het aantal Roerdampen de laatste jaren toe in het Lauwersmeer en voldoet het gemiddelde aantal van 11 territoria in de periode 2020-25 aan het instandhoudingsdoel van minstens 10 broedparen. Het aantal van 15 territoria is het hoogste sinds het begin van de Sovon-meetreeks in 1999. Vrijwel alle territoria bevonden zich in natte rietlanden zonder begrazing, behalve 2 op de begraasde oostkant van Middelplaat. Het gaat hier om rietzomen rond sloten die tamelijk ongeschonden zijn. Evenals in 2024 werden 3 territoria vastgesteld op de heringerichte Bochtjesplaat, een herinrichting met vernatting en rietontwikkeling die Roerdampen in de kaart lijkt te spelen. Opvallend is het territorium in oeverriet op het eiland Schoenerbult, een plek waar Roerdampen normaliter ontbreken.



Figuur 6.2. Trendindex van de Roerdomp in Nederland en het Lauwersmeer in 1999-2025.

Bruine Kiekendief, 16 territoria

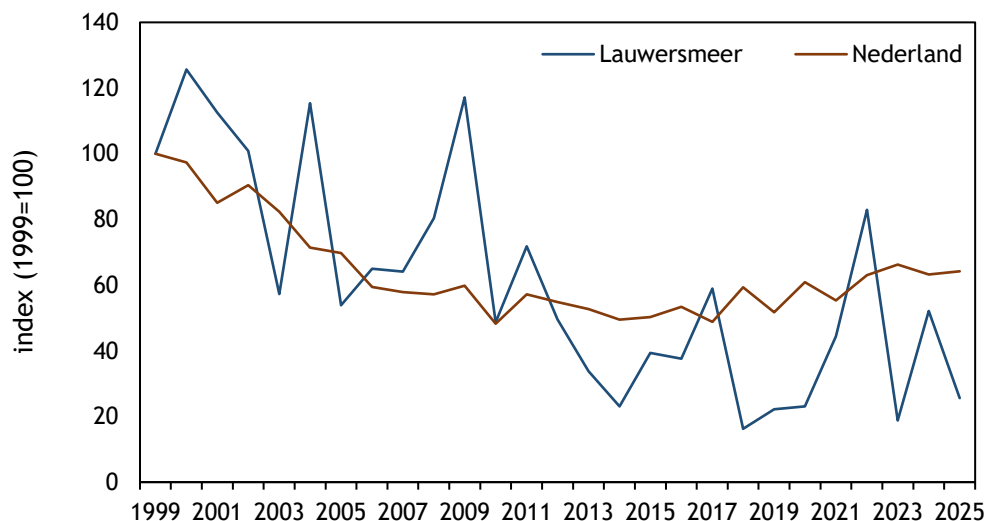
Terwijl in 2024 met 25 territoria het hoogste aantal territoria van Bruine Kiekendieven sinds 2005 werd vastgesteld, laat de soort in 2025 een forse terugval zien. Die komt deels op het conto van de Middelplaat, waar slechts 1 broedpaar werd vastgesteld tegenover 4 paren in 2024. Het is vooralsnog onduidelijk waar dit mee samenhangt. Er hingen aan het begin van het voorjaar meer Bruine Kiekendieven rond, maar die waren geenszins territoriaal of nestindicerend. Ook in de Ezumakeeg ontbrak de soort als broedvogel. Het cluster van broedparen op het eiland Schoolplein in het Nieuwe Robbengat, wat vrij is van grondpredatoren, was iets dunner bezet. Tegenover 6 paren in 2024 broeden daar nu 4 paren.



Figuur 6.3. Trendindex van de Bruine Kiekenidief in Nederland en het Lauwersmeer in 1999-2025.

Kluut, 30 territoria

Ondanks sterk fluctuerende aantallen is er sprake van een sterke afname van de Kluut in het Lauwersmeergebied (figuur 6.4). Landelijk vertoont de soort een matige afname. In het Lauwersmeer wordt het instandhoudingsdoel al jaren niet gehaald, op een enkel jaar met piekaantallen na (2004 en 2009). Van de 30 territoria bevonden zich 18 in de Bantpolder van Natuurmonumenten. Binnen het Staatsbosbeheergebied komen Kluten vooral tot broeden in het zuidelijke deel van de Ezumakeeg. Daarnaast zijn er broedpogingen op de Bochtjesplaat en Schildhoek. Het broedsucces is nihil, vermoedelijk samenhangend met predatie.



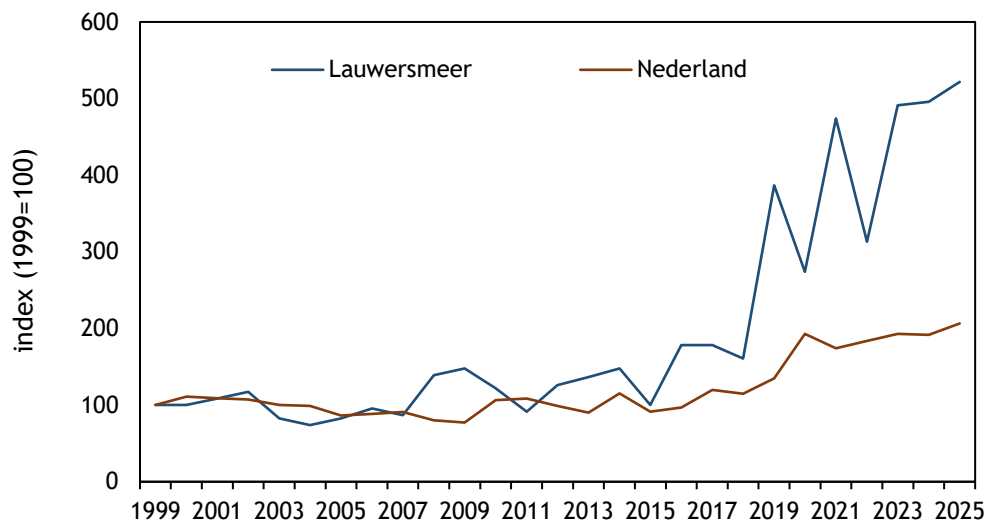
Figuur 6.4. Trendindex van de Kluut in Nederland en het Lauwersmeer in 1999-2025.

Kemphaan, 2 territoria

Evenals in 2024 werden in de Bandpolder twee broedgevallen vastgesteld op basis van nestvondsten. Eén nest leverde jongen op, op basis van een waarneming van een vrouwtje met twee halfwas kuikens. Binnen de terreinen van Staatsbosbeheer in het Lauwersmeer ontbrak de soort als broedvogel.

