

► Landschapsecologische systeemanalyse (LESA) Lauwersmeer



Prolander werkt aan het landschap van Drenthe en Groningen

Postadres: Postbus 50040, 9400 LA Assen

0592-365000 • info@prolander.nl • www.prolander.nl

Projectnaam	LESA Natura 2000 - Lauwersmeer
Opdrachtgever	Provincie Groningen (voortouwnemer uitvoering en evaluatie eerste beheerplanperiode)
Naam contactpersoon	Ester van Joolen
Telefoon contactpersoon	00316-31987013
E-mail contactpersoon	e.vanjoolen@prolander.nl
Bijlage(n)	2
Auteurs	Ester van Joolen en Erwin Adema
Datum en versie	22 april 2025; definitief



Samenvatting

Aanleiding

In het Natura 2000-gebied Lauwersmeer staan verschillende vogelsoorten, die aangewezen zijn onder de Vogelrichtlijn, nog steeds in meer of mindere mate onder druk ondanks reeds uitgevoerde beheersmaatregelen. Het Lauwersmeer betreft een voor Nederland uniek gebied, een voormalig estuarium direct gelegen aan Natura 2000-gebied De Waddenzee en van internationaal belang binnen de trekroutes (fly-way) van diverse vogelsoorten. Ook fungeert het gebied als belangrijke doortrekroute en leefgebied (waaronder een kraamkamer) voor trekvissen en heeft otter inmiddels haar intrede gedaan.

Door de afsluiting in 1969 van de Lauwerszee zijn de hydrologische omstandigheden in het gebied drastisch gewijzigd en nog steeds aan verandering onderhevig. Deze en andere factoren bedreigen de leef-, rust- en foerageergebieden van verschillende aangewezen vogelsoorten. Inzicht verkrijgen in het functioneren van het geohydrologisch systeem is allereerst belangrijk om de processen die sturend zijn voor verslechtering of herstel van natuurwaarden inzichtelijk te maken om vervolgens passende maatregelen te kunnen nemen.

In opdracht van de provincie Groningen heeft Prolander een LESA uitgevoerd. Om het geohydrologisch systeem te kunnen begrijpen, dienen onderstaande hoofdvragen te worden onderzocht:

1. Hoe functioneerde het ecohydrologisch systeem vóór de afsluiting in 1969 van de Lauwerzee?
2. Hoe functioneert het ecohydrologisch systeem in de huidige situatie, dus na de afsluiting in 1969 van de Lauwerszee?
3. Welke ecohydrologische knelpunten dienen vanuit de natuuropgave te worden opgelost?
4. Welke kennislacunes dienen te worden opgevuld door middel van vervolgonderzoek ten behoeve van dit natuurherstel?

Werkwijze

Om het huidig ecohydrologisch systeem te begrijpen is uitgebreid onderzoek gedaan naar het functioneren van het geohydrologisch systeem in het verleden. Op basis van aanvullende hydrologische, bodemkundige, ecologische en historische informatie is bijgaande LESA uitgevoerd. De analyse heeft geleid tot een aantal aanbevelingen ten aanzien van systeem- en leefgebiedherstel. Er zijn echter verscheidene kennislacunes inzichtelijk geworden, die dienen te worden opgelost om doelmatige maatregelen ten aanzien van natuurherstel mogelijk te maken.

Knelpunten

De knelpunten, die hieronder worden beschreven, zijn gerelateerd aan de eco(hydro)logische randvoorwaarden noodzakelijk voor het behalen van de Natura 2000-doelstellingen van het Lauwersmeergebied. Daar waar relevant worden ook knelpunten vanuit de Kaderrichtlijn Water benoemd.

1. De knelpunten ten aanzien van *leefgebieden voor doelsoorten* zijn:
 - a. Afname van vitaal rietland en waterriet.
 - b. Geschikte broedbiotoop voor vogels van slik- en droogvallende oevers.
 - c. Afname bedekking schedefonteinkruid als voedsel voor watervogels.
 - d. Goede toegankelijkheid van het gebied voor onder andere vos als predator voor bodembroeders en niet-vliegvlugge kuikens, zogenaamde pullen.
 - e. Te hoge begraasdruk door begrazingsbeheer en in potentie door verwilderde populatie damherten.
2. De knelpunten die hier uit voortkomen op *systeemniveau* zijn:
 - a. Het ontbreken van natuurlijke waterdynamiek in de boezem. Deze is noodzakelijk om de vitaliteit van de rietlanden in stand te houden. Ook zorgen hoge winterpeilen ervoor dat het gebied minder geschikt wordt voor vos.
 - b. Het ontbreken van een zoet-zoutgradient in het oppervlakte water. Deze is belangrijk voor de doelstellingen voor vogels van slik- en droogvallende oevers, alsmede voor het behoud van schedefonteinkruid. Ook voor het behalen van de KRW doelstellingen is een goed ontwikkelde zoet-zoutgradiënt noodzakelijk.

Aanbevelingen ten aanzien van vervolgonderzoek

Om doelmatige maatregelen te kunnen treffen ten behoeve van natuurherstel dienen onderstaande kennislacunes te worden opgelost.

- Er is beperkt inzicht in het functioneren van het grondwatersysteem. Een betere kennis van dit systeem is belangrijk voor het beheer en behoud van zilte vegetaties. Deze kennis is ook belangrijk voor het duurzaam behoud van de vegetatiekundig waardevolle duinvalleivegetaties. Met het bestaande grondwatermodel ten behoeve van het bepalen van representatieve meetlocaties voor het chloridemeetnet, waar nodig aangevuld met onderstaande parameters, kan de herkomst van zoute kwel beter in beeld worden gebracht en ook de effecten van relatieve zeespiegelstijging door klimaatsverandering en bodemdaling.
 - Inzicht in het lokaal voorkomen van stagnerende lagen bestaande uit potklei en keileem zijn van groot belang voor het geohydrologisch model en daarmee het systeembegrip.
 - Inzicht in de toekomstige dynamiek, mogelijk versterkt door relatieve zeespiegelstijging, van de relatief grote paleogeelsystemen op het lokale grondwatersysteem, de bodems, de zoetwatervoorraad en de zuidelijk gelegen landbouwgebieden.
 - Inzicht in de grondwaterdynamiek in relatie tot bodemdaling en zeespiegelstijging: in hoeverre versterkt dit elkaar?
 - Inzicht in de invloed van een mogelijk toenemend chloridegehalte op de kwetsbare vegetatie in de duinvalleien.
- Het effect van de afsluiting van de Lauwerszee op de sedimentatie- en erosieprocessen in de slenken van het Lauwersmeer is groot. Erosie van wadplaten maar ook sedimentatie in de geulen zijn geomorfologische processen die worden waargenomen. Op welke wijze deze slenken het beste kunnen worden beheerd om de Natura 2000- en KRW-doelstellingen voor het Lauwersmeer te behalen, alsmede om de effecten van

toekomstige inrichtingsmaatregelen en verschillende klimaatscenario's in beeld te krijgen, is kennisontwikkeling noodzakelijk.

- Overige kennislacunes:
 - Vanwege het belang voor Natura 2000-doelstellingen moet onderzocht worden welke maatregelen genomen kunnen worden om de groei van schedefonteinkruiden te bevorderen.
 - De quaggamossel is de meest dominante dreissena soort. Deze verdringt de driehoeksmossel. De consequenties voor de voedselbeschikbaarheid en -kwaliteit zijn niet eenduidig aan te geven. Dit is een kennisleemte die in kaart moet worden gebracht.



Twee Natura 2000-gebieden gescheiden door de afsluitdijk met de Cleveringsluizen: links het brak/zoete Lauwersmeer, rechts de zoute Waddenzee.

Inhoudsopgave

INHOUD

1. Inleiding.....	11
1.1. Opgaven.....	11
<i>Kern- en wateropgave</i>	<i>11</i>
Tabel 1.1 Beschrijving kernopgaven Natura2000-gebied Lauwersmeer	12
<i>Natura 2000-Beheerplan Lauwersmeer</i>	<i>12</i>
1.2. Aanleiding opstellen LESA.....	12
1.3. Doelstelling en onderzoeksvragen LESA.....	14
1.4. Begrenzing onderzoeksgebied en afbakening onderzoek	15
1.4.1. Begrenzing onderzoeksgebied	15
1.4.2. Afbakening onderzoek	16
1.5. Gebiedsbeschrijving	16
1.6. Eigendomsposities	20
1.7. Leeswijzer.....	21
2. Landschapsgenese: geohydrologisch functioneren Lauwerszee	22
2.1. Pre-Kwartaire en Pleistocene afzettingen.....	22
2.1.1. Vroeg-Pleistocene afzettingen	23
2.1.2. Midden-Pleistocene afzettingen	23
2.1.3. Midden- en laat Pleistocene afzettingen	24
2.2. Paleogeografische reconstructie van het Holocene kustlandschap.....	26
2.3. Geogenese van de Lauwerszee	26
2.3.1. Landschap na de laatste ijstijd tot begin jaartelling	27
2.3.2. Landschap 0-500 AD	33
2.3.3. Inbraak Lauwerssysteem (vanaf circa 500/800 AD - 1250 AD)....	34
2.3.4. Verlanding Hunzesysteem	37
2.3.5. Veranderingen in hoofdgeulsystemen	37
2.3.6. Omslag van het paleolandschap in huidige landschap	38
2.4. Hoogteligging en geomorfologie	39
2.5. Geomorfologische veranderingen na de afsluiting.....	41

2.5.1. Morfologische veranderingen in het Lauwersmeer	42
2.5.2. Bodemdaling als gevolg van gaswinning	43
2.6. Samenvatting, conclusies en aanbevelingen	43
3. Hydrologisch functioneren Lauwersmeer	45
3.1. Beschrijving hoofdwatersysteem	45
3.2. Peilen en fluctuaties: Lauwersmeer	46
3.3. Waterbalans.....	49
3.4. Beschrijving afwaterende systemen	50
3.5. Peilgebieden	53
3.5.1. Bergboezem	54
3.5.2. De bantpolder	55
3.5.3. Bochtjesplaat	55
3.5.4. De Ezumakeeg	57
3.5.5. Zomerhuisplaat	59
3.5.6. Pompsterplaat-oost.....	60
3.5.7. Middelpaat	60
3.5.8. Sloot-zoutkamperplaat	60
3.6. Hydrologische ontwikkelingen sinds 1969	60
3.7. Grondwater : infiltratie en kwel.....	61
3.8. Waterkwaliteit	61
3.9. Klimaatsverandering	61
3.10. Synthese en conclusies	62
4. Bodem	63
4.1. Bodemtypen.....	63
4.2. Grondwatertrappen	65
4.3. Afgravingen.....	66
4.4. Ont- en verzilting.....	67
4.5. Ontkalking en verzuring	70
4.6. Samenvatting, conclusies en aanbevelingen	70
5. Antropogene landschapsontwikkeling	71
5.1. De eerste bewoners (0 – 1000)	71

5.2. De eerste waterschappen (1000 – 1500).....	72
5.3. De controle over het water groeit (1500 – 1850).....	74
5.4. De eerste plannen voor de afsluiting van de Lauwerszee (1850 – 1969).....	74
5.5. Het landschap na de afsluiting van de Lauwerszee (1969 – 2024)	78
5.6. Samenvatting.....	80
5.7. Conclusies	80
6. Ecologie: flora en fauna in Natura2000-Lauwersmeer	82
6.1. Flora	82
6.1.1. Vegetatiesuccessie.....	82
6.2. Deelgebieden.....	85
6.2.1. Bergboezem	85
6.2.2. De bantpolder	86
6.2.3. Bochtjesplaat	86
6.2.4. De Ezumakeeg	86
6.2.5. Zomerhuisplaat	87
6.2.6. Pompsterplaat.....	87
6.2.7. Middelplaat	87
6.3. Fauna	88
6.3.1. Vogels	88
6.3.2. Macrofauna	91
6.3.3. Vissen.....	92
6.3.4. Zoogdieren	94
6.3.5. Exoten	95
6.4. Natura 2000-doelstellingen en Leefgebieden.....	95
6.4.1. belangrijkste leefgebieden	101
6.4.2. Rietkragen.....	101
6.4.3. Zilte vegetaties en slikkige oevers.....	103
6.4.4. Openwater met waterplanten	104
6.4.5. Openwater met Dreissena mosselen.....	105
6.5. Exoten.....	105
6.6. Beheer.....	106
6.6.1. Begrazing	106

6.6.2. Maaien	107
6.7. Samenvatting, conclusies en/knelpunten.....	108
7 . Synthese/knelpuntenanalyse	110
Bronnen	115
Bijlagen	120

1 Inleiding

1.1 Opgaven

Het Lauwersmeergebied, bestaande uit meren (open water), graslanden, zandplaten en moerassen is op 24 maart 2000 aangewezen als speciale beschermingszone onder de Vogelrichtlijn (VR) onder de naam *Lauwersmeer*. In het Aanwijzingsbesluit uit 2010 zijn instandhoudingsdoelstellingen opgenomen voor 13 soorten broedvogels en 29 soorten niet-broedvogels (trekvogels en wintergasten). Twee soorten, de kluut en de bontbekplevier zijn zowel opgenomen als broedvogel en niet-broedvogel. De soorten worden jaarlijks gemonitord door SOVON. Het gebied wordt mogelijk opgenomen als broedgebied voor grutto.

De begrenzing is bepaald op grond van het terreingebruik en de leefgebiedseisen van de aangewezen soorten. Het Natura 2000-gebied Lauwersmeer grenst direct aan het Natura 2000-gebied Waddenzee (afbeelding 1.1).



Afbeelding 1.1 Begrenzing Natura 2000-gebied Lauwersmeer en gedeelte Natura 2000-gebied Waddenzee

Kern- en wateropgave

Voor het gebied zijn vier kernopgaven geformuleerd ten behoeve van het duurzaam beschermen van bovengenoemde doelsoorten (tabel 1.1). Aan twee ervan is een wateropgave toegekend, waarin optimale condities van het water van belang zijn voor het behalen van de Natura 2000-doelen.

Kernopgave	Beschrijving	Water-opgave
Evenwichtig systeem	Nastreven van een meer evenwichtig systeem met goede waterkwaliteit voor waterplanten, vissen en schelpdieren mede ten behoeve van vogels als kleine zwaan, tafel- en kuifeend en nonnetje	Ja
Rui- en rustplaatsen	Voldoende open water met ruiplaatsen en rustgebieden voor watervogels als fuut, ganzen, slob- en kuifeend	Nee
Moerasranden	Realiseren en in stand houden van moerasvorming aan de randen van de meren voor land-water-interactie, voor paaigebied vis en voor moerasvogels als roerdomp	Ja
Dras-plas situaties	Plas-dras voor smient en broedvogels als kemphaan	Nee

Tabel 1.1 Beschrijving kernopgaven Natura2000-gebied Lauwersmeer

Natura 2000-Beheerplan Lauwersmeer

In maart 2016 is het beheerplan voor het Natura 2000-gebied Lauwersmeer vastgesteld door (destijds) het Ministerie van Economische Zaken voor een periode van zes jaar. Op 28 september 2021 is dit beheerplan voor maximaal 6 jaar verlengd door de Gedeputeerde Staten van de provincies Groningen en Fryslân. De verlengingsperiode geldt maximaal 6 jaar dan wel eerder, namelijk tot de datum dat een nieuw beheerplan is vastgesteld. De provincie Groningen is eind 2023 gestart met het opstellen van een nieuw beheerplan voor de komende periode van zes jaar. Naar verwachting wordt dit in 2025/2026 vastgesteld.

Door gerichte beschermings- en beheermaatregelen te nemen in het Lauwersmeer, wordt geprobeerd de leefomstandigheden voor de aangewezen vogelsoorten te optimaliseren en hun populaties te stabiliseren of te laten groeien. Dat maakt dat voor het natuurbeheer in het Lauwersmeergebied de Natura 2000-doelstellingen een belangrijke pijler zijn.

1.2 Aanleiding opstellen LESA

De provincie Groningen heeft Prolander opdracht gegeven om het Beheerplan Lauwersmeer te actualiseren op basis van de resultaten van de evaluatie in 2022 (Meerman et al., 2022).

De evaluatie had tot doel om te bepalen of bijsturing van het beheerplan noodzakelijk is en om informatie te leveren voor een (eventuele) actualisatie ervan. Er is onderzocht welke van de voorgenomen maatregelen en onderzoeken zijn uitgevoerd en welke effecten de maatregelen hebben gehad. Verder is onderzocht in hoeverre de kernopgaven en de instandhoudingsdoelstellingen zijn bereikt, dan wel naar verwachting worden bereikt, alsmede de effecten hierop door autonome en toekomstige ontwikkelingen in het gebied.

Uit de evaluatie van het beheerplan Natura 2000-Lauwersmeer blijkt het volgende:

1. Ten aanzien van de *staat van instandhouding* kan worden gesteld dat voor de broedvogels Roerdomp, Bruine Kiekendief, Grauwe kiekendief, Porseleinhoen, Kluut, Kemphaan, Noordse Stern, Velduil en Paapje de populatie op dit moment (veel) kleiner is dan de gestelde doelen en

dat op basis van de huidige trends niet voorzien wordt dat deze doelen zonder specifieke maatregelen worden behaald.

NB: Er zijn in de loop van het vorige beheerplan wel inrichtingsmaatregelen getroffen ten behoeve van deze soorten, namelijk de inrichting van Bochtjesplaat en Ezumakeeg. Omdat deze inrichting relatief recentelijk heeft plaatsgevonden, zijn de effecten ervan nog niet duidelijk.

2. De doelen voor het gebied als *rust- en foerageergebied* worden gedeeltelijk of (nog) niet behaald voor Lepelaar, Kolgans, Dwerggans, Smient, Wilde eend, Pijlstaart, Tafeleend, Zwarte ruiter en Kleine zwaan. Hier liggen per soort verschillende oorzaken aan ten grondslag.
3. In het gebied hebben zich *nieuwe beschermde soorten* gevestigd, zoals otter en zeearend.
4. Er hebben zich in het gebied bijzondere duinvegetaties ontwikkeld, waarin onder andere de Europees beschermde groenknolorchis is waargenomen. Deze *kwetsbare habitattypen* hebben extra aandacht en bescherming nodig.

Om bovengenoemde instandhoudingsdoelstellingen te bereiken, zijn verdergaande maatregelen noodzakelijk op het gebied van waterbeheer, verbetering van rietzones, behouden van voldoende foerageergebied voor visetende vogels en het tegengaan van verbossing.

1. Integraal waterbeheerplan

Uit de evaluatie blijkt dat er voor het Lauwersmeergebied een integraal waterbeheerplan dient te worden opgesteld om de ecologische doelen te kunnen realiseren. Er dient voldoende peilfluctuatie in het waterbeheer te worden gerealiseerd met keuzen op het gebied van verzilting, afwatering en bergingscapaciteit en zoetwaterbeschikbaarheid.

De Kaderrichtlijn Water-doelstellingen (KRW) dienen te worden gerealiseerd: *zwak brak water, type M30*. De kennis, die is opgedaan met het onderzoeksprogramma Rietproef, het KRW-gebiedsproces en de nieuwe klimaatscenario's zullen binnen dit waterbeheerplan een grote rol spelen.

2. Verbetering rietzones

Rietzones kunnen relatief eenvoudig worden verbeterd door deze plaatselijk uit te rasteren tegen vraat door vee en/of ganzen (maatwerkpakketten). Tevens kan onderzocht worden of plaatselijk deelgebieden kunnen worden losgekoppeld van het boezempeil ten behoeve van een aangepast waterbeheer.

3. Behouden voldoende foerageergebied voor visetende vogels

Visetende vogels zijn afhankelijk van kleine vissen in ondiep water. Nadere analyse hiervoor is nodig van bijvoorbeeld de ruwe data van de vismonitoring, waarbij de telgegevens worden gesplitst naar verschillende deelgebieden. De visstandmonitoring is vanwege de gebruikte vismethode ("bevist oppervlakmethode, of BOM") maar heel beperkt geschikt om deze vraag te kunnen beantwoorden (commentaar SBB). Anderzijds moet worden onderzocht of er voldoende ondiep water beschikbaar is en blijft.

Aanvullende maatregelen ten behoeve van vismigratie met zoet-zoutverbindingen kunnen bijdragen aan een verbeterd voedselaanbod voor visetende vogels. In het gemaal Hunsingo wordt overigens een permanente vispassage geplaatst, alsmede bij de sluis Lammerburen/het gemaal De Waterwolf (pers. commentaar waterschap Noorderzijlvest).