Snor, 120 territoria

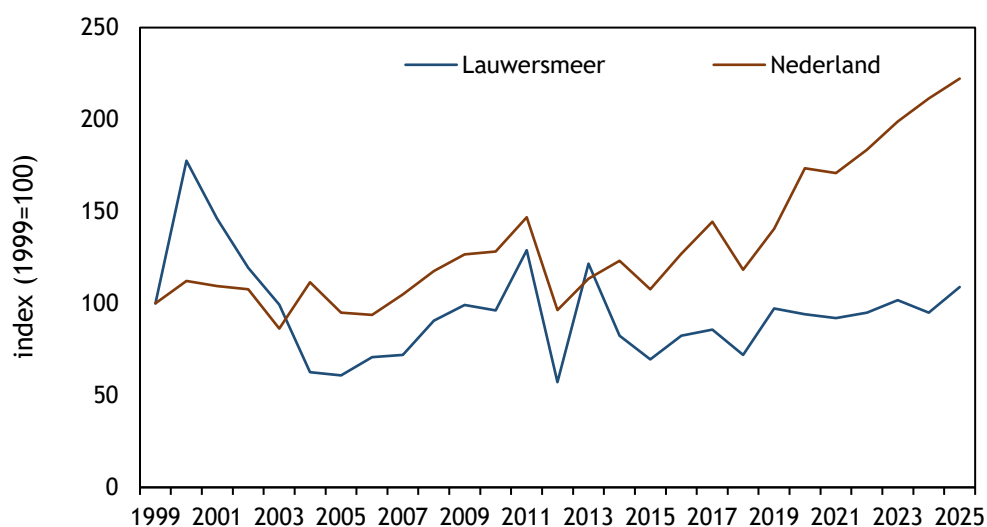
De Snor laat in het Lauwersmeer een sterkte toename zien, die sterker is dan de positieve trend die de Snor landelijk laat zien (figuur 6.5). Het gros van de territoria bevond zich in onbegraasd terrein, hoewel op de begraasde delen van de Blikplaat en Schildhoek her en der nog stukken riet staan waarin zich Snorren vestigen. Vooral in het onbegraasde rietland van Senner- en Middelplaat bereiken Snorren hoge dichtheden. Van de Natura 2000-soorten in het Lauwersmeer is de Snor de soort die al jarenlang het instandhoudingsdoel van 20 territoria (ruimschoots) overschrijdt.



Figuur 6.5. Trendindex van de Snor in Nederland en het Lauwersmeer in 1999-2025.

Rietzanger, 2223 territoria

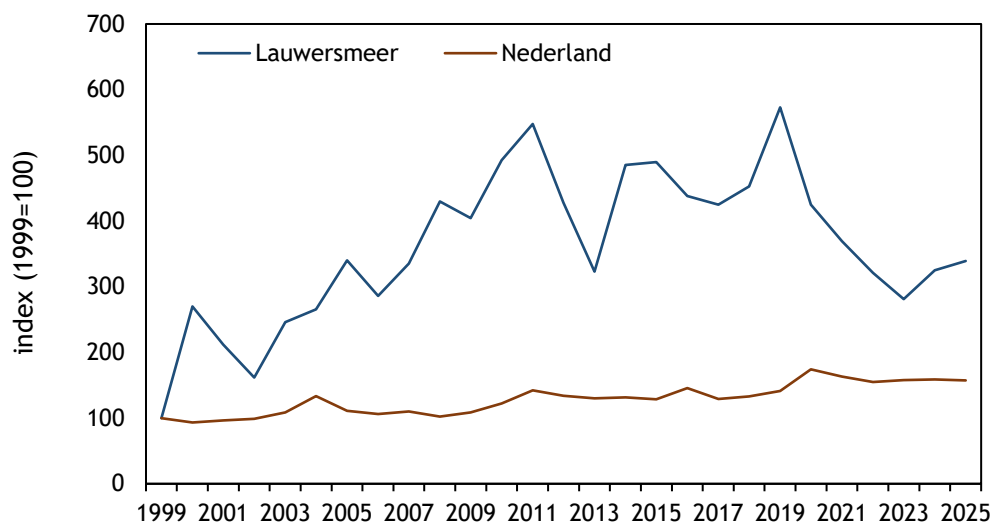
In de afgelopen 20 jaar loopt de trend van de Rietzanger redelijk in de pas met de landelijke trend (figuur 6.6). Toch blijft de ontwikkeling achter bij de positieve landelijke trendontwikkeling en is de trend van de soort in het Lauwersmeer onzeker.



Figuur 6.6. Trendindex van de Rietzanger in Nederland en het Lauwersmeer in 1999-2025.

Blauwborst, 161 territoria

Op de lange termijn laat de Blauwborst in het Lauwersmeergebied een matige toename zien die overeenkomt met de landelijke trendclassificatie (tabel 6.2). Figuur 6.7 laat zien dat de trend in het Lauwersmeergebied een grilliger karakter heeft, met een sterke toename tot 2019 en een terugval daarna. Door die terugval pakken ook het gemiddelde aantal territoria voor de periode 2020-25 lager uit dan in de perioden 2008-13 en 2014-19 (tabel 6.2). De lagere aantallen lijken te maken te hebben met begrazingsdruk op rietland op de Blikplaat, het oostelijke deel van de Middelplaat en het westelijke deel van de Schildhoek. Nu de oostkant van de Blikplaat grotendeels uitgerasterd is tegen vee is het interessant om te zien of zich daar weer meer Blauwborsten zullen vestigen.



Figuur 6.7. Trendindex van de Blauwborst in Nederland en het Lauwersmeer in 1999-2025.



Grauwe Klauwieren nemen toe in het Lauwersmeergebied. In 2025 werden 28 paren vastgesteld, overwegend op de landaanwinningstukken waar Meidoorns groeien. Pompsterplaat, 27 mei 2025 (foto: Sjoerd Bresser).



In de afgelopen 25 jaar bedroeg het gemiddelde aantal territoria van Baardmannen 125 in het Lauwersmeergebied. In 2025 lag het aantal hoger, met een totaal van 170 territoria. Belangrijke broedplekken zijn met name onbegraasde gebiedsdelen als op de Bochtjesplaat, Middelpmaat, Sennerplaat, Schoenerbult en in de Ezumakeeg, en exclusures als op de Schildhoek. Lauwersmeer, 27 mei 2025 (foto: Sjoerd Bresser).

7 Conclusies en aanbevelingen

Diepe bodemdaling heeft via effecten op de maaiveldhoogte invloed op inundatiepatronen. Inundatiepatronen worden via de oppervlaktewaterstanden echter ook beïnvloed door weersomstandigheden en peilbeheer, en via begrazing door erosie van plaatranden en bodem compactie. De integrale beoordeling van de gebiedseffecten op Natura 2000-soorten neemt daarom ook andere factoren in beschouwing. We geven in dit hoofdstuk de conclusies per onderdeel van de effectketen weer en sluiten het hoofdstuk af met enkele aanbevelingen voor toekomstige monitoring en analyses.

Monitoring van veranderingen in hydrologie, vegetatie en broedvogels in het Lauwersmeer maken onderdeel uit van het monitoringsprogramma om mogelijke effecten van diepe bodemdaling op kwetsbare natuurwaarden tijdig te signaleren. De monitoringresultaten over het jaar 2025 zijn in deze geïntegreerde rapportage besproken. Het Lauwersmeer is met de gebiedsfuncties broedgebied, foerageergebied en slaapplaats als Natura 2000 gebied aangewezen voor geselecteerde vogelsoorten. Sinds monitoringjaar 2018 (Kleefstra et al. 2029) worden op advies van de audit de mogelijke effecten op de slaapplaatsfunctie niet meer onderzocht. Sinds monitoringjaar 2025 maakt ook onderzoek naar de foerageerfunctie van het Lauwersmeer voor roofvogels via effecten van veranderingen in overstromingspatronen op de voedselpopulatie van muizen geen onderdeel meer uit van de geïntegreerde rapportage. In de geïntegreerde analyse wordt vanaf het monitoringjaar 2025 enkel gekeken naar het functioneren als broedgebied.

7.1 Conclusies – samengevat per onderdeel van de effectketen

Conclusies maaiveldveranderingen

Bij een 2/3 van de permanente kwadranten is sprake van daling van het maaiveld. Daarentegen is bij bijna een derde van de locaties echter sprake van een stijging van het maaiveld. Van een strikt lineaire trend is veelal geen sprake. In de jaren na droge zomers laten de metingen een daling van het maaiveld zien terwijl deze vanaf 2022 (minder droge zomers) stabiliseert of zelfs stijgt. De gemiddelde diepe bodemdaling van alle meetpunten (-1,6 mm/jr) is vergelijkbaar met de gemiddelde maaiveldverandering (-0,9 mm/jr). Een correlatie tussen maaiveldverandering en diepe bodemdaling is aanwezig maar niet sterk. Naast de vermoedelijke invloed van weersomstandigheden in het voorgaande seizoen kunnen ook lokale verstoringen (vertrapping, afslag, verplaatsing schelpenbank) een grote invloed hebben op de maaiveldveranderingen.

Conclusie grondwaterregime en bodemdaling

Dit jaar kon geen tijdreeksanalyse op de tot in 2025 verzamelde grondwaterstandsreeksen worden uitgevoerd. Nieuwe statistisch onderbouwde conclusies over relatie maaiveld-daling-grondwater regime kunnen daarom niet getrokken worden. We zien echter ook geen trendbreuken in de reeksen van het afgelopen jaar en verwachten daarom ook niet drastisch andere tijdreeksanalyse resultaten op basis van dit extra jaar metingen.

Vooralsnog houden we daarom de conclusie uit het vorige rapport aan: “Een relatie tussen bodemdaling en grondwaterstandsverloop ten opzichte van maaiveld is, net als in voorgaande jaren, niet aantoonbaar aanwezig.” Terwijl juist verwacht werd dat diepe bodemdaling via maaiveld-daling zou leiden tot hogere standen ten opzichte van maaiveld en

dat dit nog versterkt zou worden door het feit dat in de zomers vanaf 2018 het oppervlaktewaterpeil ongeveer 8 cm boven het streefpeil van -93 cm NAP is gehouden.

Conclusies vegetatieontwikkelingen

De verwachting is dat gaswinning via diepe bodemdaling leidt tot enige daling van het maaiveld en daardoor - bij gelijkblijvend peilbeheer en vergelijkbare weersituatie - tot iets nattere omstandigheden voor de vegetatie (zie hoofdstukken 3 en 4). Uit de pq-analyse en de hiervan afgeleide indicatie voor de voorjaarsgrondwaterstand blijkt geen trend die wijst op vernatting. Integendeel, de vegetatieontwikkelingen in de pq's wijzen regelmatig op een lichte mate van verdroging, vooral op de zandige platen in het noorden. Wel is er met de data van 2025 en 2024 erbij, minder vaak een indicatie voor verdroging vastgesteld dan in de afgelopen jaren. Dat lijkt een gevolg van een ander weerpatroon in voorjaar en zomer. Ook de verhoging van het meerpeil in de laatste zomers zou daarbij een rol kunnen spelen, maar uit de hydrologische analyse (zie ook Kleefstra et al. 2025)) blijkt het meerpeil statistisch nauwelijks van invloed te zijn geweest op de grondwaterstanden. Een effect van diepe bodemdaling via maaiveld daling en vervolgens vernatting op de vegetatie is niet vastgesteld.

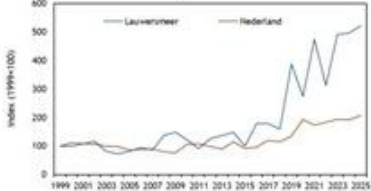
Alleen op de Bantswal en de Zuidelijke lob zijn enkele locaties aanwezig waar de vegetatie duidt op zoute tot brakke omstandigheden. Vanuit de vegetatie is op veel plekken een trend zichtbaar die wijst op een afname van het zoutgehalte.

Vegetatieontwikkelingen wijzen eveneens op verzuring. Deels hangt dit samen met de afname van het zoutgehalte en vooral met het uitloggen van kalk uit de bovenste bodemlaag en stapeling van organische stof. De afname van pH was in de eerste jaren van de monitoring sterker dan daarna. Vaker dan in voorgaande jaren is er sprake van een geringe toename van de voedselrijkdom. Mogelijk is dit een gevolg van versterkte afbraak en mineralisatie door droge zomers in de periode 2018 – 2022.

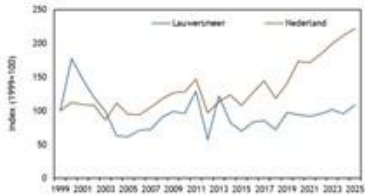
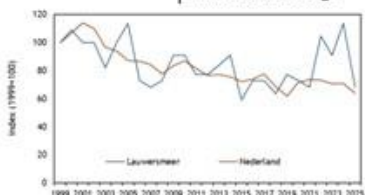
Conclusies broedvogels

Van de 13 Natura 2000-broedvogelsoorten in het Lauwersmeer kwamen er in 2025 6 niet meer tot broeden in het Lauwersmeer. Voor Porseleinhoen, Noordse Stern, Velduil en Paapje is dat al meerdere jaren zo. Bontbekplevieren en Grauwe Kiekendief waren in voorgaande jaren (sporadisch) aanwezig in zeer klein aantal. Voor in riet broedende broedvogels als Roerdomp, Bruine Kiekendief, Rietzanger, Snor en Blauwborst voldoen de gebiedsgemiddelden in de periode 2020-25 aan de instandhoudingsdoelen, maar voor grondbroedende steltlopers als Kluut en Kemphaan is dat niet het geval.

Figuur 7.1 vat de conclusies voor de broedvogels samen.