Mogelijk vindt er verstoring plaats in de foerageergebieden ten koste van noordse stern, reuzenster en lepelaar. De verschillende oorzaken (inclusief recreatief gebruik) dienen te worden onderzocht.

4. Tegengaan van verbossing

Ten gunste van het tegengaan van successie van opgaand groen wordt het leefgebied van bijvoorbeeld kluut, grauwe kiekendief en velduil zo goed mogelijk open gehouden door middel van begrazing. Hiervoor is recentelijk een aangepast begrazingsplan opgesteld. In het veebeheerplan is per begrazingseenheid de vegetatiestructuur beoordeeld en indien nodig, de veedichtheid aangepast (aanvullend commentaar SBB). Er zijn nog geen maatregelen getroffen ter voorkoming van (het neveneffect van) begrazing van rietoevers; deze zijn in voorbereiding. In het nieuw op te stellen beheerplan kunnen ook andere beheermogelijkheden worden onderzocht.

1.3 Doelstelling en onderzoeksvragen LESA

Ten behoeve van bovengenoemd integraal waterbeheerplan (en daarmee uiteindelijk de actualisatie van het beheerplan Lauwersmeer) dient *een landschapecologische systeemanalyse* (LESA) te worden uitgevoerd. Voordat dit waterbeheerplan opgesteld kan worden, is namelijk inzicht nodig in het functioneren van het natuurlijke ecohydrologische systeem, zowel in het verleden, het heden en binnen de toekomstige (nieuwe) klimaatscenario's. Ook worden de Kaderrichtlijn Water-doelstellingen voor dit gebied '*zwak brak water, type M30*' hierin meegenomen.

Het doel van de LESA is om inzicht te verkrijgen in het functioneren van het ecohydrologische systeem, zodat de processen die sturend zijn voor verslechtering of herstel van natuurwaarden helder worden. Andere processen, zoals bijvoorbeeld verstoring, worden onderzocht en besproken in het beheerplan.

Op deze wijze kunnen keuzen gemaakt worden op het gebied van peilfluctuatie, waterkwaliteit, waterkwantiteit (afwatering en bergingscapaciteit, loskoppeling van het boezempeil in de deelgebieden en voldoende ondiep water), verzilting en zoetwaterbeschikbaarheid ten behoeve van het behalen van de ecologische doelen in het gebied.

Om het systeem te kunnen begrijpen, dienen de volgende (deel-)vragen te worden beantwoord:

1. Hoe functioneerde het ecohydrologisch systeem vóór de afsluiting in 1969 van de Lauwerszee?
 - a. Beschrijf de geogenese van de Lauwerszee: wanneer en op welke wijze is de Lauwerszee ontstaan?
 - b. Welke invloed heeft de mens gehad op het ecohydrologisch functioneren van het systeem?
2. Hoe functioneert het ecohydrologisch systeem in de huidige situatie, dus ná de afsluiting in 1969 van de Lauwerszee?
 - a. In hoeverre is het ecohydrologisch systeem veranderd na de afsluiting van de Lauwerszee?
 - b. Welke leefgebieden (equivalent Natura 2000-habitattypen) worden onderscheiden en welke eisen stellen de soorten aan het leefgebied?

3. Welke ecohydrologische knelpunten vanuit de natuuropgave dienen te worden opgelost?
4. Is het om de gestelde doelen te bereiken noodzakelijk de begrenzing van het Natura2000-gebied te handhaven of dient deze te worden aangepast? En zo ja, op welke wijze?
5. Op welke wijze kunnen de ecohydrologische knelpunten worden opgelost?
6. Welke kennislacunes dienen te worden aangevuld ten behoeve van een volledig systeembegrip?
7. Welke en in hoeverre kunnen maatregelen in gebieden buiten het Natura 2000-Lauwersmeer bijdragen aan herstel van natuurwaarden binnen de begrenzing?

1.4 Begrenzing onderzoeksgebied en afbakening onderzoek

In deze rapportage wordt onderscheid gemaakt tussen de begrenzing van het plangebied en het onderzoeksgebied. Het plangebied omvat de begrenzing van het Natura 2000-gebied Lauwersmeer (afbeelding 1.2). Het onderzoeksgebied bestaat uit het plangebied inclusief voor de LESA relevante gebieden *buiten* het Natura 2000-gebied.

In de tweede subparagraaf worden de onderwerpen besproken, die buiten de scope van deze LESA vallen, maar die wel relevant zijn voor bijvoorbeeld het te actualiseren beheerplan.

1.4.1 Begrenzing onderzoeksgebied

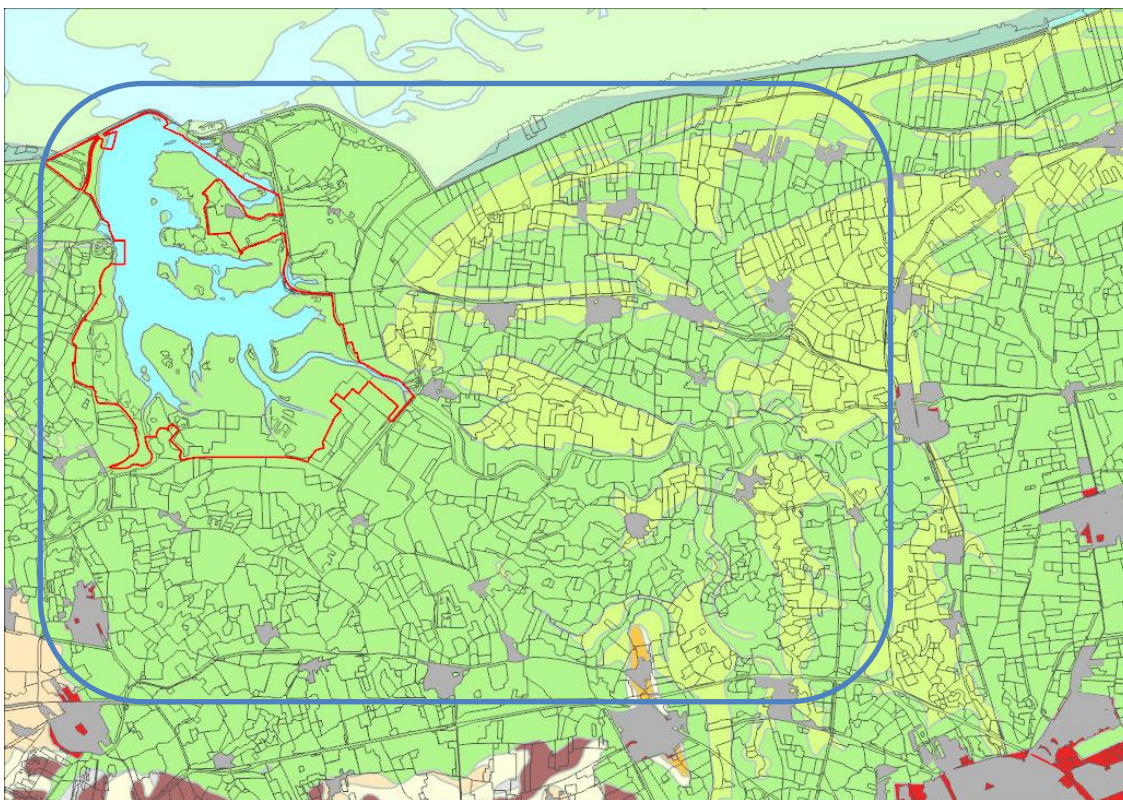
Het onderzoeksgebied is dus groter dan het plangebied Natura 2000-gebied Lauwersmeer (afbeelding 1.2), omdat effecten binnen het beschermd gebied het gevolg kunnen zijn van bijvoorbeeld getroffen maatregelen of landschappelijke omstandigheden buiten het gebied. Het onderzoeksgebied wordt als volgt begrensd (naar Vos 1992):

De westgrens van het onderzoeksgebied wordt gevormd door de in noord-westelijke richting lopende uitloper van het Fries-Drents keileemplateau, een Pleistocene rug die vanuit de Friese Wouden richting Ameland loopt en een belangrijke natuurlijke waterscheiding vormt.

De zuidgrens is gesitueerd ten zuiden van de zone waar het zeeleigebied uitwigt tegen genoemd plateau, grofweg tussen de lijn Buitenpost en Noordhorn. Dit vormt tevens de grootste uitbreidingsgrens van de Lauwerszee (afbeelding 2.11).

De grens is zover naar het oosten gelegd, dat het grootste deel van de afwateringssystemen van de Hunze, Oude Riet en Reitdiep binnen het onderzoeksgebied liggen. Dit vormt ook de begrenzing van het dichtgeslibde Hunze-systeem, grofweg tot de noordzuid gerichte uitloper van het Hondsrugcomplex van Winsum (afbeelding 2.5).

De noordgrens is net boven de huidige Friese en Groningse zeedijken gelegd.



Afbeelding 1.2 Begrenzing plangebied (rood) en onderzoeksgebied (blauw)

1.4.2 Afbakening onderzoek

Buiten de scope van deze LESA vallen:

- Het begrijpen van het systeem met betrekking tot de Kaderrichtlijn Waterdoelstellingen (KRW). Datgene wat uitgezocht wordt, draagt er wel aan bij, maar bij een systeemanalyse voor de KRW zouden ook andere aspecten onderzocht worden en de focus liggen op andere soortgroepen.
- Effecten op en afkomstig van de landbouw.
- Effecten van de aanwezigheid van exoten en de beschrijving ervan.

1.5 Gebiedsbeschrijving

De naam Lauwerszee is afgeleid van het riviertje de 'Lauwers'. Dit veenriviertje doorsneet het vasteland en werd in de 8e eeuw voor Christus gezien als een belangrijke rivier en fungeert nu nog steeds als grens tussen Groningen en Friesland. Het riviertje ontsprong in de venen dichtbij Surhuisterveen in Friesland.

In vroegere geschriften komt de naam in verschillende vormen voor: Laubachus, Labeki, Labeke, Lavece, Laveca en Lavica. De etymologische oorsprong van Labeke komt van: lo = bos, labeke = bosbeek. Langzamerhand evolueerden deze varianten tot de naam Lauwers. De zeearm die ontstond aan de monding van de Lauwers kreeg zo de naam Lauwerszee (De Ruiter, T. p.14-15, 2022). Lauwers zou mogelijk 'woudbeek' betekenen.

Het Lauwersmeer omvat het gebied tussen de Cleveringsluizen en de aangrenzende zeedijken, waar onder andere de historisch belangrijke plaats Zoutkamp is gelegen. De naamgeving van Zoutkamp komt

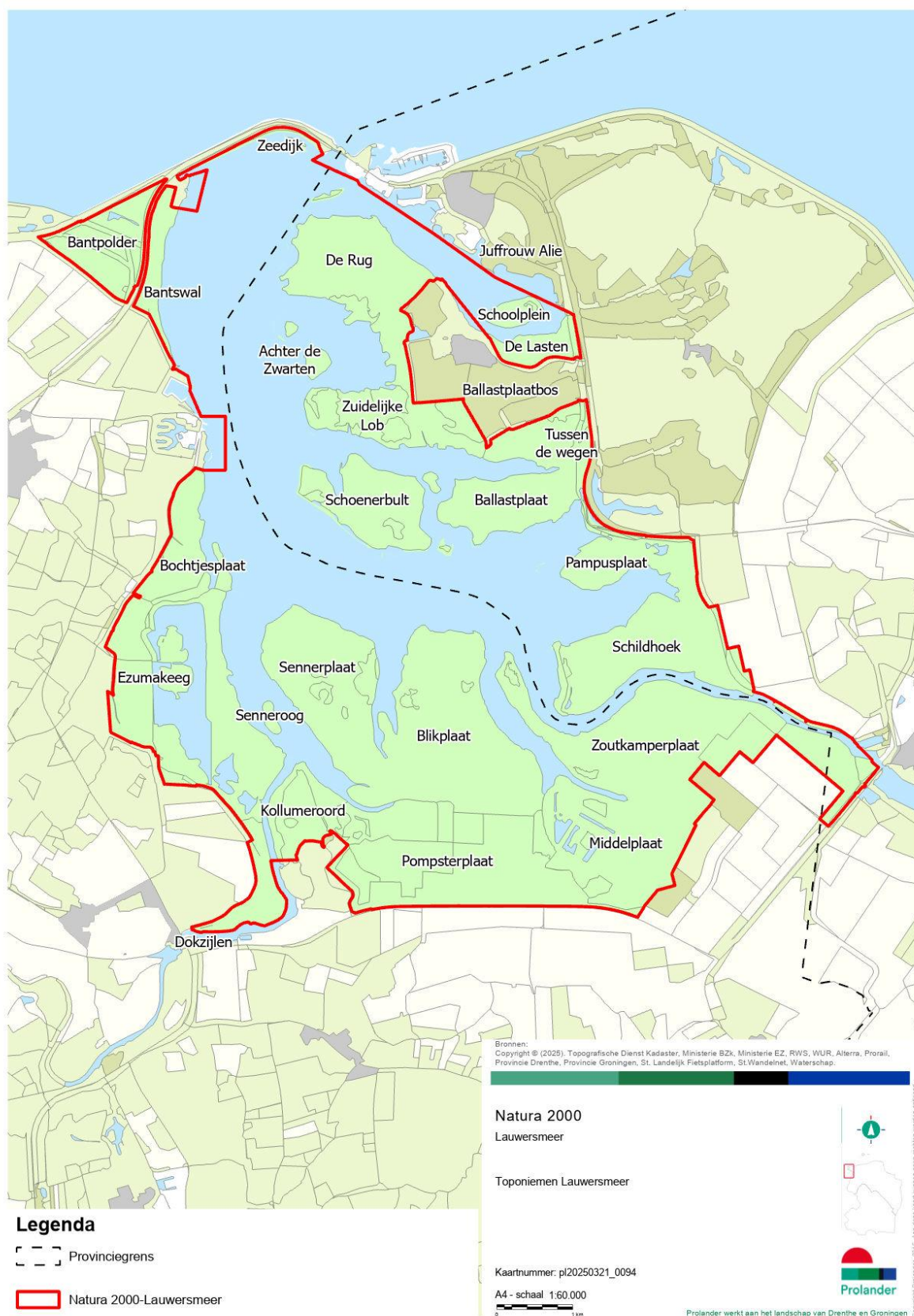
van de zoutwinning en veenaafgraving in dat gebied. De term "Lauwersmeer" werd gekozen in lijn met het lokale taalgebruik aan de Friese zijde van het meer, waar "mar" aangeeft dat het om een meer gaat.

Deze naamgeving sluit tevens aan bij de traditie van droogmakerijen, vergelijkbaar met de Haarlemmermeer en de Wieringermeer. Op initiatief van de stichting Toeristisch Ondernemers Overleg Lauwersland (TOOL) is een boek geschreven waarin de term "Lauwersland" wordt gebruikt om het gehele Lauwersmeergebied aan te duiden, ter vervanging van "Lauwerszeegebied". In 1999, dertig jaar na de afsluiting, verkreeg het Lauwersmeer de status van nationaal park vanwege het unieke landschappelijke karakter met een oppervlakte van ongeveer 6000 hectare. De term "Het Nationaal Park Het Lauwersmeer" is sindsdien een gevestigde en kenmerkende naam geworden (De Ruiter, T. p.12, 2022).

Zoals reeds aangegeven, bestaat het Lauwersmeergebied uit open water (geulsystemen), graslanden en moerassen en meerdere zandplaten. Afbeelding 1.3 toont de toponiemen van de verschillende gebieden. Toponiemenonderzoek heeft waardevolle informatie opgeleverd ten aanzien van de ontstaansgeschiedenis, het gebruik en/of van de aanwezige bodem of interessante feiten over plaatselijke bewoners en/of gebruikers van het gebied. Deze deelgebieden worden in het vervolg van dit rapport gebruikt. Hieronder volgt een beschrijving van de deelgebieden in het Lauwersmeergebied. Hier en daar wordt een beschrijving gegeven van gebieden, die zich net buiten de begrenzing van het Natura 2000-gebied bevinden, omdat die informatie van belang is voor het onderzoek naar de genese ervan (hoofdstuk 2).

Dankbetuiging

Onze dank gaat uit naar de trainees en co-auteurs Rutger Remmers en Daan Kling voor het beschrijven van het hydrologisch systeem (hoofdstuk 3) en Jano Scholte en Lydia van der Krogt voor het onderzoek naar de antropogene invloed in het gebied (hoofdstuk 5). Voorts gaat onze dank uit naar Peter Vos (TNO) voor het belangeloos aanvullen en corrigeren van hoofdstuk 2 (geogenese van het gebied). Tot slot willen we alle betrokken gebiedspartners bedanken voor hun waardevolle commentaar, toegevoegde informatie en medewerking.



Afbeelding 1.3 Natura 2000-gebied met toponiemen (Kollumerwaard ook wel genoemd Middelplaat)

Nieuwe Robbengat en Schoolplein

Het Nieuwe Robbengat, gelegen tussen Lauwersoog en De Rug, is van oorsprong een wadpriel, die uitkwam op de Waddenzee. Het Schoolplein (circa twintig hectare), gelegen in het Nieuwe Robbengat, kreeg zijn naam vanwege de stevigheid van deze zandplaat tijdens de Lauwerszeeperiode. Vanwege de hardheid kon erop geknikkerd en gehoepeld worden.

Ballastplaat

Noordelijke Ballastplaat (De Rug en Zuidelijke Lob), Zuidelijke Ballastplaat en Schoenerbult, Marnewaard (Zuidwalbos, Marnebos en Vlinderbalgbos)

De huidige Ballastplaat is een relict van een zandbank in het estuariene gebied van de Lauwerszee. Na de afsluiting van het Lauwersmeer werd het meest oostelijke en zuidelijke deel van de voormalige zandbank aangewezen ten behoeve van de landbouw. Het grootste deel westelijk gelegen daarvan werd onderdeel van de Marnewaard, een militair oefenterrein met vanaf de zeventiger jaren aangeplant Zuidwalbos, Marnebos en Vlinderbalgbos. De Marnewaard valt buiten het Natura 2000-gebied Lauwersmeer.

Het westelijk deel van de voormalige zandbank Ballastplaat werd na de afsluiting aangewezen als natuurgebied. Vanaf eind jaren 70 werden op de Noordelijke Ballastplaat een proefbos aangeplant met els, duindoorn, es en esdoorn, fietspaden aangelegd en kreeg het gebied een recreatieve invulling. Ten behoeve van onder andere zandwinning werd in de periode 1975-1976 de zuidelijke Ballastplaat doorgraven. Het daardoor ontstane westelijke eiland van de Zuidelijke Ballastplaat vormt een stiltegebied, geflankeerd door flauwe taluds.

Ten oosten van de Zuidelijke Ballastplaat bevindt zich het Vlinderbalgbos. Vlinderbalg ontleent zijn naam aan de strandgaper, een schelpdier dat door Zoutkampers 'vlinder' werd genoemd, vanwege de witte kleppen die op een vlinder lijken. De Ballastplaat diende vóór de afsluiting van het Reitdiep als locatie waar schepen ballast overboord zetten. Bij laag water werd ook ballast in de vorm van zand ingenomen door schepen zonder lading. De Rug is oorspronkelijk een deel van de Ballastplaat. Schoenerbult is genoemd naar de plaats waar in 1864 een schoener strandde.

Achter de Zwarten, inclusief vier eilandjes

Achter de Zwarten ontleent mogelijk zijn naam aan de vroegere bebakeningpraktijk, waarbij witte/groene betonningen de stuurboordzijde aangaven en zwarte betonningen de bakboordzijde (richting zee) markeerden. Het gebied werd vermeden omdat schepen anders aan de grond liepen. Tegenwoordig bestaat de bebakening uit rode en groene tonnen en bakens. Alternatief wordt de naam in verband gebracht met mosselbanken die bij laag water zwart oplichtten, bekend als 'Achter de Zwarte(n) mosselbanken'.

Pampusplaat

Pampusplaat zou mogelijk zijn naam ontleenen aan 'pamp', dat in het Nederduits wordt gebruikt voor 'soep, dikke brij'. Dit verwijst naar opstijgende modder. De term pampus komt mogelijk voort uit 'pamp' en 'pus', wat oorspronkelijk 'brijachtige, opgezwollen massa' betekende.

Jaap Deensgat

Jaap Deensgat is vernoemd naar visser Jaap Deen, die in de tijd van de Lauwerszee hier, nabij de haven van Zoutkamp, herhaaldelijk vastzat.