Vogels van de rietvegetatie	Trend NL	Trend Lauwersmeer	Ecologische behoeftes en proxy's voor draagkracht	Effecten van gebiedsverandering door lokale ontwikkeling van vegetatie en inundatiepatroon	Gemeten verandering van voor de soort relevante factoren (met specifieke aandacht voor effect diepe bodemdaling)
Snor 	positief 	Positiever dan landelijk 	soort van vochtig tot nat rietland ++ vooral op lagere, nattere delen van platen; prefereert onbeweid rietland met geen of weinig opslag van wilgen	➤ bij toename begrazingsdruk op beweide platen afname en terugdringing tot onbeweide platen en moerasontwikkeling ➤ profiteert van meer vernatting zolang de platen en rietland daarop niet verdwijnen ➤ toename inundatie verhoogt in eerste instantie draagkracht gebied voor de soort	➤ op basis van lopende monitoring (pq- en grondwatermeetnet) blijkt geen toename van inundatie
Blauwborst 	stabiel 	Vele jaren positiever dan landelijk, recent duidelijke afname	broedvogel van halfopen, droge of vochtige moerasvegetaties, zoekt vooral op de bodem zijn voedsel	➤ soort profiteert van open karakter op beweide platen (paden-netwerk), ➤ inundatie vertraagt successie en bevordert mozaïek structuur in rietvelden.	➤ op basis van lopende monitoring (pq- en grondwatermeetnet) blijkt geen toename van inundatie ➤ lopende monitoring wijst uit dat soort profiteert van beweiding met grote grazers; recente veranderingen staan mogelijk in relatie tot veranderingen in beweidingsbeheer

Figuur 7.1. Toepassing van het beslisschema uit de Hand aan de Kraan systematiek voor vogels van rietvegetaties. Van links naar rechts wordt eerst een bespiegeling gedaan van de aantallen in het Lauwersmeer en landelijke aantalsontwikkelingen, daarna worden de gebiedsfuncties in het licht van ecologische behoeftes van de soort gezet en daarna voor de factoren beweiding en toename van de inundatiefrequentie een ecologische effectbeoordeling gegeven.

Vogels van de rietvegetatie	Trend NL	Trend Lauwersmeer	Ecologische behoeftes en proxy's voor draagkracht	Effecten van gebiedsverandering door lokale ontwikkeling van vegetatie en inundatiepatroon	Gemeten verandering van voor de soort relevante factoren (met specifieke aandacht voor effect diepe bodemdaling)
Rietzanger 	positief 	stabiel maar blijft achter bij landelijke trend	soort van droog tot vochtig rietland; Heeft maximumdichtheid in delen die regelmatig, maar niet jaarlijks geïnundeerd raken; Op delen die wel jaarlijks geïnundeerd raken is de dichtheid lager.	➤ beweiding met aantasting gesloten rietvegetatie is negatief voor de aantalsontwikkeling. ➤ toename van inundatie frequentie verkleint draagkracht van het gebied ➤ opschuiven van soort verwacht op moment dat platen natter worden; op hogere platen echter beperking door uitbreiding struweel	➤ op basis van lopende monitoring (pq- en grondwatermeetnet) blijkt geen toename van inundatie ➤ lopende monitoring duidt recent op verminderde aantasting van de gesloten rietvelden door de beweiding.
Bruine Kiekendief 	negatief 	Negatief, met een piek in de jaren 2021-2024; terugval in 2025; broedpopulatie is lager dan instandhoudings-	kwetsbaar voor predatie door grondpredatoren; mijdt daarom gefragmenteerde rietvegetaties om te broeden; foerageert later in het broedseizoen vooral op muizen; foerageert op de hogere plaatdelen in licht gefragmenteerde rietvegetaties met geen of weinig wilgenopslag	➤ komt door toenemende versnippering van rietvegetaties op beweidde platen alleen nog tot broeden op onbeweidde platen en in moerasontwikkeling; ➤ verbossing van rietvegetaties door natuurlijke successie is negatief voor de soort ➤ inundatie van platen zorgt voor lagere dichtheid grondpredatoren, dit is gunstig voor de broedfunctie ➤ inundatie van de platen heeft negatief effect op het aanbod van woelmuizen; dit is negatief voor de foerageerfunctie ➤ lichte fragmentatie rietvegetaties door beweiding positief voor bejaagbaarheid prooiën	➤ lopende monitoring duidt op aantasting van het broedhabitat als gevolg van successie (struweel opslag) ➤ op basis van lopende monitoring (pq- en grondwatermeetnet) blijkt geen toename van inundatie
Blauwe Kiekendief 	negatief	in winterhalfjaar meest algemene muizen etende roofvogel; winterpopulatie met grote fluctuaties	Gebruikt het gebied in de winter als slaapplek, foerageert buiten broedseizoen vooral op muizen; foerageert bij voorkeur in licht gefragmenteerde rietvegetaties met geen of weinig wilgenopslag op hogere plaatdelen	➤ lichte fragmentatie rietvegetaties door beweiding positief voor bejaagbaarheid prooiën ➤ toename wilgenopslag is ongunstig ➤ negatief effect van inundatie op het aanbod van woelmuizen en daarmee op de foerageerfunctie	➤ op basis van lopende monitoring (pq- en grondwatermeetnet) blijkt geen toename van inundatie

7.2 Aanbevelingen per onderdeel van de effectketen

Aanbevelingen maaiveldhoogte en overstroming

We stellen voor om de bodemhoogtemetingen bij de pq's gewoon voort te zetten. In navolging van het advies van de auditcommissie zal het aantal hoogtemetingen per pq worden uitgebreid (voorstel: van 4 naar 6). Ook stellen we een nadere analyse voor naar het effect van diepe bodemdaling alsmede van krimp en zwel door weersinvloeden op veranderingen in maaiveldhoogte. Daarbij willen we de mate van maaiveldverandering ten opzichte van het voorgaande jaar als te verklaren factor beoordelen. Of hiervoor de modellering van diepe bodemdaling evenals de ruimtelijke onzekerheid hierin kan worden gebruikt is nog onzeker en dient eerst te worden vastgesteld.

Aanbevelingen hydrologie

We stellen voor om de hydrologische metingen voort te zetten. Concreet moeten bij voortzetting van de meetreeks de 8 resterende Solinst drukopnemers zo spoedig mogelijk vervangen worden door Keller (nu ook titanium) drukopnemers, omdat de batterijen zo goed als zeker nog uit gaan vallen in 2026. Ook moet na ruim 11 jaar trouw meten steeds meer rekening gehouden worden met uitval van enkele van de huidige 13 Keller PVDF drukopnemers. Geadviseerd wordt om hiervoor 2 reserve Kellers aan te schaffen.

Aanbevelingen vegetatiemonitoring - Permanente kwadraten

Sinds 2025 worden de pq's afwisselend om het jaar opgenomen. We stellen voor dit ook komende jaren voort te zetten.

Aanbevelingen vegetatiemonitoring - Vegetatiestructuur

In 2026 en 2027 wordt een vegetatiekartering uitgevoerd van het Lauwersmeer. We stellen voor om de resultaten hiervan in 2027/2028 om te zetten in een vegetatiestructuurkaart.

Aanbevelingen broedvogels

De jaarlijkse monitoring van broedvogels zal in 2026 worden voortgezet, er is geen reden tot aanpassing van de monitoringplots. Ook voor de jaren erna zou continuering van de lopende monitoring goed zijn om trends van broedvogels vast te leggen. In de afgelopen jaren is gesteld dat voor ijking van huidige berekeningen van de gebiedspopulatie en de Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen bij de Rietzanger een integrale kartering van de soort wenselijk zou zijn. In het voorjaar van 2026 zal zo'n integrale kartering plaatsvinden in opdracht van Staatsbosbeheer.