Sennerplaat, Blikplaat, Kollumerwaard, Pomsterplaat

Sennerplaat is mogelijk vernoemd naar de oude naam voor de rivier de Zwemmer (Sennaer). De Blikplaat, een tegenwoordig begroeide zandplaat, kreeg zijn naam vanwege de lichte kleur van het

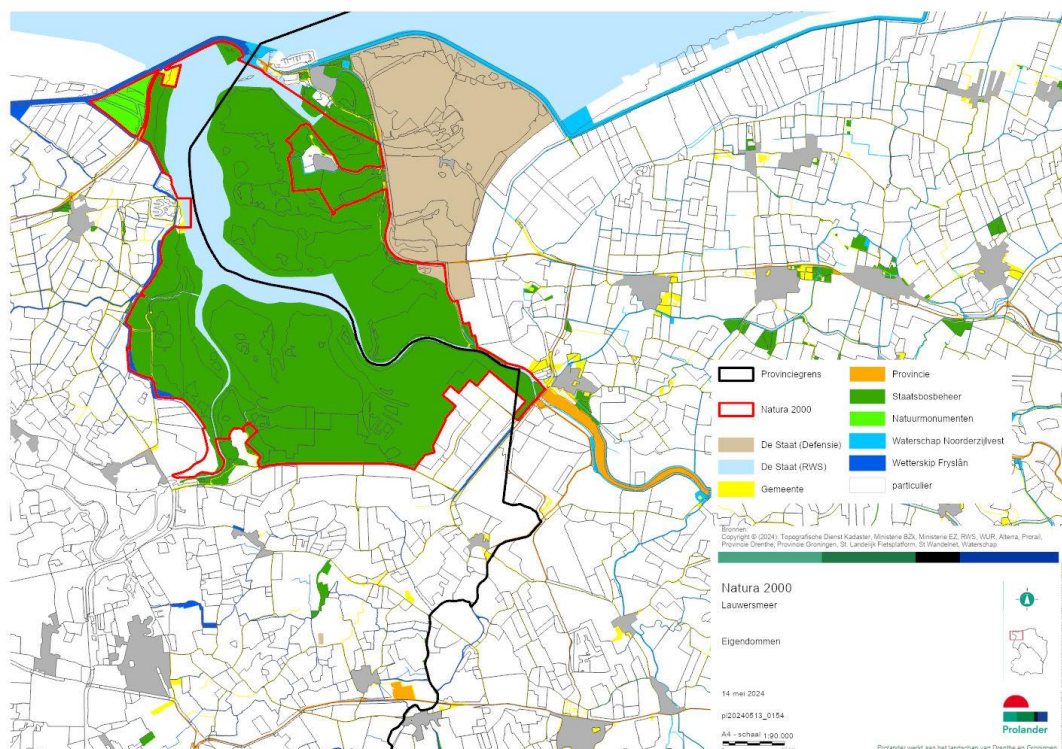
zand dat vroeger oplichtte, als ware het 'blik'. Pompsterplaat is vernoemd naar het nabijgelegen dorp Kollumerpomp, ook bekend als De Pomp.

De Babbelaar ontleent zijn naam aan de Zoutkamper visserfamilie Babbelaars, actief in het zuidelijke deel van de Lauwerszee. **Het Land van Juffrouw Ali**, een voormalige slenk naast Robbenoort, is genoemd naar onderzoekster Ali Coridon, die in de jaren tachtig plantenonderzoek deed in het Lauwersmeergebied. **Schuldinkplaat**, bij de spuisluisen, is genoemd naar oud-jachtopzichter Egbert Schuldink.

1.6 Eigendomsposities

Het onderzoeksgebied is gelegen binnen de provincies Groningen en Fryslân en de gemeenten Het Hogeland, Noardeast-Fryslân en het Westerkwartier (afbeelding 1.4).

Het overgrote deel van het begrensde Natura 2000-gebied behoort toe aan Staatsbosbeheer. Natuurmonumenten is eigenaar van het meest noordwestelijke gebied. Rijkswaterstaat is eigenaar van de buitendijkse wateren; waterschap Noorderzijlvest en Wetterskip Fryslân van de overige waterwegen. Voorts hebben diverse particulieren een (zomer)huisje in Lauwersoog en zijn dus indirect belanghebbende. De Marnewaard (oostelijk van het Lauwersmeer) is eigendom van Defensie. Het is onduidelijk welke extra activiteiten er de komende jaren vanuit Defensie zullen uitgevoerd worden in het gebied, welke ruimte daarvoor benodigd is (bijvoorbeeld opslag) en wat de impact ervan op de natuur zal/kan zijn.



Afbeelding 1.4 Eigendomsposities Natura 2000-gebied Lauwersmeer en directe omgeving

1.7 Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk wordt het geohydrologisch functioneren van de Lauwerszee (dus vóór de afsluiting met de Waddenzee in 1969) beschreven. Aan het begin van het Holoceen had de Hunze een belangrijke afwateringsfunctie voor het water vanaf het Drentse achterland tot de Waddenzee. Het Lauwersmeer is pas veel later ontstaan door een combinatie van anthropogene en natuurlijke processen, waarbij uiteindelijk de Hunze haar functie verloor.

De huidige hydrologische situatie van het Lauwersmeer wordt beschreven in het derde hoofdstuk. Het betreft hier een uiteenzetting van de waterkwantiteit en -kwaliteit alsmede een beschrijving van de grondwaterstromen met kwelzones.

Het vierde hoofdstuk beschrijft de meest voorkomende bodemtypen en de bodemkwaliteit. Omdat het Lauwersmeer een geologisch gezien jong en dynamisch systeem betreft, komen in het gebied alleen vaaggronden voor. De lithologie en het kalkgehalte vormen wel een belangrijk aspect in de LESA ten aanzien van de vegetatieontwikkeling.

In het vijfde hoofdstuk wordt beschreven hoe de mens de afgelopen 2000 jaar het gebied heeft beïnvloed, afgegraven, bedijkt en ingepolderd. Dit heeft effect gehad op de landschappelijke en hydrologische situatie van het gebied en een onbekend effect op de ontwikkeling ervan in de toekomst.

De ecologie, de ontwikkeling van flora en fauna sinds 1969, Natura 2000-doelstellingen en leefgebieden, alsmede de drukfactoren en de randvoorwaarden voor het herstel ervan, worden beschreven in hoofdstuk 6.

Deze LESA wordt afgerond met een analyse van de abiotische en biotische knelpunten ten aanzien van de doelstelling voor het gebied: inzicht verkrijgen in de processen die sturend zijn voor verslechtering of herstel van de aanwezige natuurwaarden. Ten behoeve van het opstellen en uitwerken van de benodigde maatregelen zijn meerdere kennisleemten helder geworden. Om daadwerkelijk inzicht te krijgen op het functioneren van het ecohydrologisch systeem in en rondom het Lauwersmeer, wordt geadviseerd deze kennisleemten te onderzoeken.

2 Landschapsgenese: geohydrologisch functioneren Lauwerszee

Om het functioneren van het ecohydrologisch systeem in het Lauwersmeergebied te kunnen begrijpen, is een grondig inzicht in de abiotische, sturende factoren noodzakelijk. Deze abiotische factoren vinden hun oorsprong voornamelijk in de Holocene ontstaansgeschiedenis van het gebied. De Noord-Nederlandse kustzone, waar het Lauwersmeergebied onderdeel van uit maakt, kent een complexe ontstaansgeschiedenis; in het Holoceen gevormd door een ingewikkeld samenspel van mariene en fluviatiele processen, resulterend in een zeewaarts verschuivende en landinwaarts terugtrekkende kustlijn (ingressie) met mariene en fluviatiele erosie en sedimentatie en veenvorming.

Echter, ook de genese van de Pleistocene ondergrond in Groningen speelt een rol; deze is onlosmakelijk verbonden met die van Drenthe. Nederland kende in het Pleistoceen vele ijstijden, waarvan de laatste drie de morfologie voornamelijk hebben bepaald: het Elsterien (475.000 tot 410.000 jaar geleden), het Saalien (236.000 tot 126.000 jaar geleden) en het Weichselien (114.000 tot 11.700 jaar geleden). Met name tijdens het Saalien is in Drenthe het landschap aanzienlijk veranderd doordat immense ijsmassa's uit het noorden (onder andere) hoge grondmoreneruggen of megaflutes, het Hondsrugcomplex, opstuwden en smeltend ijs diepe gletsjerdalen aan weerszijden uitsleten.

Tijdens het Weichselien, waarbij de Scandinavische ijskappen Nederland niet meer bereikten, werd het landschap genivelleerd door afzetting van dekzanden, voornamelijk afkomstig uit de drooggevalen Noordzee, terwijl in het Holoceen deze dalen opgevuld werden met onder andere veen.

De Hondsrug strekt zich noordwaarts uit via de stad Groningen met uitlopers naar Winsum en Delfzijl. Aan de oostzijde van de Hondsrug vormde zich het (huidige) beekdal De Hunze, dat via het (huidige) Zuidlaardermeer uitmondde in de Waddenzee. Veenrivieren uit het achterland, de veranderende loop van De Hunze, veranderende zeestromen in de Waddenzee en de invloed van de mens hebben uiteindelijk gezamenlijk invloed gehad op het ontstaan van de Lauwerszee en het geohydrologisch functioneren ervan.

2.1 Pre-Kwartaire en Pleistocene afzettingen

Voor zover bekend wordt de basis van het gebied gevormd door Miocene/Pliocene Formaties van Breda (BR) en Oosterhout (OO; tabel 2.1, tabel 2.2 en dwarsdoorsneden van het gebied gevisualiseerd op de afbeeldingen 2.1 tot en met 2.3), bestaande uit respectievelijk groene glauconiet, kalkhoudende zanden, donkere kleiige zanden en schelpenrijke, grijsgele grovere zanden. Nederland lag in die perioden onder een ondiepe warme Noordzee. De laagpakketten tezamen hebben een dikte van ongeveer 350 meter.

Chrono-stratigrafie (tijdschaal niet lineair)		Stratigrafische eenheden van de Noordzee Supergroep (N) op formatieniveau						
		Marien	Fluviaal				Glaciaal	Overig
			Oostelijke rivieren	Rijn	Maas	Belgische rivieren		
Kwartair	Holoceen	Formatie van Naaldwijk - NUNA		Formatie van Echteld - NUEC		Kreekrak Formatie - NUKK		Formatie van Nieuwkoop - NUNI
		Eem Formatie - NUÉE		Formatie van Kreftenheye - NUKR		Formatie van Koewacht - NUKW	Formatie van Drente - NUDR	Woudenberg - NUWB
	Pleistocene	Midden		Formatie van Urk - NUUR			Formatie van Peelo - NUPE	Formatie van Drachten - NUDN
			Formatie van Appelscha - NUAP	Formatie van Sterksel - NUST	Formatie van Beegden - NUBE			
	Pleistocene	Calabriën		Formatie van Waalre - NUWA		Formatie van Stramproy - NUSY		
			Formatie van Peize - NUPZ					
	Pleistocene	Gelasien						
			Formatie van Maassluis - NUMS					
	Neogeen	Pliocene	Formatie van Oosterhout - NUOO	Kiezeloöliet Formatie - NUKI				
		Mioceen	Formatie van Breda - NUBR	Formatie van Inden - NUIE				
Paleogeen	Oligoceen		Fm. v. Veldhoven - NMVE					Formatie van Velle - NUVI
			Rupel Formatie - NMRU					
	Eoceen		Fm. v. Tongeren - NMTD					
			Formatie van Dongen - NLDO					
	Paleoceen		Formatie van Landen - NLLA					

Tabel 2.1 Chronostratigrafie Tertiaire en Kwartaire afzettingen

2.1.1 Vroeg-Pleistocene afzettingen

De mariene Formaties van Breda en Oosterhout werden vervolgens afgedekt door de mariene afzettingen van de Formaties van Maassluis en de fluviatiele afzettingen van de Formaties van Peize en Appelscha (oostelijke rivieren) en Waalre en Urk (Rijnafzettingen).

Mariene afzettingen van klei en fijn zand met een dikte van circa 20 meter, behorend tot de vroeg-Pleistocene Formatie van Maassluis (MS) geven een ondiep marien, kust nabij landschap weer. Nederland stond nog gedeeltelijk onder invloed van de Noordzee.

Scherp erosief worden de afzettingen van Maassluis opgevolgd door de fluviatiele Formaties van Peize en Waalre (PZW). Het Eridanosriviersysteem, dat zijn oorsprong had in het Baltisch gebied (Formatie van Peize) en de Rijn (Formatie van Waalre) zetten matig tot uiterst grove, kalkloze zanden af en een diversiteit aan afzettingen in een estuariene, fluviatiele en lagunaire omgeving.

Ten behoeve van het geohydrologisch model (hoofdstuk 3 en verder) spelen deze afzettingen een ondergeschikte rol, vanwege de diepe ligging ervan in de ondergrond en de erop liggende waterondoorlaatbare pakketten uit latere perioden.

2.1.2 Midden-Pleistocene afzettingen

In het Midden-Pleistocene bestaat het noorden van Nederland uit een vlechtende riviervlakte van de Eridanosrivier met haar brongebieden in midden en oost Duitsland. Rivierzanden en -grinden behoren tot de Formatie van Appelscha (AP) op een diepte van circa 100 tot 65 m -NAP (dus nog voor de Elsterijstijd). De Formatie van Urk (UR; in het zuidelijke deel van Nederland afzettingen van de Rijn) tot een diepte van 55 m -NAP bestaan uit estuariene, ondiep mariene sedimenten.

In de loop van het Pleistoceen koelt het klimaat af en vangt een periode aan van een afwisseling van circa twintig tot dertig glacialen en interglacialen.

geologische perioden	archeologische perioden	tijd
holoceen	moderne tijd	1.800
	nieuwe tijd	1.500
	laat	1.250
	middel-eeuwen	1.000
	vol	1.000
	vroeg	1.000
	Romeinse tijd	12 voor Chr.
	ijzertijd	800
	bronstijd	2.000
	neolithicum	4.500-5.500
pleistocene	mesolithicum	9.500
	laat	25.000
	midden	125.000
	oudere glacialen en interglacialen	2.400.000
	vroeg	2.400.000
oudere geologische perioden		
weichselien, glaciaal		
eemien, interglaciaal		
saalien, glaciaal		
paleolithicum		

Tabel 2.2 Overzicht geologische perioden in het Kwartair (Schroor, M. Landschapsbiografie van het Waddengebied 2018)

2.1.3 Midden- en laat Pleistocene afzettingen

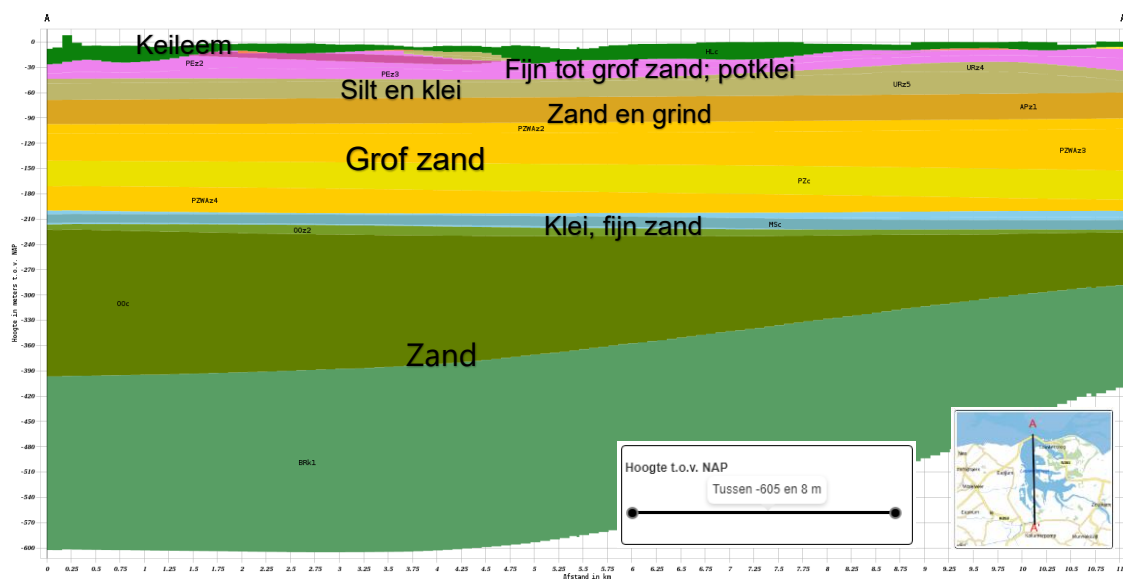
De Formatie van Peelo (Elsterien-ijstijd)

De Formatie van Urk wordt opgevolgd door de glaciale smeltwaterafzettingen van de Formatie van Peelo (PE), afgezet tijdens het Elsterien. Lithologisch laat de formatie een afwisseling zien tussen uiterst fijne tot uiterst grove kalkarme zanden (subglaciale geul- of valleiafzettingen) en stevig tot harde, siltig tot zandige, veelal kalkhoudende kleien met in situ schelpen (in een proglaciaal, lacustrien of glaciomariene omgeving).

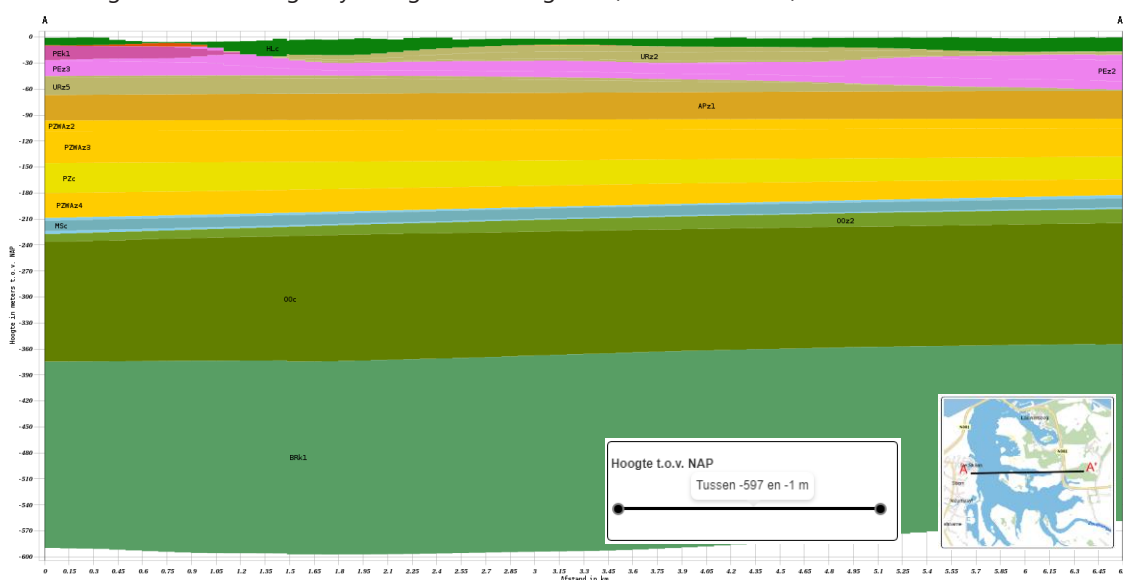
Belangrijk te vermelden hier is dat de Peelo Formatie op korte afstand lithologisch sterk kan verschillen. Het geologisch model van afbeelding 2.1 en 2.2 laat het lokaal voorkomen van potklei niet zien. Net als het voorkomen van stagnerende lagen keileem uit latere perioden zijn deze van groot belang voor het geohydrologisch model.

Saalien en Weichselien

De ondergrond maakt deel uit van het Drents-Friese keileemplateau, dat met name gevormd werd door terugtrekkende gletsjers aan het einde van de voorlaatste ijstijd: het Saalien. Nederland was bedekt met kilometers dik landijs, dat onder andere uit Scandinavië afkomstig klei, silt, zand en keien samenperste tot een grondmorene of keileem (Formatie van Drenthe; DR). Tijdens de laatste ijstijd, het Weichselien, lag de Noordzee droog en had de wind vrij spel om metersdikke pakketten dekzand af te zetten over grote delen van Nederland. In Noord-Nederland zijn deze deels geërodeerd en afgedekt; Holocene afzettingen (HLC) dagzomen daar (afbeelding 2.1 en 2.2 en paragraaf 2.2).



Afbeelding 2.1 Doorsnede geohydrologische ondergrond (TNO-GDN, 2024)



Afbeelding 2.2 Doorsnede geohydrologische ondergrond (TNO-GDN, 2024)

Hydrogeologie

HLc	PEk1	MSz2
BXz2	PEz2	MSz3
BXz3	PEz3	MSc
BXz4	URz4	MSz4
DRGIk1	URz5	OOz2
DRz3	APz1	OOc
URz1	PZWaz2	BRk1
URz2	PZWaz3	
URz3	PZc	
PEz1	PZWaz4	

Afbeelding 2.3 Legenda geohydrologische ondergrond (TNO-GDN, 2024)

HLc: Holocene afzettingen; BX: Formatie van Boxtel; DR: Formatie van Drenthe; UR: Formatie van Urk; PE: Formatie van Peelo; AP: Formatie van Appelscha; PW: Formatie van Peize; MS: Formatie van Maassluis; OO: Formatie van Oosterhout; BR: Formatie van Breda (voor gedetailleerde informatie: www.dinoloket.nl)

2.2 Paleogeografische reconstructie van het Holocene kustlandschap

Omstreeks 11.700 BP vond er een klimaatomslag plaats van het Pleistoceen naar het huidige Holoceen. Het klimaat begon warmer te worden en geleidelijk smolten de noordelijke ijskappen met een stijging van de zeespiegel tot gevolg. Het Noordzeebekken, dat aanvankelijk 45 tot 35 meter lager lag dan tegenwoordig (Vos en De Vries, 2020) vulde zich met water afkomstig van de smeltende ijskappen. Omstreeks 9000 jaar geleden bereikte het water de lagere delen van het huidige Waddengebied.

Het huidige Lauwersmeergebied maakt(e) onderdeel uit van een veel groter systeem, het Noordzeebekken, dat zich uitstrekt van grofweg Calais tot de noordelijkste punt van Jutland in Denemarken.

Het Waddengebied vormde zich onder een samenspel van geologische processen, zoals bovengenoemde Holocene zeespiegelstijging, bodemdaling, de vorm van het Pleistocene landschap, getijdenbeweging, veengroei, verstuing van zand, beschikbaar sediment en erosie/afslag. Hierdoor ontstond er een gebroken kustlijn bestaande uit onder meer eilanden, strandwallen en zandplaten (Schroor, 2018) met tussen de Groningse, Friese en Noord-Hollandse kust het grootste intergetijdengebied ter wereld De Waddenzee. De Groningse en Friese kusten werden (en worden nog steeds) onderbroken door verschillende estuaria.

2.3 Geogenese van de Lauwerszee

Het ontstaan van het Lauwerssysteem (het getijdesysteem dat het Lauwersmeer heeft gevormd) is complex. Het estuarium¹ heeft zich gevormd door een wisselwerking van mariene en fluviatiele processen en antropogene (menselijke) activiteiten in het gebied. De mariene inbraken worden navolgend ingressies genoemd (Vos 2023) in plaats van de in het verleden gebruikte regressie- en transgressieterminologie. Echter, omdat in oude waardevolle literatuur vakraal gebruikt wordt, zoals Basisveen, Hollandveen, afzettingen van Calais en Duinkerke, is volledigheidshalve in tabel 2.3 de voormalige en huidige chronostratigrafie weergegeven.

Ten behoeve van onderstaande beschrijving van de geologische ontstaansgeschiedenis van het Lauwersmeer en de directe omgeving, is gebruik gemaakt van verschillende paleogeografische kaarten van Vos et al. (2018) en Vos (2023). De digitale kaarten zijn op de lokale topografische ondergrond geplot. De georeferentie is gecontroleerd en akkoord bevonden (intern commentaar Prolander).

Toch dient bij het reconstrueren van het landschap op basis van deze kaarten onderstaande kanttekeningen in acht genomen te worden (Knol en Vos 2018). De kaarten zijn gemaakt op een schaal van 1:100.000 op basis van geologisch bodemonderzoek, de AHN, C14-dateringen van veen en schelpen, archeologische dateringen en historische bronnen. In gebieden waar veel erosie heeft plaatsgevonden en derhalve de oorspronkelijke geologische opbouw niet meer aanwezig is (zoals ook in het Lauwersmeer), zijn lijnen getekend op basis van een *educated guess* gebaseerd op geologische en/of morfologische kenmerkende eigenschappen aan de rand van het huidige estuarium.

Duizenden ondiepe (5-10 m) en matig diepe boringen (10-50 m) en honderden sonderingen zijn uitgevoerd ten behoeve van de kartering van de top van de Pleistocene ondergrond en de situering van in latere perioden ontwikkelde kwelders, kwelderwallen en geulsystemen.

¹ Vos gebruikt het woord estuarium voor de monding van grote rivieren, bijvoorbeeld voor de Eems. Voor het voormalige Lauwerszeegebied gebruikt hij de term 'getijdebekken'; een veenrivier die in een getijdebekken uitkomt. In deze rapportage wordt de terminologie estuarium gebruikt, zijnde een gebied met zowel mariene als fluviatiele invloed.

Ondanks bovenstaande annotaties geven de kaarten een beeld van de veranderende geuldynamiek en globale positie ervan in het paleolandschap. De relatief grote geulsystemen kunnen mogelijk een (grotere) rol spelen in toekomstige zoute kwelsituaties in het gebied, die van invloed kunnen zijn op de landbouw en de zoetwatervoorraad. Hierbij wordt nogmaals benadrukt, dat de exacte locatie van waterstagnerende lagen, bestaande uit potklei en keileem, niet bekend zijn. Verder valt op dat de huidige morfologie nauwelijks terug te zien is op de paleogeografische kaarten, hetgeen betekent dat de ondergrond in de huidige situatie aanzienlijk aan verandering onderhevig is geweest door menselijk handelen.

Zandplaten als De Rug vormden nog onderdeel van de grote inbraakgeul. Bij een stijgende zeespiegel en de bodemdaling als gevolg van gaswinning kan dit mogelijk gevolgen hebben voor de grondwaterdynamiek en samenstelling ervan. Daarom is het van belang inzicht te verschaffen in de geogenese van het onderzoeksgebied.

Formatie-naam	Laagpakket	Voormalige benaming	Ouderdom	Afzettings-milieu	Lithologie
Naaldwijk	laagpakket van Walcheren	Afzettingen van Duinkerke of jonge zeeklei		Getijde, bovenste eenheid	Zand en klei
Nieuwkoop		Hollandveen		Moeras	Veen
Naaldwijk	laagpakket van Wormer	Afzettingen van Calais of oude zeeklei	Boreaal, Atlanticum, subboreaal	Getijde, onderste eenheid	Zand en klei
Nieuwkoop		Basisveen		Moeras	Veen

Tabel 2.3 Chronostratigrafie Holocene

2.3.1 Landschap na de laatste ijstijd tot begin jaartelling

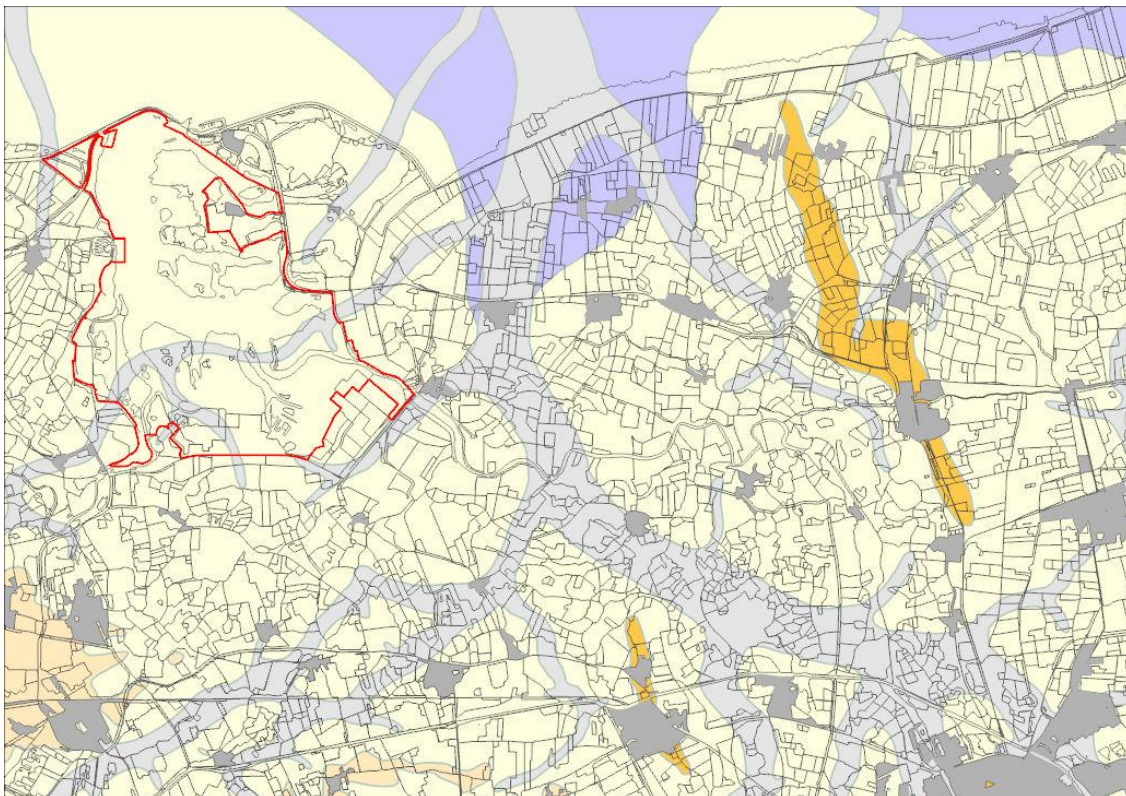
Aan het einde van het Pleistoceen tot in het vroege Holocene (circa 9000 v. Chr.) bestond de ondergrond van het overgrote deel van het onderzoeksgebied uit Pleistocene zanden (afbeelding 2.4). Ten oosten van het huidige Lauwersmeergebied bevond zich de Hunzemonding.

De hydrologische veranderingen in het Hunzesysteem en de genese van de Lauwerszee zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Het Hunzedal is een (voornamelijk) tijdens de Saaleijstijd ontstaan erosiedal, dat tijdens de laatste ijstijd (het Weichselien) grotendeels is opgevuld met dekzand. In het Holocene is het verder opgevuld met voornamelijk klei en veen en in de monding met getijdeafzettingen, die gemakkelijk erodeerden. Dit geldt ook voor het zijdal, dat vanuit het huidige Lauwersmeergebied iets ten noorden van Vierhuizen in het Hunzedal uitkwam.

Ergens tussen 7.000 v. Chr. (Buursma 2019) en 6.000 v. Chr. (Westerink in www.landschapsgeschiedenis.nl) werd het veenriviertje De Lauwers gevormd in een laagte van waarschijnlijk glaciële oorsprong in de omgeving van Surhuisterveen dat het Drents-Friese water naar de Noordzee afwaterde (Westerink). Een van de brontakken van de Lauwers, De Ryd, heeft hier tevens zijn oorsprongsgebied.

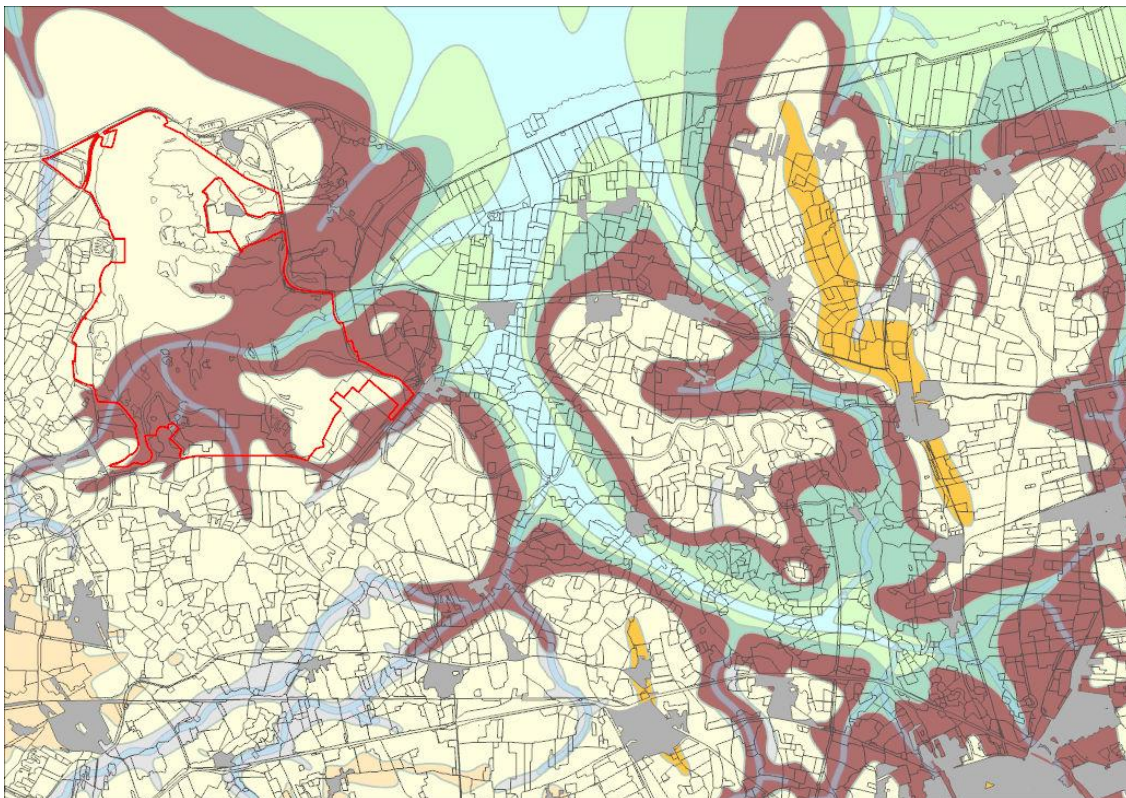
Buursma (2019) geeft aan, dat de vroegere Lauwerszee oostelijker lag dan tegenwoordig als zijnde één van de vele getijdebekkens en inbraakgeulen langs de Groningse en Friese kust. Het zeegat van het Lauwerssysteem lag oostelijk van de kern van Schiermonnikoog.

Door de stijgende zeespiegelstijging in het Holocene steeg de grondwaterspiegel in het kustgebied en ook verder landinwaarts. Op grote schaal vond veenvorming plaats. In het Friese Oosterlingo bevindt zich in de ondergrond een uitloper van het Drents plateau. Hierop kon veen zich achter een beschermende strandwal tussen circa 1750 en 500 voor Christus uitbreiden bij een afnemende zeespiegelstijging. Vos geeft aan, dat het ontstaan van en de vergroting van het Lauwerssysteem rond 500 voor Christus (dus nog voor de antropogene invloed) wordt verklaard door het verdwijnen van deze beschermde strandwal voor de kust.



Afbeelding 2.4 Paleogeografische kaart 9000 v. Chr. (Vos et al. 2018). Het projectgebied maakte onderdeel uit van het Pleistocene dekzandgebied, doorsneden door riviervlakten en beekdalen van het Hunze-systeem (grijs) in een (waarschijnlijk) voormalig gletsjerdal (paars). In oranje het stuwwalcomplex van de Hondsrug.

- Natura 2000
- paleogeografie waterlopen
- Hoge duinen
- Strandwallen en lage duinen
- Strandvlakten en duinvalleien
- Wadden en slikken
- Kwelders en riviervlakten
- Gebieden met kwelderwallen en -ruggen
- Veengebied
- Bedijkte kwelders en riviervlakten
- Bedijkte kwelders en riviervlakten
- Droogmakerij
- Stedelijk gebied
- Binnenwater
- Buitenwater
- Pleistocene zandgebieden, beneden 16m. -NAP
- Pleistocene zandgebieden, beneden 16 en 0m. -NAP
- Pleistocene zandgebieden, boven 0m. NAP
- Riviervlakten en beekdalen
- Rivierduinen
- Lössgebied
- Stuwwallen, gestuwde keileem en door stromend landijs gemodelleerde ruggen en dalen
- Gebieden met Tertiaire en oudere afzettingen
- Stuifzand
- Buiten land

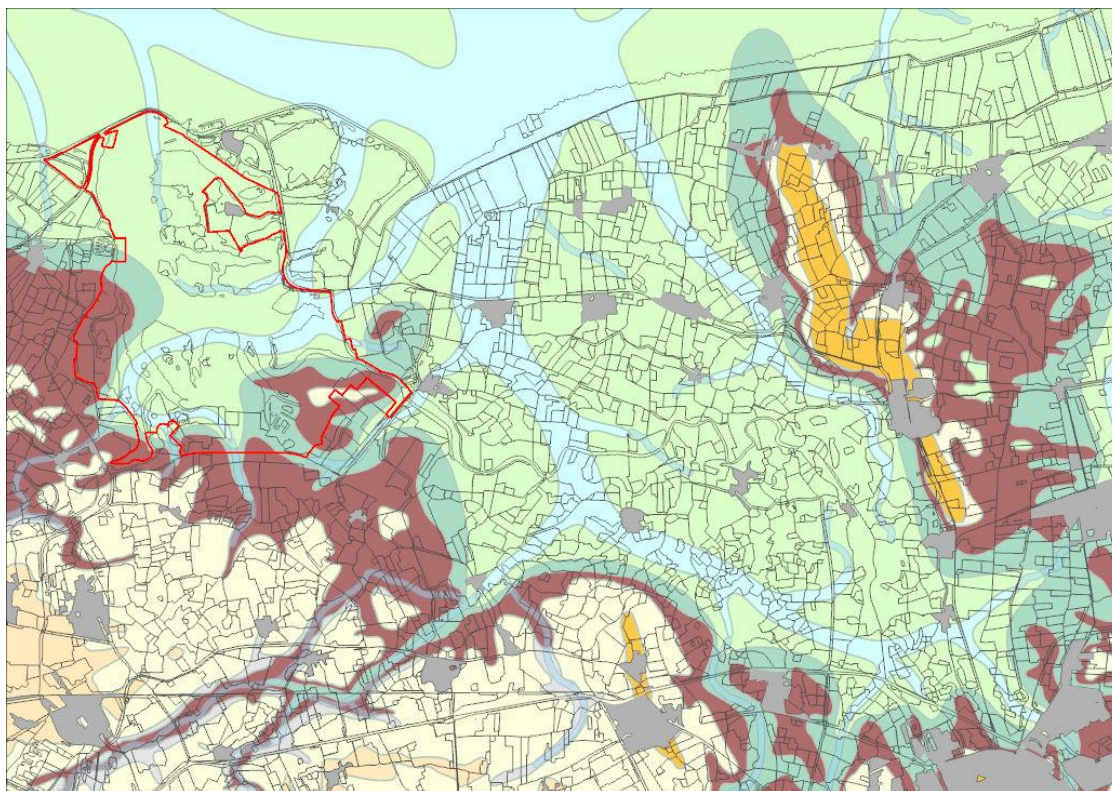


Afbeelding 2.5 Paleogeografische kaart 5500 v. Chr. (Vos et al. 2018)

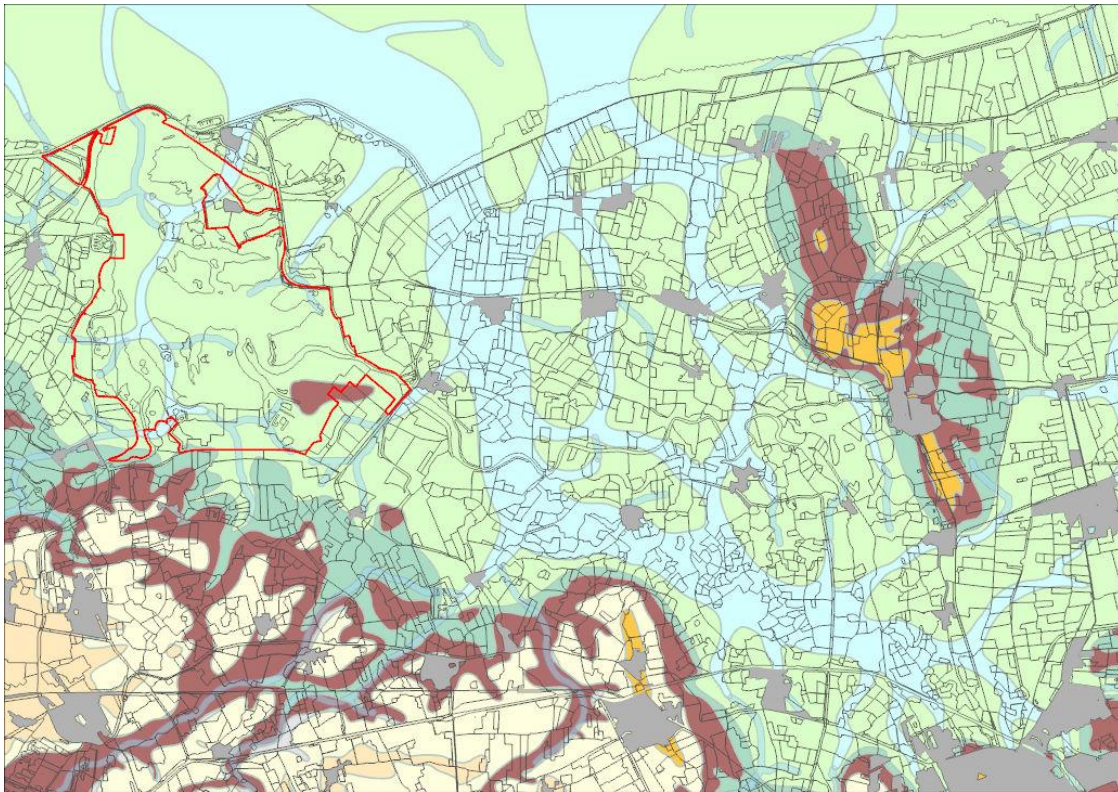
De kaart op afbeelding 2.5 laat zien dat aan weerszijden van het oorspronkelijke Hunzedal zich een waddegebied met kwelders en kwelderwallen kon ontwikkelen. Het basisveen op de kaart is zogenaamd 'kwelveen': gevormd in het randgebied tussen de (hoge) zandgronden en de (zich uitbreidende) getijdeafzettingen. Het kustveen (Hollandveen) vormde tijdens de afnemende zeespiegelstijging wanneer kwelderkreken dichtslibden en de afwatering in het (veen) achterland afnam (zie kaart van 1500 v. Chr. afbeelding 2.8).