Aanbeveling monitoring gebiedsfuncties

In de rapportage over monitoringjaar 2024 (Kleefstra et al. 2025) is voor het hoogwatergebied in het Lauwersmeer een significant negatief effect vastgesteld van het maximale waterpeil in de winter op de beschikbaarheid van woelmuizen als voedsel voor roofvogels en het aantal foeragerende roofvogels in de zomer (Bruine kiekendief, Grauwe kiekendief, Torenvalk). Woelmuizen en foeragerende muizen etende roofvogels ondervinden dus nadeel van grootschalige inundaties. Indien maaiveld daling door diepe bodemdaling leidt tot een verhoogde kans van grootschalige inundaties kan een effect op kwetsbare natuurwaarden ons inziens niet worden uitgesloten. Wij zijn van mening dat

speciale aandacht nodig is voor een inschatting van mogelijke gevolgen van diepe bodemdaling op de kwaliteit van het leefgebied van muizen etende roofvogels waarvoor het Lauwersmeer een Natura 2000-gebiedsfunctie heeft als foerageergebied (Bruine kiekendief, Grauwe kiekendief, Velduil). Omdat deze gebiedsfunctie van het Natura 2000 gebied specifiek is aangewezen weerspreken we nadrukkelijk de inschatting dat mogelijke effecten op de foerageerfunctie van het gebied buiten beschouwing kunnen blijven omdat roofvogels op basis van hun actieradius ook buiten het gebied voedsel kunnen vinden. Nadat in de rapportage over monitoringjaar 2024 (Kleefstra et al. 2025) een significante relatie is gelegd tussen inundatiepatronen en voedselbeschikbaarheid bevelen we wederom aan om het recent ontwikkelde maaiveldhoogte- en inundatiemodel in te zetten om een inschatting te maken van het effect van maaiveldddaling door gaswinning op (a) inundatiepatronen in het gebied en (b) het voorkomen van woelmuizen en muizen etende roofvogels. Deze reeds in 2025 voorgestelde vervolganalyse is, naar onze overtuiging, de laatste en noodzakelijke schakel in het beantwoorden van de centrale onderzoeksvraag welke invloed bodemdaling heeft op Natura 2000-doelsoorten in het Lauwersmeer

Literatuur

Bakker, R., W. Bijkerk & R. Buijs 2015. Monitoring effecten bodemdaling in de Lauwersmeer. Achtste voortgangsrapportage (2014). A&W-rapport 2084. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Veenwouden.

Bakker, R & P. de Hoop 2016. Vegetatie- en plantensoortenkartering Lauwersmeer 2015. A&W-rapport 2195. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden

Beemster N. & Bijkerk W. 2005. Natuurwaarden in het Lauwersmeergebied en mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning. A&W-rapport 703. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Feanwâlden.

Beheereenheid Lauwersmeer, Wad & Hogeland 2021. Begrazingsbeheer in het Lauwersmeer. Staatsbosbeheer, De Rug 1/A, Lauwersoog.

Bijkerk, W., R. Bakker & R. Buijs 2008. Monitoring effecten bodemdaling in de Lauwersmeer. Eerste voortgangsrapportage (2007/2008). A&W-rapport 1123. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Veenwouden.

Bijkerk, W., R. Bakker & R. Buijs 2013. Monitoring effecten bodemdaling in de Lauwersmeer. Verslag monitoringsperiode 2007 t/m 2012. A&W-rapport 1885. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Veenwouden.

van Deursen M., Cornelissen P. Vulink T. & Esselink P. 1993. Jaarrondbegrazing in de Lauwersmeer: zelfredzaamheid van grote grazers en effecten op de vegetatie. De Levende Natuur 94: 196-204.

Holtland J. & Hennekens S. 2020. Handleiding Iteratio 2, 2020. BIJ12, Utrecht.

Kleefstra, R., R. Bakker, N. Beemster, W. Bijkerk, P. de Boer, B. Ens, C. Kampichler, J. Stahl 2018. Monitoring van effecten van bodemdaling op vegetatie, vogels en muizen in het Lauwersmeer in 2017. SOVON-rapport 2018 / 15 / A&W-rapport 2466. SOVON Vogelonderzoek Nederland / Altenburg & Wymenga, Feanwâlden / Buijs Eco Consult, Oud-Vossemeer.

Kleefstra R., Beemster N., Bijkerk W., Terpstra M., Buijs R., de Boer P., Bekkema M., Kok I., Kampichler C. & Stahl J. 2022. Analyse van de effecten van bodemdaling op hydrologie, vegetatie, muizen en vogels in het Lauwersmeer in 2021. Sovon-rapport 2022/34 / A&W-rapport 21-180, Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen/ Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv., Feanwâlden.

Kleefstra R., Beemster N., Bijkerk W., Terpstra M., Buijs R., de Boer P., Bekkema M., Kappers, E., Van Manen, W. & Stahl J. 2023. Analyse van de effecten van bodemdaling op hydrologie, vegetatie, muizen en vogels in het Lauwersmeer in 2022. Sovon-rapport 2023/26. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen en A&W-rapport 22-198. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen/ Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv., Feanwâlden.

R. Kleefstra, N. Beemster, W. Bijkerk, M. Bekkema, W. Bil, P. de Boer, R. Buijs, W. van Manen, D. Hoekstra, R. Venderbos & J. Stahl 2025. Analyse van de effecten van bodemdaling op hydrologie, vegetatie, muizen en vogels in het Lauwersmeer in 2024. Sovon-rapport 2025/39. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen en A&W-rapport 24-165. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen/ Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv., Feanwâlden.

NAM 2007. Winning Waddengas vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Monitoringsprogramma 2007 – 2012. NAM documentnr. EP20070101533. NAM, Assen.

NAM (in prep). Gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Resultaten uitvoering Meet- en regelcyclus 2025. NAM, Assen.

Veen K. van der, W. Bijkerk & M. Brongers 2005. De Vegetatie van de Lauwersmeer in 2004. A&W rapport 572. Altenburg & Wymenga, ecologisch onderzoek bv, Veenwouden.