Veenvorming vond met name plaats in de laaggelegen gedeelten van voormalige geulsystemen (afbeelding 2.4). Tot aan tenminste 5.500 jaar v. Chr. dagzoomde de Pleistocene zandige ondergrond in het midden en noordelijke deel van het huidige Lauwersmeergebied en de huidige Zoutkamperplaat.

Tussen 5000 en 2750 v. Chr. heeft het veen-kweldergebied zich door de zeespiegelstijging in landinwaartse richting verplaatst en werden over het lager gelegen veen-kweldergebied wad- en sliksedimenten afgezet (afbeelding 2.5 t/m 2.7). Rond 4000 v. Chr. (afbeelding 2.6) laat het landschap een compleet ander beeld zien: het Pleistocene oppervlak is vervangen door wadden en slikken. De voornamelijk langs de Hunzelooop gelegen kwelderwallen met daarachter het veen zijn geërodeerd en de kustlijn is zuidwaarts verplaatst. De relatief grote geul, die zijn oorsprong had in het achterland van Friesland, doorsneed het zuidelijke gebied in noordoostelijke richting en vond verbinding met het Hunzesysteem in een geulstelsel in de huidige Marnewaard en een meer zuidelijk daarvan gelegen. Deze geul was ogenschijnlijk dezelfde als in het vroeg Holoceen. Circa 1000 jaar later (afbeelding 2.7) was de kustlijn nog verder inlands teruggetrokken en bestond het gehele onderzoeksgebied uit wadden en slikken, doorsneden door een noordzuid gerichte geul en onder invloed van het oostelijk gelegen Hunzesysteem.



Afbeelding 2.6 Paleogeografische kaart 3850 v. Chr. (Vos et al. 2018)



Afbeelding 2.7 Paleogeografische kaart 2750 v. Chr. (Vos et al. 2018)

Rond 1000 v. Chr. kwamen sporadisch nog in het westelijke en zuidelijke deel van het huidige Lauwersmeergebied veenrelicten voor; het noordelijke en oostelijk gebied vormde onderdeel van een omvangrijk kwelder- en intergetijdensysteem, dat zich verder langs de kust oostwaarts voortzet. Tussen het veengebied in het huidige Lauwersmeergebied en het Hunze-fluvioglaciaal systeem was dus een groot kweldergebied aanwezig. De aangegeven geulen op afbeelding 2.8 zijn gesitueerd op de locaties van oude restgeulen, die thans nog in het landschap herkenbaar zijn.

Het Pleistocene Hunzedal is veranderd van een fluviaal systeem in een estuarium, alwaar ook mariene invloeden zichtbaar zijn in de aanwezigheid van mariene afzettingen. Door het ontbreken van Hollandveen kunnen de locaties van de hoofdgeulen niet met zekerheid worden aangegeven.

Omdat de dichtgeslibde kreken afstroom van zoetwater uit het achterland naar zee belemmerden, vond in de landwaarts gelegen kweldergebieden en in de beekdalen op grote schaal veenvorming plaats.

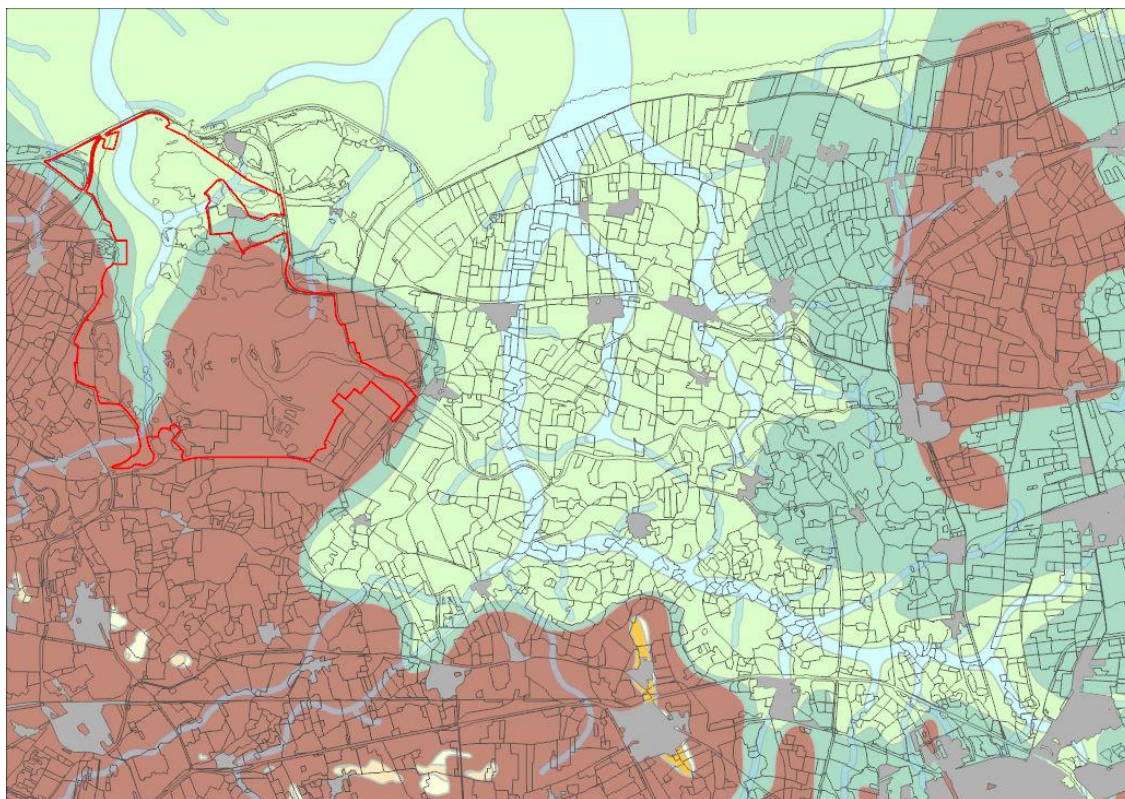
Tussen 500 en 300 v. Chr. (afbeelding 2.9) wordt het Hollandveen in noordoost Friesland overstroomd dan wel geërodeerd (Vos 1992) en vormen zich een aantal relatief grote getijgeulen. De grens tussen het kwelder- en intergetijdegebied is arbitrair.

In het westelijk deel van het huidige Lauwersmeergebied ontstond een grote getijgeul vanaf Engwierum naar het Lauwersmeer. Daarna is deze niet goed te volgen, vanwege de latere Lauwerssysteeminbraak.

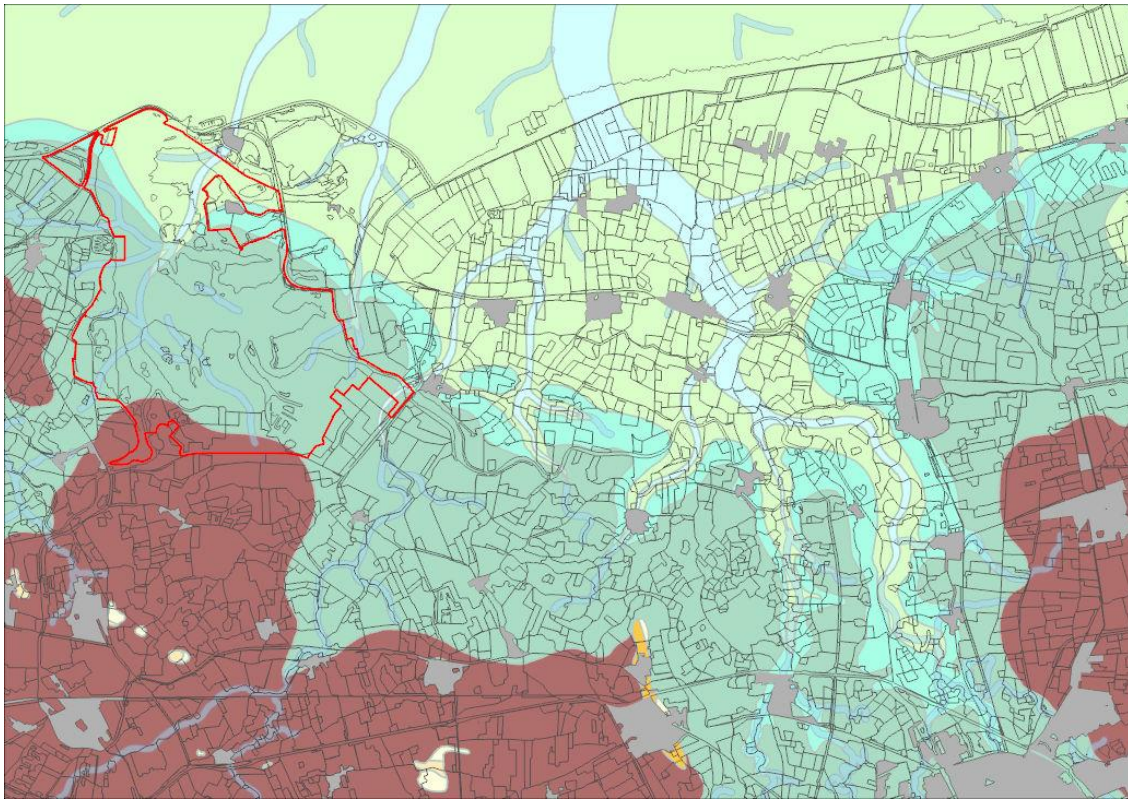
In Groningen daarentegen breidden de kwelders zich juist zeewaarts uit. Het Hunze-estuarium werd beperkter in omvang.

Er zijn geen aanwijzingen gevonden voor kwelderbewoning vóór 500 v. Chr., maar was in principe wel mogelijk op een kernpodium van circa 1 meter boven het kwelderoppervlak. Na 500 v. Chr. werden

wierden opgeworpen op de oude kwelderwallen, waarschijnlijk als gevolg van een stijging van het stormvloedniveau. De veengebieden in Friesland werden mede hierdoor afgeslagen, een mogelijke andere oorzaak is de oostwaartse migratie van de Waddeneilanden, waardoor de beschermende werking ervan voor het achterland werd opgeheven.



Afbeelding 2.8 Paleogeografische kaart 1500 v. Chr. (Vos et al. 2018)



Afbeelding 2.9 Paleogeografische kaart 500 v. Chr. (Vos et al. 2018)

Vanaf 500 v. Chr. vindt overslibbing van het Hollandveen in Oostergo bij Anjum plaats. Vos verklaart dit door (zoals reeds eerder vermeld) het wegvallen van een beschermmerde strandwal. Vanaf die tijd vindt er mariene erosie plaats in het Lauwersgebied ('transgressieve' fase). Vanaf de Romeinse tijd wordt deze ontwikkeling versterkt door menselijke activiteit middels veenontginningen en daarmee bodemdaling.

In het zuidelijk gedeelte van het onderzoeksgebied kwam nog veen voor; echter het grootste gedeelte van het gebied bestond uit een kweldergebied met geulen en prielen. De kustlijn, bestaande uit een rij noordwest-zuidoost gerichte kwelderwallen, had zich sterk noordelijk verplaatst. Het Lauwersmeergebied verlandde grotendeels door de terugtrekkende zeespiegel. Alleen in het noordelijke deel kwamen nog wadden en slikken voor. Vos noemt dit 'schuivende panelen': trans- (Lauwers) en regressieve (noordwest Groningen) komen gelijktijdig voor.

2.3.2 Landschap 0-500 AD

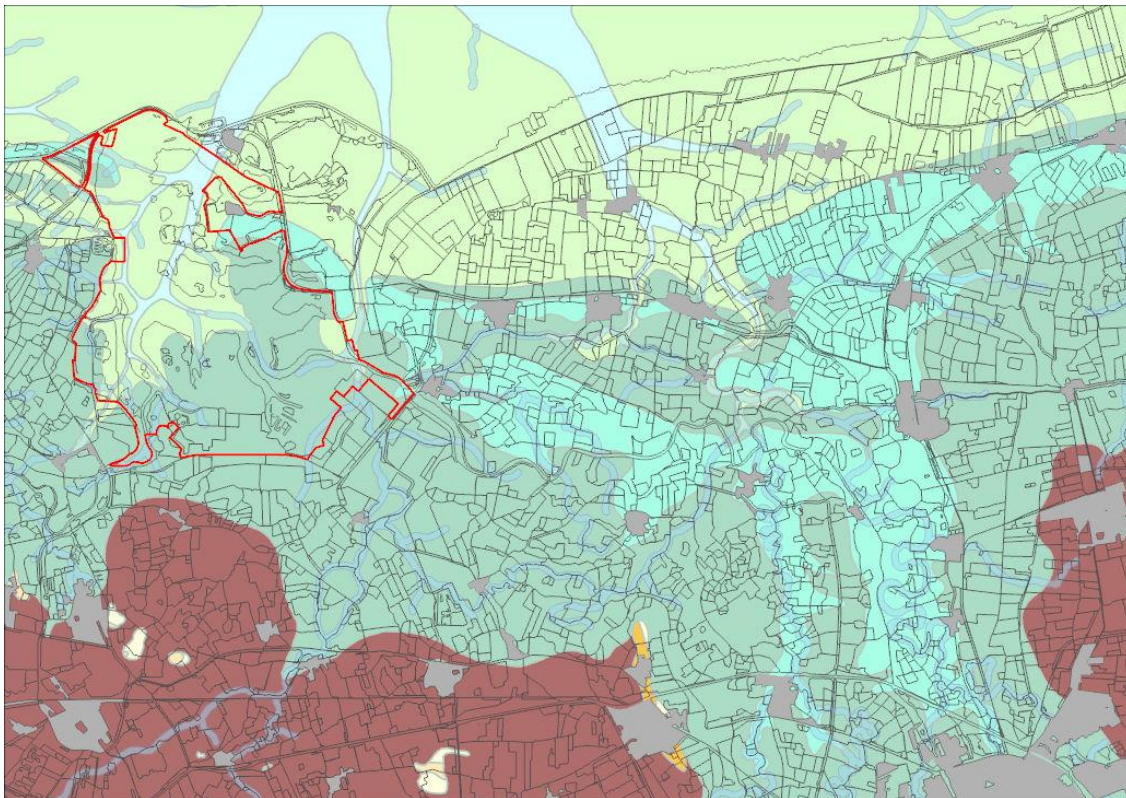
De noordwaartse kwelderaanwas in Groningen betekende een verdergaande vernauwing en verkleining van het Hunze-systeem (afbeelding 2.10); in de vroege Middeleeuwen was het Hunzedal nog maar gering van omvang. Het oorspronkelijke veengebied in noordoost Friesland werd door aanslibbing zo opgehoogd, dat kweldergroei zich ook verder zeewaarts ging verplaatsen.

Rond 500 AD breidden de kweldersystemen zich ook in het Lauwersmeergebied uit, maar vanwege de erosieve processen van het latere Lauwerssysteem zijn exacte dateringen niet mogelijk. Twee riviersystemen waterden af in de Waddenzee:

- Afwatering van het westelijk gelegen riviertje de Sennaer (als restant van het ijzertijd/Romeinse systeem)

- Afwatering van riviertje de Lauwers in het oostelijke systeem (ontbreken van Hollandveen in de ondergrond)

De kust kreeg een steeds strakkere oost-westgeïoriënteerde lijn. De kwelderwallen waren hoger opgeslibd dan die uit oudere perioden. Vanuit de restgeulen die verder dichtslibden, werden zware kleien afgezet. De waterkering belemmerde steeds meer de afvoer van zoet water uit het achterland, waardoor dit achter de kwelderwallen op de kleien vooral 's winters stagneerde. De gebieden kwamen blank te staan, aangevuld met zout water tijdens springtij en/of stormvloed (Griede, 1978, Roeleveld, 1974 en Vos, 1992).

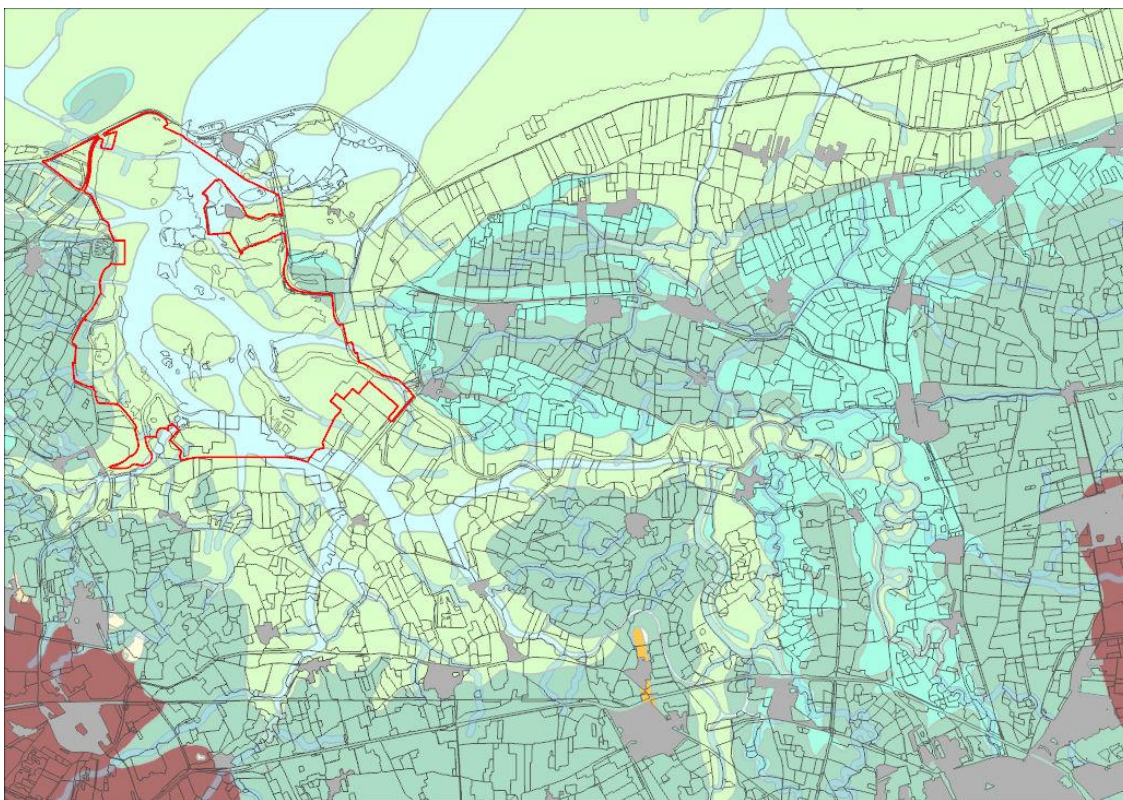


Afbeelding 2.10 Paleogeografische kaart 100 na Chr. (Vos et al. 2018), ingezoomd op het projectgebied.