Vergeer J.W., Boele A., van Bruggen J. & van Turnhout C. 2023. Handleiding Sovon Broedvogelmonitoring: Broedvogel Monitoring Project en kolonievogels. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

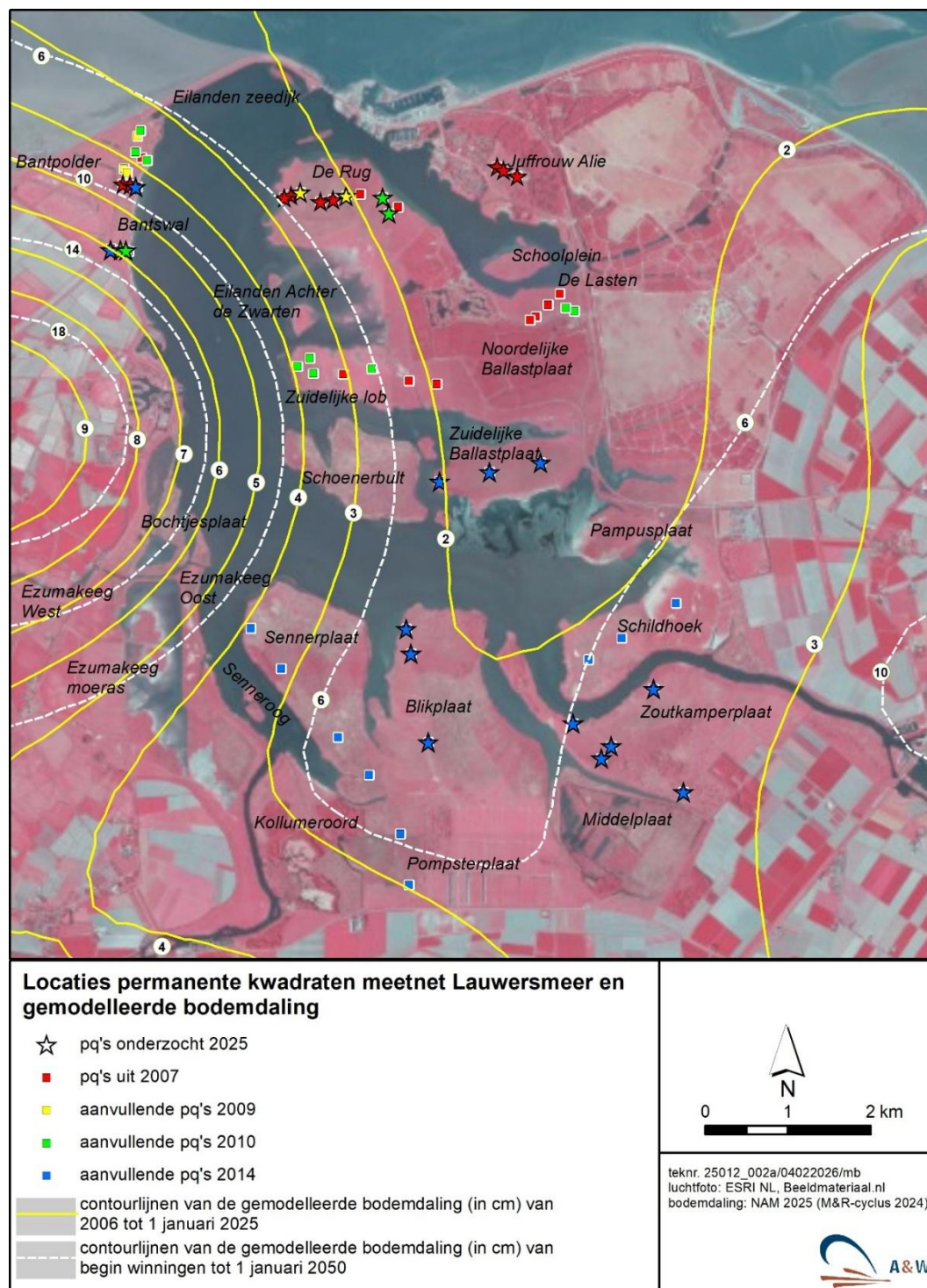
Von Asmuth, J.R., K. Maas en M. Knotters 2005. Handleiding Menyanthes versie 1.6. Kiwa projectnr. 305547050, KIWA water research, Nieuwegein.

Bijlage 1 Maaiveldhoogte bij permanente kwadraten

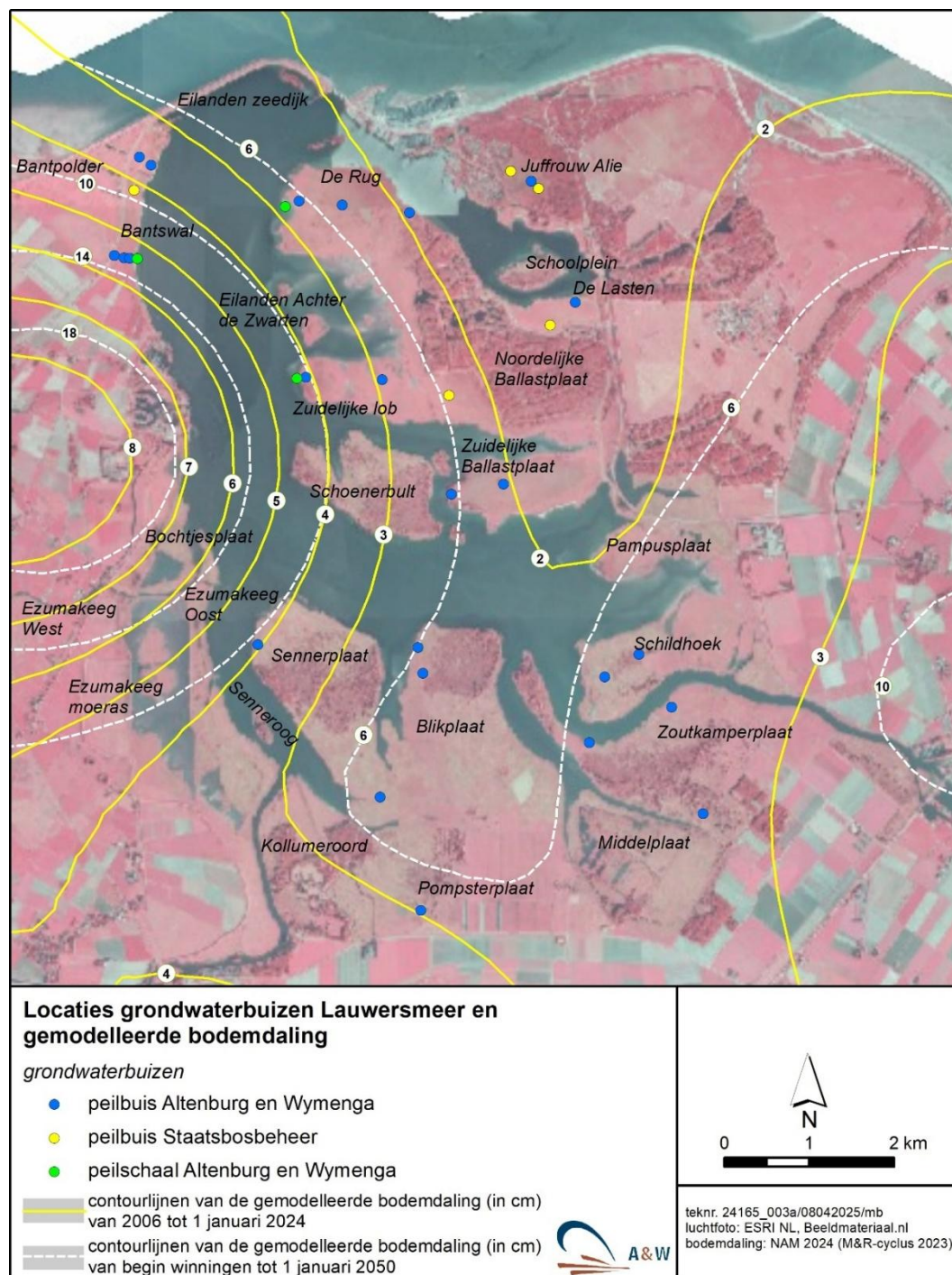
Per meetjaar is de gemiddelde maaiveldhoogte bij de pq' s weergegeven (in m NAP). De vetgedrukte pq-nummers hebben een significante verandering van maaiveldhoogte.