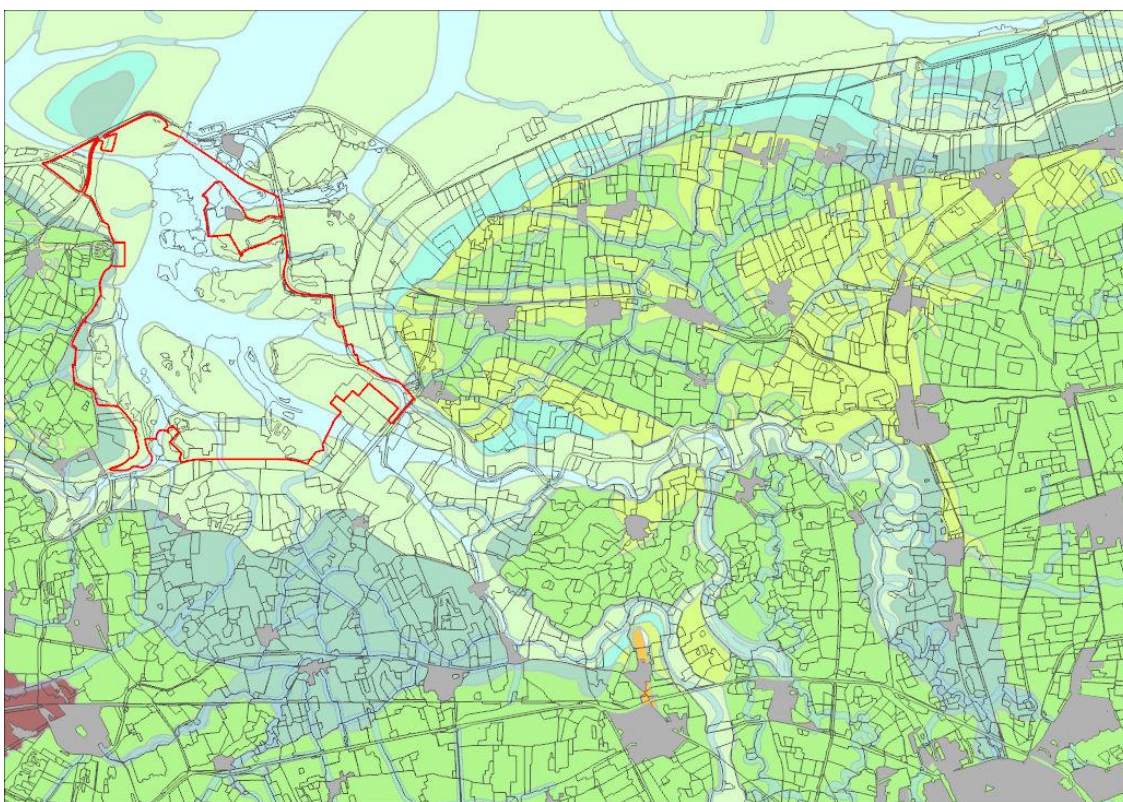
2.3.3 Inbraak Lauwerssysteem (vanaf circa 500/800 AD - 1250 AD)

Binnen de wetenschap bestaat geen volledige consensus over de datering van de inbraak van het Lauwerssysteem (afbeelding 2.11 en 2.12). Vos (1992) stelt deze op de 8^e/9^e eeuw. Buursma (2019) geeft aan dat de huidige inzichten vermoeden dat vanaf de tiende eeuw het Lauwerszee-estuarium als zee werd beschouwd.

Vos (mondeling commentaar): 'de ingrepen van de mens op het kwelder-veenlandschap waren tot circa 500 na Chr. beperkt, maar in de vroege Middeleeuwen nam die invloed weer sterk toe door bewoning en afgraving van veen en daarmee gepaard gaande bodemdaling. Hierdoor werd het gebied toegankelijk voor mariene invloed (zie verderop). Het is waarschijnlijk dat de verbinding tussen de Hunze en de Lauwers gegraven en dat deze daarna een grote getijdengeul (Reitdiep) geworden is. Aanwijzing hiervoor is de haakse (onnatuurlijke) bocht tussen de Hunze en het Reitdiep. De vergroting van de gegraven slootverbinding naar getijdengeul heeft tijd nodig. Dat verklaart mogelijk bovenstaand verschil in periode van ontstaan (*time lag*): van kleinere slootverbinding naar grote dynamische getijdengeul.



Afbeelding 2.11 Paleogeografische kaart omstreeks 800 na Chr. (Vos et al. 2018); het huidige Vlinderbalgbos bevindt zich in deze periode op het restant van kwelderwal.



Afbeelding 2.12 Paleogeografische kaart 1250 na Chr. (grootste uitbreiding Lauwerszee; Vos et al. 2018). Tot in de elfde of twaalfde eeuw breidde het water zich uit tot aan de zandrug van Ooster- en Westerzand (Buursma 2019).

De Lauwerszee-inbraak veroorzaakte een geulinsnijding van naar schatting 25 tot 30 m diep, waarbij lateraal ook een aanzienlijk deel van het oorspronkelijk Hollandveen, de oude mariene afzettingen en het Pleistocene oppervlak (Vos 1992) werd geërodeerd. Het centrale profiel van de geul bevond zich op de flank van het pleistocene Hunze-dal; de top van het Pleistoceen helt van west naar oost van circa 6 tot 12 meter -NAP.

De hoofdgeul binnen het projectgebied bevond zich nog meer oostwaarts dan tegenwoordig (afbeelding 2.11). Het sub/intergetijdegebied werd meer dan verviervoudigd. Vanuit deze geul liep een grote geul, de voorloper van het huidige Nieuwe Robbengat, oostwaarts richting het noorden met de huidige Marnewaard. De Rug, het westelijke deel van het Ballastplaatbos (geen Natura 2000-gebied), de Zuidelijke Lob en westelijk gedeelte van de Zuidelijke Ballastplaat en Schoenerbult zijn volledig gesitueerd binnen de gereconstrueerde begrenzing van de hoofdgeul. Deze zandplaten bestonden (waarschijnlijk) nog niet. Vanuit zuidwaartse richting wordt het estuarium gevoed door de voorlopers van het Dokkumerdiep (ook een door de mens gegraven waterverbinding, die uiteindelijk veranderde in een getijdegeul), het Kommerzijldiep en het huidige Reitdiep.

Oorzaken ontwikkeling Lauwerszee

Volgens Westerink en Knol en Vos (2018) hebben minimaal vijf oorzaken geleidelijk geleid tot het ontstaan van de Lauwerszee vanaf circa 600 na Chr. (afbeelding 2.11):

A. Verlegging van de hoofdgeulen in de Waddenzee en de verruiming van de monding van de Lauwers

Rond het begin van de jaartelling vormde zich in de Waddenzee een nieuwe zeeverbinding tussen het Westgat (westelijk van Schiermonnikoog) en de hoofdgeul van het Lauwerszeesysteem, de huidige Zoutkamperlaag. De verruiming van de monding van de Lauwers begon aan Friese zijde.

B. Inklinking en bodemdaling als gevolg van menselijke activiteiten

Vanaf de Romeinse tijd (Griede, 1978) begon men het veen in de kwelders, dat zich bevond onder de mariene kleilagen, te ontginnen ten behoeve van brandstof (turf) en verkrijgen van zout door het veen te verbranden (selnering of moernering). Het meeste veen is waarschijnlijk afgegraven tussen 700 en 900 AD. Hierdoor stond het (rest)veen ook bloot aan de lucht, hetgeen heeft geleid tot oxidatie, verdere inklinking en bodemdaling. Ook langs het veenriviertje de Lauwers werd veen afgegraven, waardoor bodemdaling optrad (Mol e.a., 1990).

Door deze activiteiten werd de komberging in het kweldergebied vergroot en de erosiebestendige kleilaag (op het veen) afgegraven en/of verstoord (Vos 1992).

Hierdoor had de zee makkelijker invloed in het achterland. De grotendeels dichtgeslibde veenriviertjes werden geërodeerd. Het veen in de kwelders werd gemakkelijk weggeslagen door de ontbrekende of vergraven kleilaag. Dit had een vergroting van de komberging tot gevolg en daarmee een vergroting van de geulsystemen in het achterland. Als gevolg van dit zelfversterkende erosieve proces vonden vanaf circa 600 na Chr. grootschalige overstromingen plaats (afbeelding 2.10). Tot aan de elfde of twaalfde eeuw werd nog veen ontgonnen onder de klei. In deze periode had de Lauwerszee de grootste omvang (afbeelding 2.12).

Het veengebied achter de kwelders werd toegankelijk voor akkerbouw door het te ontwateren. Dit leidde tevens tot bodemdaling en een verhoogd risico op doorbraken en overstromingen met erosieve krachten tot gevolg. De bodemdaling in het kustgebied wordt ingeschat op 3 tot 6 meter (Vos 2023).

C. Geuldynamiek

Als gevolg van de hierboven beschreven veenontginning en bodemdaling konden de aanwezige geulen, vooral bij stormvloed, zich lateraal uitbreiden. Hierdoor werd de komberging vergroot met

een grote aanvoer van in- en uitgaand water. Er ontstond een zelfversterkend proces van erosieve krachten, waarbij de geul steeds groter en dieper werd. Kwelderwallen werden geërodeerd (afbeelding 2.9). Ook door de gegraven waterverbinding tussen de Lauwers en de Hunze werd het kombergingsgebied vergroot.

D. Verstoppte afvoer veenstromen uit achterland

Het dichtslibben van het Hunze-mondingsgebied in de vroege Middeleeuwen zorgde voor een ophoping van water in het achterliggende kweldergebied. De benedenloop van het Reitdiep en het Dokkumer Grootdiep werden (zoals eerder beschreven) gegraven om het opgehoopte water af te voeren naar de Lauwerszee. Door tevens mariene invloed ontstonden brede en meanderende waterlopen.

E. Incidentele grote stormvloed

Vos (1992) denkt aan een snelle en catastrofale inbraak van het Lauwerssysteem vanwege zandige afzettingen erosief gelegen op een onderliggend klei/veenpakket. Recent onderzoek bij Anjum heeft echter een meer geleidelijker proces vanaf 500 v. Chr. aangetoond. Waarschijnlijk zijn de stormvloed van grote invloed zijn geweest op de vergroting van de gegraven geulverbinding naar de Hunze tussen Lauwers en Reitdiep.

2.3.4 Verlanding Hunzesysteem

Door de bodemdaling veranderde het veengebied in een kweldergebied van een stelsel van eilanden en schiereilanden doorsneden door krekens. De vorming van de Lauwerszee had grote invloed op de stromingsrichting van De Hunze. Die beek had zijn monding oorspronkelijk nabij Pieterburen.

Tussen 700 en 800 na Chr. (afbeelding 2.10) maakte een van de zijgeulen van de Lauwerszee (het Reitdiep) contact met De Hunze, waardoor het stroombed werd verlegd naar het westen (Knol en Vos 2015) en de noordelijke bedding van De Hunze langzaam in de elfde en twaalfde eeuw verlandde. De nieuwe Hunzemonding in de Lauwerszee kreeg de naam Reitdiepmonding, vanwege de uitgestrekte rietvelden. De kwelders rond Zoutkamp en Vierhuizen gingen hierbij verloren. Naast de mariene invloed in Groningen op de Oude Riet en de Hunze brak in Friesland de zee in via de Zuider Ee en het Dokkumer Grootdiep. Na de Lauwersinbraak vormden de kwelderwallen zich meer parallel aan de hoofdgeul en zuidwest-noordoost gericht. Sedimentatie vond plaats aan de randen van de geulen.

2.3.5 Veranderingen in hoofdgeulsystemen

Rond 1000 AD lag de hoofdgeul van het Lauwerssysteem waarschijnlijk ter hoogte van het oostelijk deel van Schiermonnikoog. Tussen 1300 en 1350 AD verschuift de geul oostwaarts en verliest het contact met het Lauwerssysteem. Het Friese Zeegat vormde zich aan de westelijke kant van het wantij, dat lag tussen Friesland en Schiermonnikoog.

Het Friese Zeegat aan de westzijde van Schiermonnikoog stond tot 1300 AD nog niet in verbinding met de toenmailige Lauwerszee. Tussen Schiermonnikoog (in die tijd grotendeels westelijk van het huidige eiland gelegen) en het Friese vasteland lag in die tijd een wantij (Overdiep, 1958; De Haan, e.a., 1983; Reitsma, 1991). Het kombergingsgebied van het Lauwersmeergebied ressorteerde toen nog onder het zeegat de Lauwers, dat in die tijd nog onder het oostelijke deel van Schiermonnikoog lag. Tussen 1300 en 1350 AD breekt het wantij tussen Friesland en Schiermonnikoog door en neemt het Friese Zeegat het kombergingsgebied van het Lauwersmeergebied over van het zeegat de Lauwers, die daarna het contact met de Lauwerszee verliest (De Haan, e.a., 1983; Reitsma, 1991).

De nieuwe getijgeul ligt ten westen van de huidige Cleveringsluizen en is kleiner dan de afmetingen van de oude hoofdgeul, die ten oosten van de sluizen ligt. Dit kan deels verklaard worden door het kleinere kombergingsgebied rond 1350 AD in vergelijking met de Lauwersdoorbraak rond 800-1000 AD. Maar mogelijk werd deze geul al (gedeeltelijk) gevormd tijdens voormalige ingressies.

2.3.6 Omslag van het paleolandschap in huidige landschap

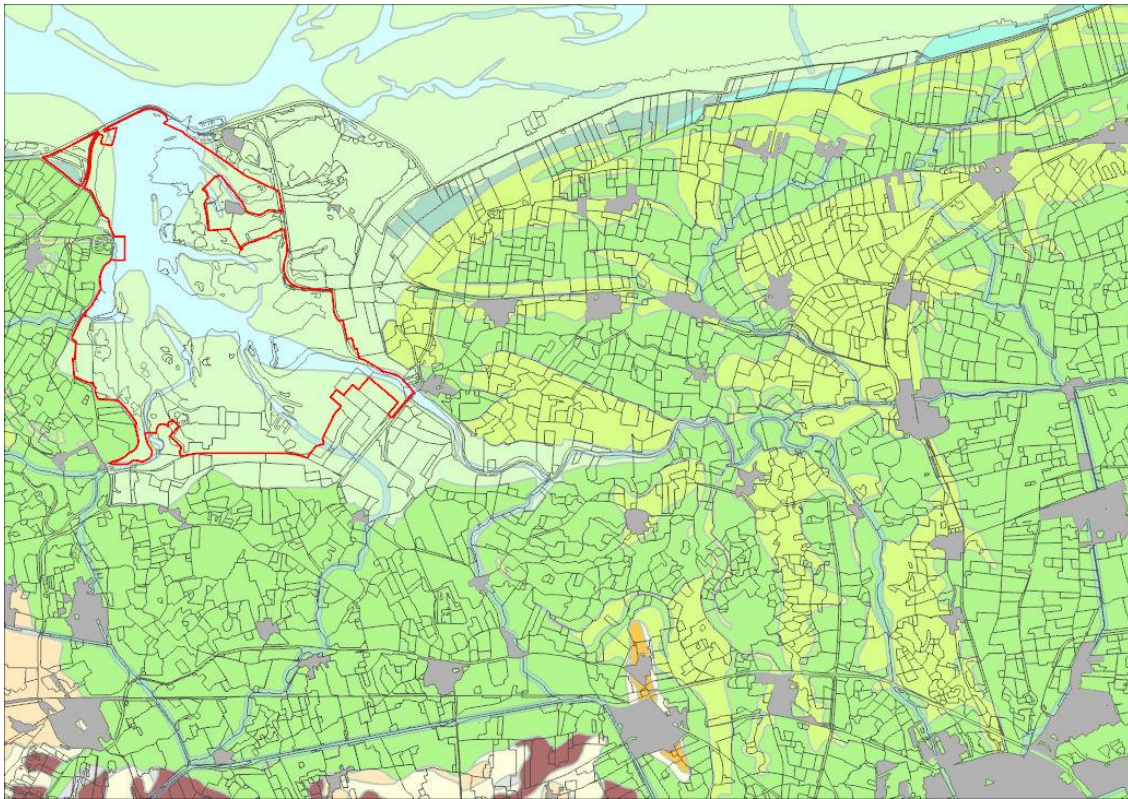
De verdergaande invloed van de mens op het landschap wordt uitgebreid besproken in hoofdstuk 5. Hieronder volgt een korte voorzet wat betreft veranderingen ten opzichte van de invloed van de zee in het gebied.

Na circa 1000 na Chr. wordt de mens de dominante factor in landschapsontwikkeling in het gebied; vrijwel het gehele natuurlijke kwelder-veenlandschap wordt bedijkt. Het 'natuurlijke getijdenlandschap' veranderde in een 'cultuurlandschap', aldus Vos (persoonlijk commentaar).

De menselijke ingrepen hadden ook gevolgen voor het gehele waddengebied. Tijdens storm kon het verhoogde zeewater zich niet meer over de kwelders uitspreiden en werd/wordt opgestuwd tegen de dijken. Het maximale stormvloedniveau (Extreem Hoog Water) ging daarmee meters omhoog. Door enerzijds bodemdaling en anderzijds stijging van het EHW door bedijkingen werden omstandigheden voor overstromingsrampen gecreëerd.



Afbeelding 2.13 Paleogeografische kaart 1500 AD (Vos et al. 2018)

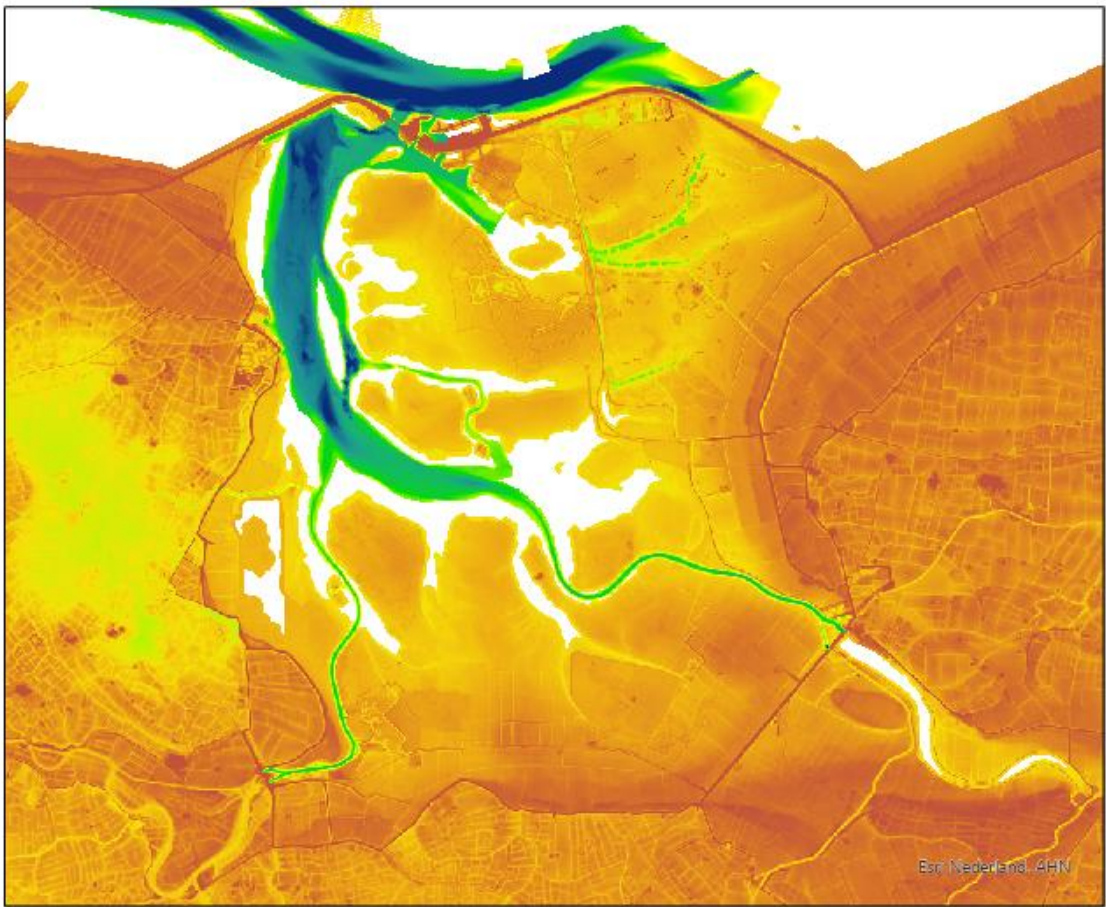


Afbeelding 2.14 Paleogeografische kaart 1850 (Vos et al. 2018)

2.4 Hoogteligging en geomorfologie

De hoogteligging in het Lauwersmeergebied wordt tegenwoordig bepaald door de waterbeweging tussen de Waddenzee en de voormalige Lauwerszee, voornamelijk via de Zoutkamperlaag. Deze hoofdgeul heeft een maximale diepte van meer dan 8 meter (afbeelding 2.15). In het Lauwersmeer vertakt de Zoutkamperlaag zich in de Slenk en het Nieuwe en Oude Robbengat, die op hun beurt weer in steeds smaller en ondieper wordende geulen splitsen.