	pqnr	2008	2012	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	trend * (mm/jr)
Bantswel	BW1N	0,35	0,34								
	BW1Z	0,30	0,31								
	BW2N	0,16	0,14	0,17	0,12	0,07	0,11	0,12			-4,0
	BW2Z	0,17	0,15	0,16	0,14	0,10	0,12	0,14			-2,8
	BW3N	-0,43	-0,44								
	BW3Z	-0,44	-0,44								
	BW4N	-0,03	-0,02	-0,05	-0,06	-0,08	-0,08	-0,01	-0,01	-0,04	-0,9
	BW4Z	-0,04	-0,04	-0,06	-0,09	-0,11	-0,10	-0,06	-0,04	-0,06	-2,3
	BW5N	-0,20	-0,21	-0,22	-0,22	-0,26	-0,27	-0,22	-0,18	-0,22	-1,1
	BW5Z	-0,27	-0,28	-0,26	-0,29	-0,30	-0,30	-0,27	-0,25	-0,26	0,2
	BW6N		-0,52	-0,41	-0,58						
	BW6Z		-0,52	-0,45	-0,56	-0,58		-0,74			
	BW7N	1,66	1,63								
	BW7Z	1,72	1,69								
	BW8N	-0,14	-0,13								
	BW8Z	-0,15	-0,15								
	BW9N	-0,56	-0,56								
	BW9Z	-0,54	-0,53								
	BW10N		-0,72	-0,79	-0,77	-0,74					
	BW10Z		-0,71	-0,79	-0,76	-0,74					
	BW11N		0,06	0,03	0,05	0,03	0,02	0,04	0,07		-1,0
	BW11Z		0,04	0,01	0,03	0,00	-0,01	0,02	0,03		-1,8
	BW12N		0,21	0,18	0,20	0,17	0,17	0,17	0,21		-2,2
	BW12Z		0,22	0,16	0,21	0,17	0,16	0,14	0,22		-3,8
Juf. Alle	BW13N		-0,11	-0,09	-0,10	-0,15	-0,15	-0,12	-0,11		-1,9
	BW13Z		-0,11	-0,11	-0,12	-0,16	-0,17	-0,15	-0,11		-2,7
	BW14N		-0,46	-0,42	-0,47	-0,45	-0,46	-0,43	-0,37		4,3
	BW14Z		-0,43	-0,41	-0,45	-0,48	-0,48	-0,45	-0,42		-2,0
	BW15N		-0,08	-0,13	-0,15	-0,20	-0,19	-0,16	-0,16	-0,19	-8,1
	BW15Z		-0,14	-0,16	-0,19	-0,23	-0,22	-0,20	-0,20	-0,21	-6,1
	BW16N		-0,53	-0,55	-0,60	-0,64	-0,61	-0,62	-0,61	-0,62	-8,1
	BW16Z		-0,56	-0,55	-0,60	-0,63	-0,62	-0,60	-0,62	-0,62	-5,9
	BW17N		0,39	0,34	0,37	0,37	0,34	0,36	0,38		-2,4
	BW17Z		0,24	0,17	0,20	0,19	0,18	0,19	0,20		-3,7
	BW18N		0,08	0,11	0,08	0,08	0,07	0,08	0,10		0,0
	BW18Z		0,11	0,13	0,10	0,10	0,09	0,08	0,12		-0,8
	BW19N			1,70	1,68	1,64	1,63	1,65	1,64	1,65	-8,6
	BW19Z			1,81	1,79	1,75	1,74	1,76	1,78	1,77	-4,1
	BW20N			-0,42	-0,49	-0,50	-0,50	-0,47	-0,44	-0,31	16,6
	BW20Z			-0,43	-0,49	-0,48	-0,49	-0,43	-0,40	-0,31	20,7
De Lasten	JA1O	-0,46	-0,48	-0,48	-0,44	-0,48	-0,48	-0,47	-0,46	-0,46	0,1
	JA1W	-0,45	-0,48	-0,46	-0,43	-0,44	-0,48	-0,46	-0,44	-0,45	0,6
	JA2O	-0,41	-0,44	-0,43	-0,37	-0,41	-0,42	-0,41	-0,40	-0,41	1,3
	JA2W	-0,42	-0,46	-0,44	-0,37	-0,44	-0,42	-0,42	-0,41	-0,41	1,5
	JA3N	-0,43	-0,43	-0,42	-0,42	-0,43	-0,46	-0,43	-0,43	-0,45	-0,6
	JA3Z	-0,42	-0,43	-0,41	-0,41	-0,41	-0,43	-0,43	-0,41	-0,41	0,5
	LA1O	-0,33	-0,34	-0,40	-0,34	-0,39	-0,38	-0,34	-0,32		-1,1
	LA1W	-0,33	-0,33	-0,40	-0,35	-0,35	-0,37	-0,38	-0,33		-1,8
	LA2O	-0,39	-0,39	-0,45	-0,39	-0,38	-0,43	-0,39	-0,37		-0,2
	LA2W	-0,38	-0,39	-0,46	-0,41	-0,38	-0,42	-0,39	-0,38		-1,2
Zuidelijke ib	LA3O	-0,68	-0,71	-0,72	-0,66	-0,68	-0,68	-0,67	-0,65		1,7
	LA3W	-0,66	-0,64	-0,70	-0,67	-0,66	-0,66	-0,67	-0,64		-0,5
	LA4O	-0,35	-0,36	-0,40	-0,35	-0,38	-0,40	-0,37	-0,34		-1,1
	LA4W	-0,35	-0,35	-0,40	-0,35	-0,39	-0,40	-0,36	-0,34		-1,2
	LA5O		-0,41	-0,43	-0,39	-0,41	-0,39	-0,37	-0,37		3,2
	LA5W		-0,41	-0,42	-0,38	-0,42	-0,42	-0,39	-0,37		1,3
	LA6O		-0,39	-0,44	-0,40	-0,42	-0,40	-0,39	-0,37		0,5
	LA6W		-0,39	-0,44	-0,37	-0,43	-0,43	-0,39	-0,39		0,4
Zuidelijke ib	RU1N	-0,38	-0,34	-0,38	-0,37	-0,38	-0,37		-0,344		0,30
	RU1Z	-0,39	-0,37	-0,38	-0,41	-0,40	-0,45		-0,339		-0,5
	RU2O	0,14	0,19	0,17	0,18		0,17				
	RU2W	0,16	0,19	0,19	0,16		0,15				
	RU3N	0,12	0,15	0,16	0,13	0,10	0,12	0,14	0,09	0,12	-1,4
	RU3Z	0,12	0,16	0,16	0,13	0,12	0,12	0,13	0,12	0,14	-0,6
	RU4N	0,06	0,09	0,08	0,08	0,00	0,02	0,06	0,07	0,07	-1,0
	RU4Z	0,05	0,10	0,08	0,06	0,00	0,01	0,06	0,06	0,07	-1,2
	RU5N	-0,26	-0,25	-0,29	-0,27	-0,29	-0,28	-0,31	-0,26	-0,27	-1,6