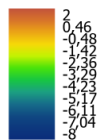
Deze geulen verdelen het gebied in verschillende platen. Over het algemeen zijn de oevers in het zuiden steiler, terwijl meer naar het noorden veel flauwere hellingen voorkomen. De hoogte van de platen neemt naar het midden toe. Het droge deel van het Lauwersmeergebied is over het algemeen tamelijk vlak. In het centrale natuurgebied liggen de hoogste delen van de platen net boven het NAP, terwijl de Zuidelijke lob, de Pampusplaat en de Bochtjesplaat minder hoog zijn. Langs de polderrand neemt de hoogte geleidelijk toe, waarbij de hoogste delen worden gevormd door de voormalige kwelders.

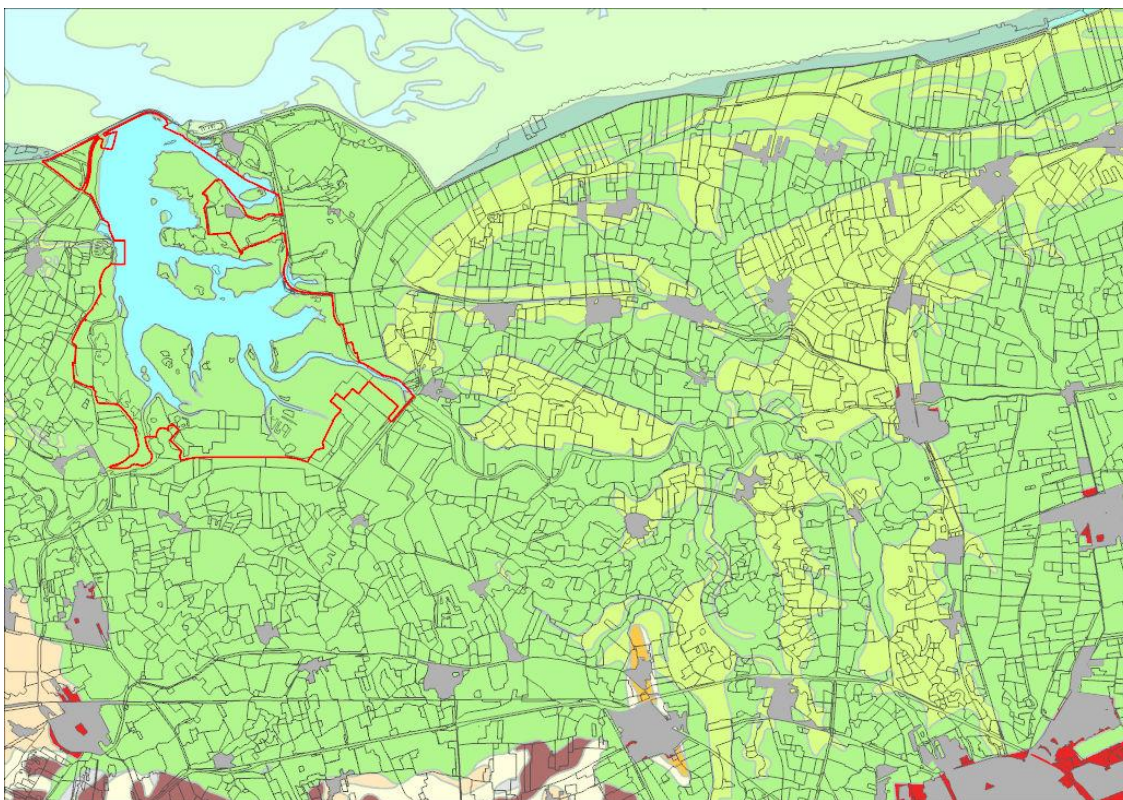


Afbeelding 2.15 Hoogtekaart Lauwersmeergebied en omgeving (AHN4)

Legend

Hoogte in m tov
NAP



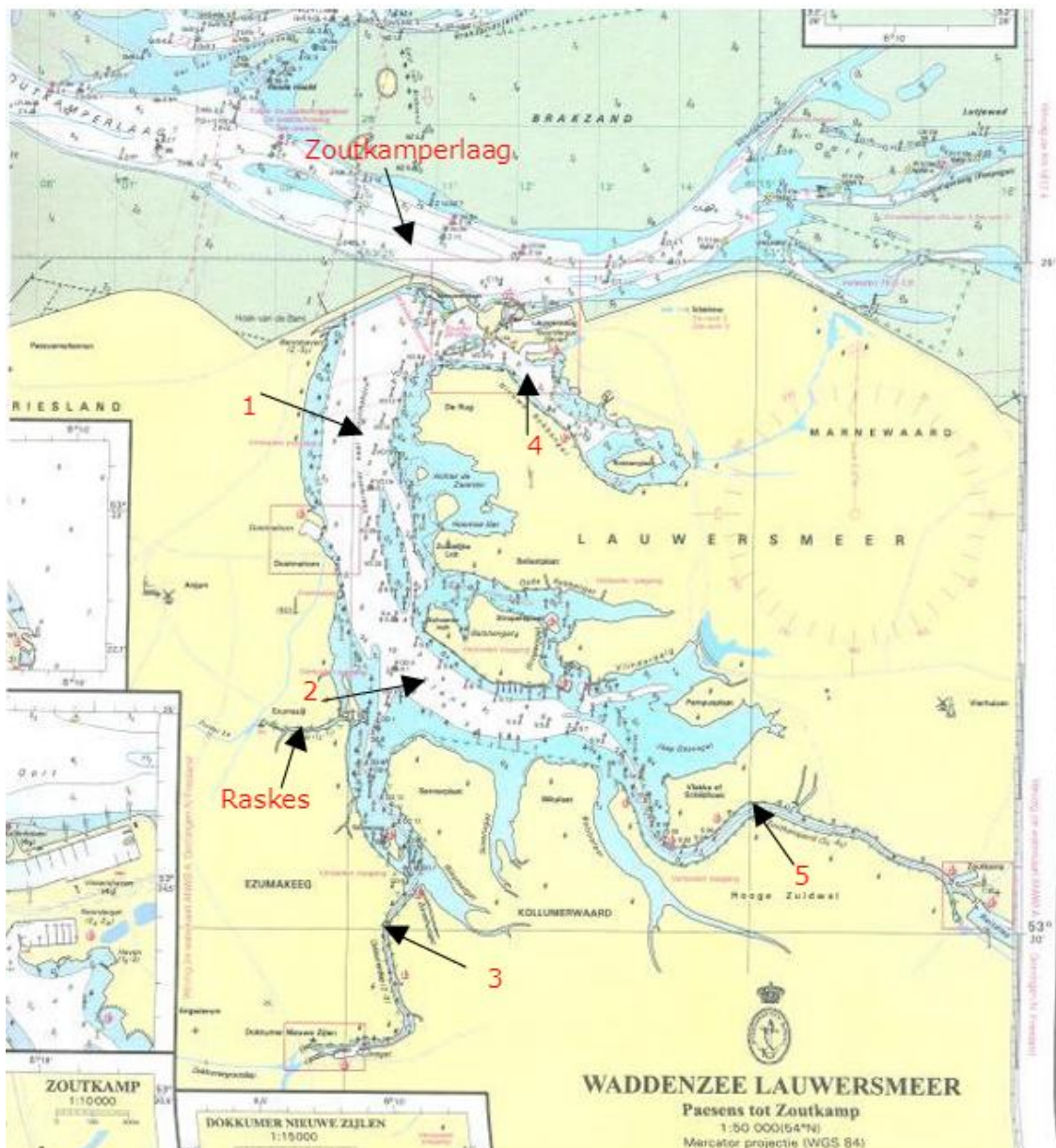


Afbeelding 2.16 Huidige situatie (Vos et al. 2018)

2.5 Geomorfologische veranderingen na de afsluiting

Oorspronkelijk vormde de Lauwerszee onderdeel van de vloedkom van de Zoutkamperlaag (afbeelding 2.16). Na de afsluiting van het estuarium met de getijdendynamiek en aanvoer van zoet water en bijbehorende zoute en brakke zones ontstond er een nieuw, gedeeltelijk door mensen aangelegd en ingericht landschap. Het oorspronkelijke systeem van geulen en wadslikken, zandplaten, kwelders- en kwelderwallen werd vervangen door duizenden hectaren droogliggende zandplaten doorsneden door geulen met een vast waterpeil. Mariene en fluviatiele sedimentatie van zand en klei in het estuarium kwam tot stilstand.

Dit alles had enorme gevolgen voor de morfologie, de hydrologie (hoofdstuk 3), de bodems (hoofdstuk 4) en de natuur (hoofdstuk 6).



Afbeelding 2.16 Benaming geulsystemen Lauwersmeer: 1. Vaarwater naar Oostmahorn, 2. Slenk, 3. Dokkumerdiep, 4. Nieuwe Robbengat, 5. Zoutkamperril (WUR 2005)

2.5.1 Morfologische veranderingen in het Lauwersmeer

Gemiddeld waren de winterpeilen van nature hoger dan de zomerpeilen. Tegenwoordig is er sprake van een vast streefpeil van -0,93 m onder NAP (het water staat met enige regelmaat hoger vanwege beperkte afvoermogelijkheden richting zee als gevolg van hoge zeewaterstanden; zie verder hoofdstuk 3). Door het gebrek aan peildynamiek verandert de morfologie van het oorspronkelijke systeem. Als gevolg van het relatief constante peil treedt door windgolven afkalving van de oevers van de zandplaten op met een afname van het areaal aan slikkige oevers als gevolg. Dit wordt versterkt door erosie na grote afvoer van water in de wintermaanden bij overstromingen van de lage gedeelten en bodemdaling door gaswinning (Kleefstra et al., 2020/22).

Uit het onderzoek van de WUR (2005) blijkt, dat in de periode tussen 1969 en 2005 in de kleine geulen zoals de Zoutkamperril en Dokkumerdiep een aanslibbing met fluviatiel sediment uit het achterland van circa 0,5 tot 1,0 m heeft plaatsgevonden. Ook de morfologie van de grote geulen is door sedimentatie

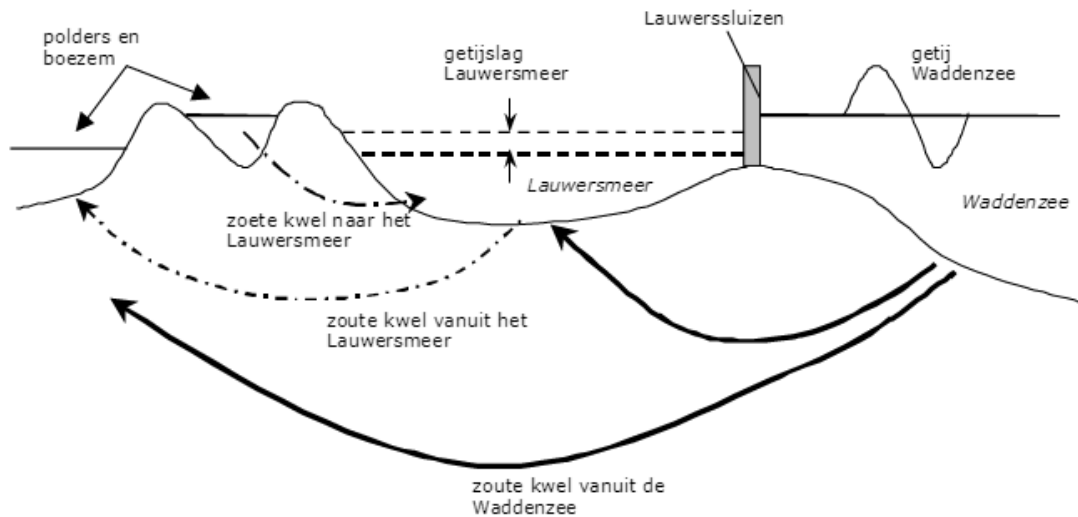
aan verandering onderhevig (hetzij nog relatief gering); ook vanuit de Waddenzee wordt (waarschijnlijk) via lekkages via de spui- en schutsluizen marien slib verspreid binnen de geulen, die verondiepen.

2.5.2 Bodemdaling als gevolg van gaswinning

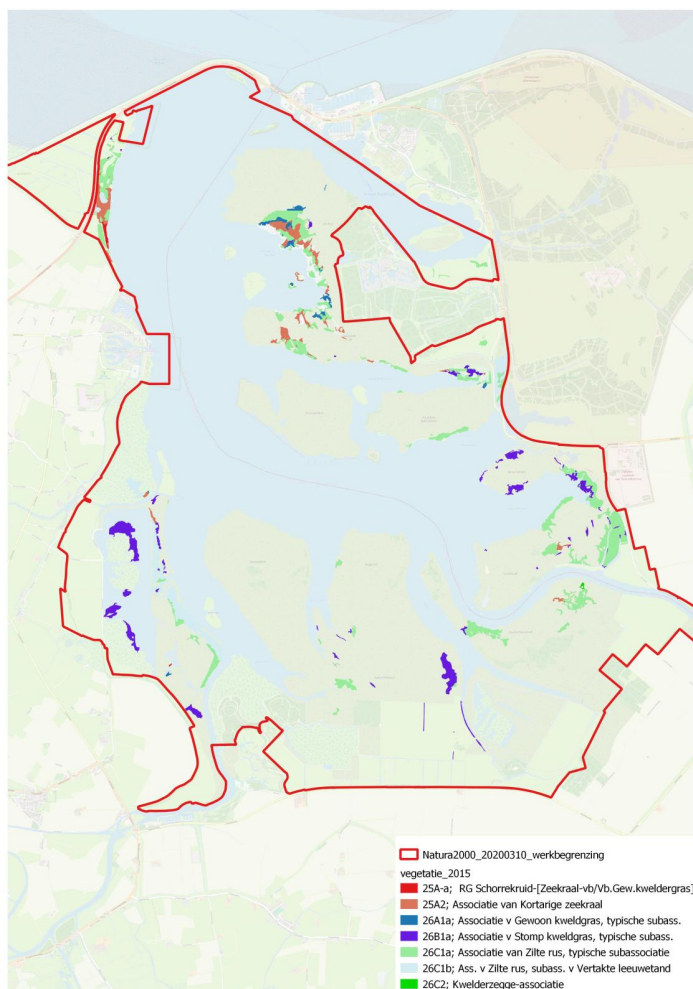
Door gaswinning treedt er een, aan het maaiveld meetbare, bodemdaling op in het Lauwersmeergebied. Door de geringe sedimentatie in het gebied kan de grondwaterspiegel dichterbij het maaiveld komen te liggen, hetgeen tot vernatting en in een deel van het gebied tot een verdere verzouting kunnen leiden (Kleefstra et al., 2020/22).

2.6 Samenvatting, conclusies en aanbevelingen

- Kwelstromen vanuit diepere, pré-Kwartaire lagen (afbeelding 2.1 en 2.2) in de ondergrond zijn in dit gebied onwaarschijnlijk vanwege het horizontale karakter van het gebied. De potklei is echter niet horizontaal gelaagd en de keileem niet vlakdekkend. De Holocene gelaagdheid laat wel differentiaties zien in mariene en fluviale sedimenten.
- De Formatie van Peeloo kan op korte afstand lithologisch sterk verschillen. Het geologisch model van afbeelding 2.1 en 2.2 laat het lokaal voorkomen van potklei niet zien. Net als het voorkomen van stagnerende lagen keileem uit latere perioden zijn deze van groot belang voor het geohydrologisch model. In hoofdstuk 7 wordt dit weergegeven als knelpunt en kennislacune: de exacte locatie van waterstagnerende lagen, bestaande uit potklei en keileem, zijn onvoldoende bekend.
- Kwelstromen worden aangedreven door waterstandsverschillen. Toekomstige zeespiegelstijging veroorzaakt mogelijk toenemende kweldruk, waardoor er mogelijk meer zoute kwel via de paleogeulen het gebied binnendringt (weg van de minste weerstand).
- De mate van invloed van voorgenoemde grote paleogeulsystemen op het grondwater is onbekend en daarmee op bijvoorbeeld de zoetwatervoorraad, de duinvalleien en de landbouw (mogelijk toenemend chloridegehalte op zuidelijke landbouwgebieden; afbeelding 2.10).
- Invloed zoute kwel op Ballastplaat zichtbaar in zilte plantassociaties (afbeelding 2.18). Mogelijk nog steeds onder invloed van de paleogeulen (afbeelding 2.11 t/m 2.14). Zie ook het onderzoek De Vries (2022): is most likely saline (ground)water from the previous Lauwerszee.
- De grondwaterdynamiek is onduidelijk als gevolg van bodemdaling en zeespiegelstijging. Het is niet bekend in hoeverre dit elkaar versterkt.
- De morfologie van het huidige Lauwersmeer is aan verandering onderhevig. Als gevolg van windgolven treedt afkalving van de slikkige oevers van de zandplaten op. Dit wordt versterkt door oppervlakkige afvoer van regenwater in de winter van de lage gedeelten. Bodemdaling kan dit proces eveneens versterken. De grote geulen verontdiepen als gevolg van sedimentatie uit het achterland, locale erosie en afzetting en geringe aanvoer van sediment uit de Waddenzee.



Afbeelding 2.17 Principe van kwelstromen rond het Lauwersmeer (WUR, 2005)



Afbeelding 2.18 Plantenassociaties duidend op zilte omstandigheden

3 Hydrologisch functioneren Lauwersmeer

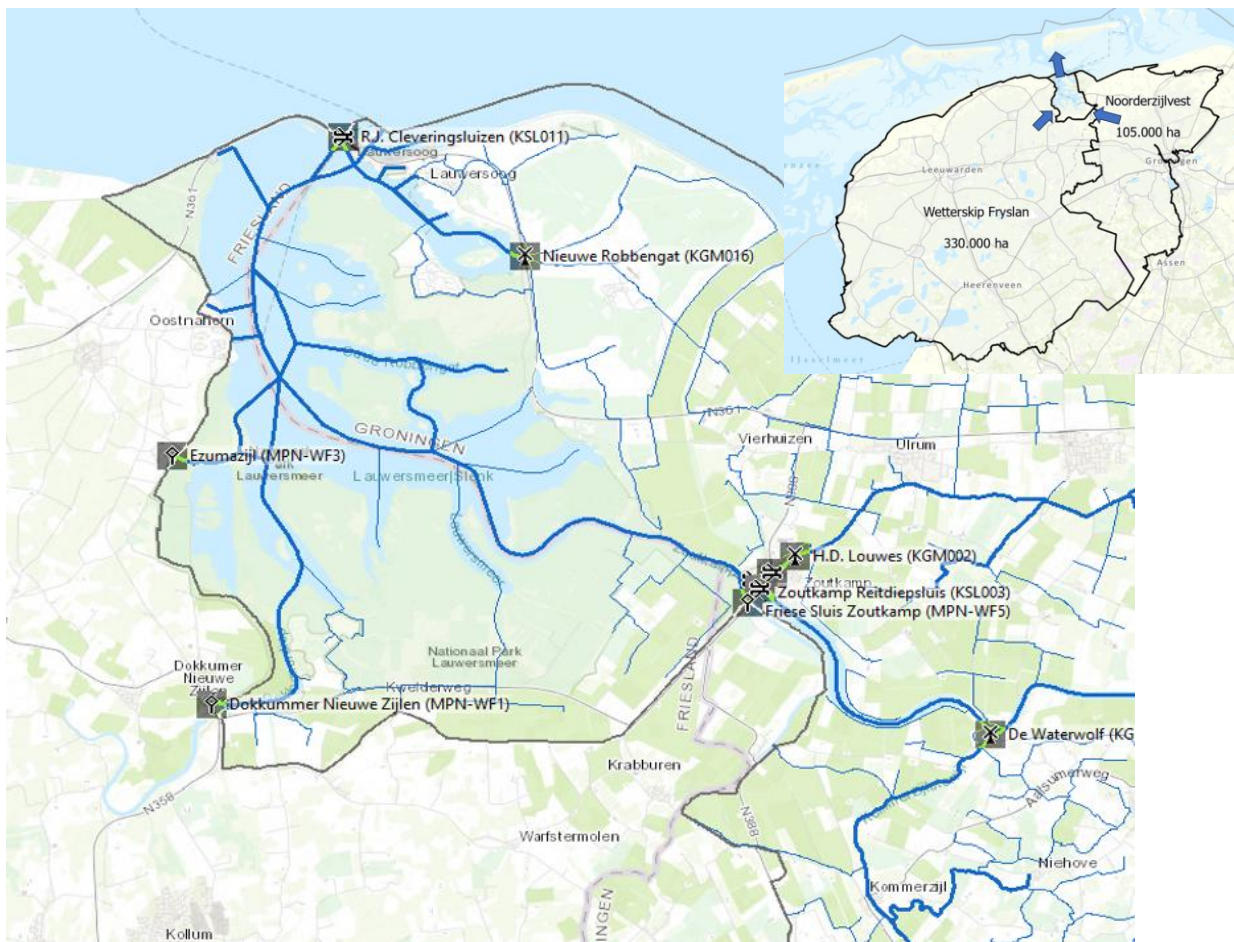
Dit hoofdstuk beschrijft het watersysteem van het Lauwersmeer en het afwaterend gebied. Het hoofdstuk begint met een beschrijving van het hoofdwatersysteem. Vervolgens wordt de peildynamiek op het Lauwersmeer beschreven in paragraaf 3.2, gevolgd door een waterbalans in paragraaf 3.3. De afwaterende hoofdsystemen worden beschreven in paragraaf 3.4, gevolgd door de belangrijkste hydrologische ontwikkelingen in paragraaf 3.5. Vervolgens komen de hydrologische ontwikkelingen sinds 1969, grond- en oppervlaktewater en klimaatverandering aanbod. Afgesloten wordt met de synthese en conclusies.