	RU5Z	-0,27	-0,24	-0,28	-0,27	-0,30	-0,25	-0,33	-0,26	-0,26	-1,3
Zuidelijke ib	RU6N	-0,38	-0,32	-0,32	-0,34	-0,35	-0,30	-0,31	-0,26	-0,25	5,2
	RU6Z		-0,31	-0,27	-0,27	-0,32	-0,29	-0,28	-0,29	-0,31	4,2
	RU7N		0,22	0,20	0,17	0,18	0,22	0,20	0,17	0,17	-2,7
	RU7Z		0,22	0,19	0,16	0,16	0,21	0,20	0,16	0,17	-3,8
	RU8N		-0,11	-0,15	-0,14	-0,17	-0,17	-0,15	-0,15	-0,14	-3,3
	RU8Z		-0,11	-0,16	-0,14	-0,18	-0,15	-0,15	-0,16	-0,13	-2,8
	RU9O		-0,36	-0,32	-0,35	-0,38	-0,37	-0,37		-0,34	-0,1
	RU9W		-0,35	-0,32	-0,36	-0,37	-0,39	-0,36		-0,33	-0,9
	RU10N		-0,36	-0,40	-0,44	-0,43	-0,31	-0,41	-0,38	-0,37	-0,1
	RU10Z		-0,33	-0,38	-0,41	-0,44	-0,34	-0,40	-0,38	-0,38	-4,0
Zuidelijke ib	ZL1N	-0,42	-0,46	-0,42	-0,46	-0,51	-0,46	-0,43	-0,43		-0,9
	ZL1Z	-0,42	-0,47	-0,44	-0,48	-0,52	-0,49	-0,42	-0,47		-2,4
	ZL2N	-0,72	-0,69	-0,72	-0,73	-0,75	-0,70	-0,69	-0,68		0,6
	ZL2Z	-0,66	-0,66	-0,65	-0,65	-0,54	-0,70	-0,66	-0,65		-0,5
	ZL3N	-0,66	-0,70								
	ZL3Z	-0,64	-0,70								
	ZL4N	-0,76	-0,78	-0,72	-0,75	-0,75	-0,66	-0,70	-0,70		4,6
	ZL4Z	-0,76	-0,77	-0,69	-0,75	-0,74	-0,70	-0,69	-0,69		4,8
	ZL5N	-0,44	-0,45								
	ZL5Z	-0,45	-0,46								
Zuidelijke ib	ZL6N		-0,72	-0,70	-0,71	-0,73	-0,71	-0,69	-0,69		2,1
	ZL6Z		-0,67	-0,65	-0,65	-0,68	-0,66	-0,65	-0,63		1,8
	ZL7N		-0,44	-0,47	-0,49	-0,56	-0,51	-0,49	-0,46		-4,2
	ZL7Z		-0,43	-0,43	-0,46	-0,54	-0,49	-0,45	-0,46		-4,1
	ZL8N		-0,44	-0,43	-0,49	-0,53	-0,47	-0,46	-0,44		-2,1
	ZL8Z		-0,44	-0,43	-0,48	-0,51	-0,49	-0,48	-0,45		-3,6
	ZL9N		-0,45	-0,43	-0,45	-0,53	-0,46	-0,41	-0,45		-1,8
	ZL9Z		-0,42	-0,43	-0,44	-0,53	-0,46	-0,42	-0,43		-2,1
Zuidelijke ib	ZB1			-0,08		-0,06	-0,10	-0,12	-0,07	-0,10	-4,3
	ZB2			-0,17		-0,18	-0,17	-0,16	-0,14	-0,13	7,8
	ZB3			-0,10		-0,18	-0,12	-0,14	-0,09	-0,12	2,2
	SH1			-0,42	-0,44	-0,48	-0,48	-0,44	-0,44		-4,1
	SH2			-0,12	-0,16	-0,19	-0,18	-0,18	-0,14		-3,9
	SH3			-0,31	-0,23	-0,33	-0,34	-0,30	-0,31		-3,9
	ZP1			-0,49	-0,49	-0,54	-0,53	-0,51	-0,50	-0,52	-2,9
	ZP2			-0,02	-0,04	-0,08	-0,04	-0,07	-0,04	-0,04	-0,4
	ZP3			0,20	0,19	0,22	0,19	0,19	0,16	0,15	-8,4
	ZP4			-0,56	-0,54	-0,57	-0,61	-0,55	-0,55	-0,54	1,9
Zuidelijke ib	ZP5			-0,04	-0,05	-0,05	-0,07	-0,08	-0,04	-0,06	-2,2
	BP1			-0,36	-0,36	-0,39	-0,45	-0,40	-0,38	-0,39	-4,4
	BP2			-0,48	-0,50	-0,55	-0,52	-0,52	-0,50	-0,51	-2,2
	BP3			-0,71	-0,70	-0,77	-0,74	-0,69	-0,69	-0,70	6,1
	SP1			0,00		-0,04	-0,06	-0,05	0,00		-3,4
	SP2			-0,38	-0,41	-0,43	-0,40	-0,39	-0,38		2,8
	SP3			-0,76	-0,75	-0,73	-0,74	-0,74	-0,71		7,3
	SP4			-0,55	-0,51	-0,53	-0,55		-0,50		4,5
	SP5			-0,15	-0,15	-0,16	-0,16	-0,16	-0,13		5,0
	SP6			-0,64	-0,67	-0,65	-0,66	-0,61	-0,64		4,70

Bijlage 2 Locaties permanente kwadraten (PQ's) en gemodelleerde bodemdaling



Bijlage 3 Locaties grond- en oppervlaktewater-meetpunten en gemodelleerde bodemdaling



Bijlage 4 Vegetatieopnamen 2025

Digitale bijlage 'Bijlage 4_Vegetatieopnamen2025.pdf'



Sovon Vogelonderzoek Nederland

Postbus 6521
6503 GA Nijmegen
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
024 7 410 410

info@sovon.nl
www.sovon.nl

Sovon Vogelonderzoek Nederland werkt met een ISO 9001 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem, gecertificeerd door EIK Certificering overeenkomstig ISO 9001:2015. Dit rapport is met uiterste zorg door Sovon (en eventuele andere partijen) opgesteld. Sovon aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van gegevens van dit onderzoek.



Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt d.m.v. druk, fotokopie, microfilm, of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Sovon en/of opdrachtgever.