3.1 Beschrijving hoofdwatersysteem

Oppervlaktewatersysteem

Het oppervlaktewatersysteem van het Lauwersmeer staat onder invloed van twee systemen. Zowel het grootste gedeelte van het beheergebied van waterschap Noorderzijlvest als het grootste gedeelte van het beheergebied van het wetterskip Fryslân watert erop af (zie afbeelding 3.1). Het gebied dat afwatert via het Lauwersmeer behelst totaal zo'n 440.000 hectare. In de kaart is op hoofdlijnen onderscheid gemaakt tussen de Friesche boezem, de vrij afwaterende gebieden in beheer van Noorderzijlvest en de polders die direct op het Lauwersmeer afwateren. In paragraaf 3.4 worden deze afwaterende systemen beschreven.

Het afstroomgebied is via een aantal gemalen en sluizen aangesloten op het Lauwersmeer. Aan de kant van het wetterskip zijn dit Ezumazijl, Dokkummer Nieuwe Zijlen en Friese Sluis Zoutkamp. Aan de kant van waterschap Noorderzijlvest is dit De Waterwolf via Zoutkamp de Reitdiepsluis en H.D. Louwes. Noordelijker gelegen bevindt zich ook nog Nieuwe Robbengat. Via de R.J. Cleveringsluizen wordt het water op de Waddenzee gespuid (afbeelding 3.1).



Afbeelding 3.1 Overzichtskartaafvoergebied en belangrijke kunstwerken rondom het Lauwersmeer

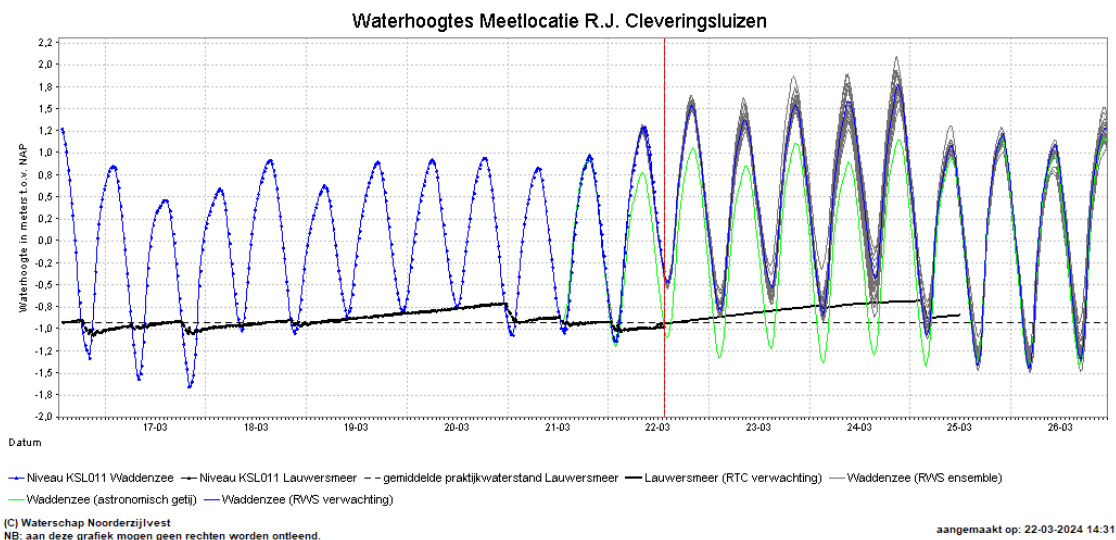
3.2 Peilen en fluctuaties: Lauwersmeer

Het Lauwersmeer fungeert als boezem voor Noord-Nederland, waarbij overtollig water, voornamelijk afkomstig van regenval in Fryslân, Groningen en Noord-Drenthe, via het Lauwersmeer naar de Waddenzee wordt afgevoerd. Een aanzienlijk kleiner deel van het water dat het Lauwersmeer instroomt, betreft kwel vanuit het grondwater (afbeelding 2.17). Tijdens droog zomerweer wordt water uit het IJsselmeer ingelaten op de Friese boezem en via het Van Starckenborghkanaal naar Groningen en Noord-Drenthe, waarbij een deel van dit water via het Lauwersmeer wordt afgevoerd.

Om voldoende watervoorraad te garanderen is in de droge zomers van 2018, 2019 en 2020 is het peil in het Lauwersmeer zelfs verhoogd met 10 tot 20 centimeter. Daarnaast wordt, sinds 2015, extra water via het IJsselmeer ingelaten om het Friese zeekleigebied door te spoelen om zo verzilting tegen te gaan. Dit water wordt ook weer afgevoerd via het Lauwersmeer.

Het overtollige water uit het Lauwersmeer wordt bij eb geloosd op de Waddenzee via de R.J. Cleveringsluizen. De getijdenwerking op de Waddenzee zorgt voor variaties in het waterniveau die gemiddeld tussen 129 cm +NAP en 129 cm –NAP liggen (afbeelding 3.2). Hierdoor kan slechts een beperkt deel van de dag worden geloosd. Bij harde wind uit het noorden tot westen blijft het water in de Waddenzee hoog, waardoor lozing wordt uitgesteld. De sluizen bij De Waterwolf en HD Louwes worden in dergelijke omstandigheden dichtgezet en pompen de gemalen het water het Lauwersmeer op (aan de Friese zijde kan het water nog onder vrij verval naar het Lauwersmeer stromen, doordat hier een hoger streefpeil wordt gehanteerd; pers. comm. Waterschap Noorderzijlvest). In dergelijke omstandigheden fungeert het Lauwersmeer als opvang voor overtollig water uit het achterland, wat leidt tot fluctuaties in de waterstanden rond het streefpeil. Hogere waterstanden worden voornamelijk waargenomen bij een groter wateraanbod vanuit de Friese en Groningse boezemsystemen. De wateraanvoer wordt gestuurd door de neerslaghoeveelheden en de daaraan gerelateerde gemalen stuwbediening in het achterland, met name in het Reitdiep en het Dokkumerdiep. Ook bij de

verwachting van veel neerslag wordt extra gespuid om de buffercapaciteit van het Lauwersmeer te vergroten. Bij het huidige spuiregime van de Cleveringsluizen komt het voor dat er grote hoeveelheden zoet water worden geloosd. Hierdoor ontstaat er tijdelijk een grote zoetwaterbel voor de sluizen op het wad.



Afbeelding 3.2 De waterhoogtes van het Lauwersmeer (zwarte lijn) gemeten en van de Waddenzee (blauwe lijn), beide gemeten bij de R.J. Cleveringsluizen. De hoge waterstanden van de Waddenzee op 19 en 20 maart 2024 leiden ertoe dat er twee dagen niet is gespuid, waardoor het peil van het Lauwersmeer ook stijgt. Bij een gunstig getij kan wel 20 cm peilverlaging worden gereaald door het spuien.

Peilfluctuaties onder invloed van het getij (dagelijkse getijdendynamiek) komen niet voor in het Lauwersmeergebied. Fluctuaties in het meerpeil worden veroorzaakt door de aan- en afvoer van boezemwater. In droge zomerperiodes verandert het peil nauwelijks, zoals in de maand augustus van 2022 (rechtsboven afbeelding 3.3). In natte winters maar ook natte periodes in de zomer, stijgt het peil continu geleidelijk, totdat er weer geloosd wordt. Dit peilverloop is het meest gebruikelijk om te zien. Zoals bijvoorbeeld de periode 17 t/m 29 juni 2022 (linksonder afbeelding 3.3) of naar 17 oktober t/m 2 november 2022 (rechtsonder afbeelding 3.3) voor een situatie met winterpeil. Er bestaat een vrij continu verhang van ongeveer gemiddeld 5 cm tussen de meetpunten R.J. Cleveringsluizen en meetpunten Dokkumer Nieuwe Zijlen en Zoutkamp. Dit verhang neemt toe als bij de Cleveringsluizen wordt gespuid en is kleiner als de sluizen gesloten zijn.

Waterhoogte Lauwersmeer - R.J. Cleveringsluizen



Afbeelding 3.3 De waterhoogten op het Lauwersmeer gemeten bij de R.J. Cleveringsluizen. Voor vier verschillende perioden.

Extremen in waterstanden

De beschikbare waterstandsgegevens van het Lauwersmeer zijn niet volledig. Analoge gegevens uit de periode 1973-1995 en digitale gegevens vanaf april 2002 zijn beschikbaar, maar er ontbreekt informatie voor de tussenliggende periode 1996-2001. Desondanks bieden de gegevens inzicht in fluctuaties en overschrijdingen van het streefpeil. Gedurende de jaren 1974-1996 varieerde het meest voorkomende maximumpeil per winterhalfjaar rond de -20 cm NAP, met extremen waarin het peil boven NAP kwam. De meest extreme maximale peilstand werd gemeten op 30 oktober 1998 en bedroeg +23 cm NAP.

Forse overschrijdingen van het streefpeil kwamen voor in alle maanden van het jaar met hogere waterstanden bij een groter aanbod van water uit de Friese en Groningse boezem. In de zomerperiode waren er uitzonderlijke verschillen in de periodes 1973-1995 en 2003-2004, met respectievelijk 76 en 98 dagen waarop het waterpeil hoger was dan 90 cm -NAP. Dit duidt op variaties in het waterbeheer en verschil tussen het zomer- en winterpeil, dat afhankelijk is van weersomstandigheden.

Verdere zeespiegelstijging zorgt voor grotere verschillen tussen zomer- en winterpeil door de verder beperkte optie om te spuien enerzijds en de grotere aanvoer van neerslag anderzijds (Kolen B. *et al.*, 2004).

In het Lauwersmeer is geen sterke opwaaiing mogelijk door een relatief korte strijklengte voor windgolven en geen aanvoer van water vanuit de Waddenzee tijdens storm. Hierom zal hooguit een smalle kwelderzone kunnen ontstaan langs oevers die beschermd liggen tegen golfaanval (Termes A.P.P. & Eysink W.D., 2005).

Rietproef

Van februari tot half maart 2021 vond in het Lauwersmeergebied de zogenaamde Rietproef plaats. Het doel was om te onderzoeken wat de mogelijke effecten op de ecologie en het omliggende landbouwgebied zijn van een *fluctuerend* waterpeil rond een hoger gemiddelde dan het reguliere waterpeil van -0,93 cm NAP (tot een maximum van -0,53 cm NAP). Onderstaand staan de conclusies van het betreffende onderzoek.

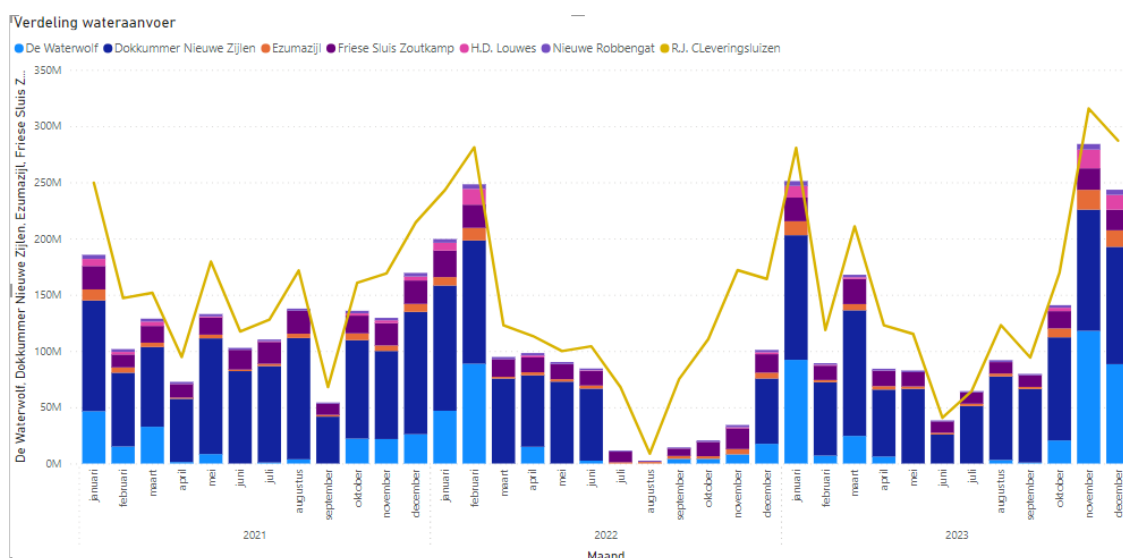
- De tijdelijke peilverhoging heeft geen gevaar opgeleverd voor de waterveiligheid.
- De tijdelijke peilverhoging had een beperkt effect op de grondwaterstanden binnen 100 meter van het meer. Op grotere afstand is er geen effect op het grondwater of de zoutgehaltes aangetoond.
- De ecologische effecten op de rietvegetatie en slikkige delen treden vertraagd op; er moet langer gemonitord worden om deze goed in beeld te krijgen.
- De tijdelijke peilverhoging had geen effect op de vismigratie vanuit de Waddenzee. Door de inzet van tijdelijke vispassages bleef migratie naar het achterland ook mogelijk.

3.3 Waterbalans

De aanvoer van water naar het Lauwersmeer is verdeeld over de verschillende kunstwerken (afbeelding 3.4). Door waterschap Noorderzijlvest zijn gegevens aangeleverd van deze kunstwerken; de gegevens vormen echter geen sluitende waterbalans omdat niet alle waterstromen gemeten worden.

Er zijn bij de kunstwerken verschillende kleppen en sluizen aanwezig welke onder bepaalde situaties opengezet worden tijdens het spuien van het Lauwersmeer op de Waddenzee. Van deze sluizen en kleppen zijn geen afzonderlijke debietmetingen beschikbaar. Mede hierom zijn bij Zoutkamp bij de Hunsingosluis en Reitdiepsluis debietmeetpunten geïnstalleerd zoals ook aanwezig bij de sluizen vanuit Wetterskip. Maar op dit moment zijn er nog te veel twijfels over de kwaliteit van deze debietgegevens en zijn daarom niet verwerkt in deze waterbalans.

De onderstaande analyse is gebaseerd op de maanden oktober - april van de jaren 2021 tot 2023. Voor de aanvoer vanuit Noorderzijlvest worden de gemaalde gegevens gebruikt en wordt er gewerkt met een verschilpost. Deze verschilpost is het verschil tussen de uitstroom bij de R.J. Cleveringsluizen en de incomplete aanvoergegevens. Deze verschilpost zal voor het grootste gedeelte bestaan uit de niet gemeten aanvoer onder vrij verval vanuit de Electraboezem. Maar er is ook een vermoeden dat de afvoer bij de Cleveringsluizen wordt overschat (mondelinge mededeling Waterschap). In de onderstaande grafiek is de maandsom in m³ van de aanvoer in staafdiagrammen vergeleken met de afvoer bij de R.J. Cleveringsluizen, de gele lijn.



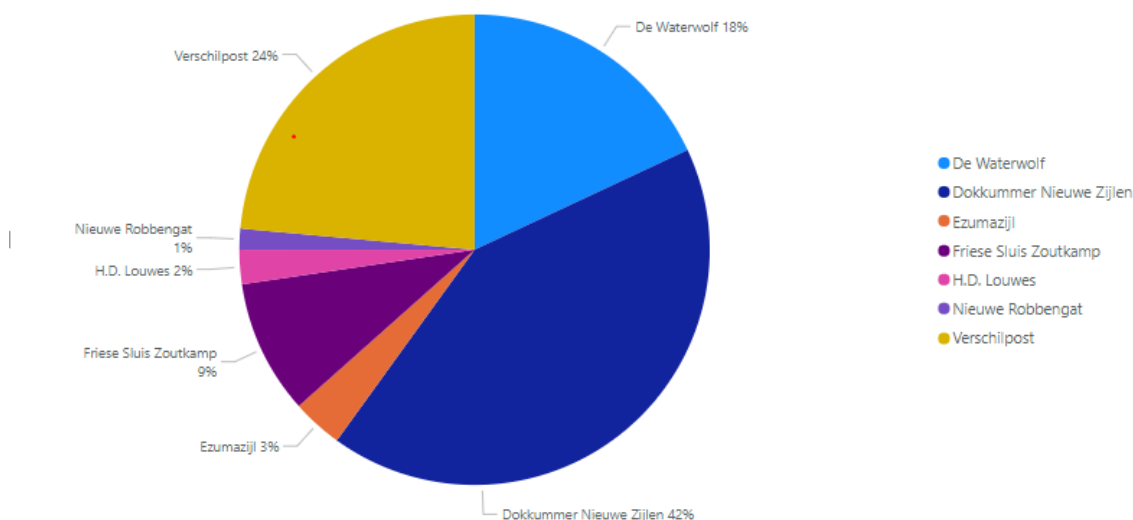
Afbeelding 3.4 Verdeling watertoevoer per kunstwerk en afvoer bij R.J. Cleveringsluizen

De aanvoer vanuit Wetterskip wordt bemeten bij drie sluizen, Dokkumer Nieuwe Zijlen, de Friese Sluis bij Zoutkamp en de sluis bij Ezumazijl (afbeelding 3.5). Deze drie vormen samen zo'n 54% van de verklaarbare aanvoer. Het grootste gedeelte wordt aangevoerd via de sluis Dokkumer Nieuwe Zijlen. Gemaal Dongerdiel bemaalt de achtergelegen polders en voert water af op het Lauwersmeer via Ezumazijl (ongeveer 3% van de aanvoer).

Vanuit het waterschap Noorderzijlvest kunnen we zien dat gemaal Waterwolf een groot gedeelte van de aanvoer kan verklaren (circa 18%). In zekere mate geldt dit ook voor gemaal HD Louwes: hier ligt echter een kleiner bemalen gebied achter en is maar verantwoordelijk voor 2% van de te verklaren aanvoer. De bemaling het Nieuwe Robbengat voert water af van het Defensieterrein (circa 1% van de aanvoer).

Een groot gedeelte van de Electraboezem is echter onbemeten. De verschilpost van 24% zal voornamelijk toe te wijzen zijn aan deze onbemeten afvoer. Maar een gedeelte hiervan is ook toe te wijzen aan kwel vanuit de Waddenzee en zoete kwel vanuit de boezems (Termes A.P.P. & Eysink W.D., 2005). Omdat de meetgegevens niet sluitend zijn, is het niet mogelijk te bepalen om welke hoeveelheden dit gaat. Aanvullende grondwaterstudies zullen hiervoor nodig zijn.

Verdeling watertoevoer per kunstwerk



Afbeelding 3.5 Verdeling watertoevoer per kunstwerk in procenten. Gemiddelde aanvoer per kunstwerk voor oktober - april 2021 t/m 2023

3.4 Beschrijving afwaterende systemen

In deze paragraaf worden de afwaterende systemen op het Lauwersmeer in hoofdlijnen beschreven. De systemen zijn verdeeld in de Friesche Boezem, de Electraboezem en de direct afwaterende polders.

De Friesche Boezem

De Friesche boezem, in het beheer van Wetterskip Fryslân (afbeelding 3.6), is een boezemsysteem met vele onderbemalingen en meerdere mogelijkheden tot af- en aanvoer van water. Het peilbeheer is beschreven in het Revisiepeilbesluit Friesche Boezem (2021). Het Wetterskip heeft meerdere mogelijkheden om water af te voeren op het Lauwersmeer, maar voert ook een deel af op het IJsselmeer en de Waddenzee. De sluis bij Dokkumer Nieuwe Zijlen is de voornaamste weg voor waterafvoer van de boezem. Hier kan in de meeste omstandigheden onder vrij verval worden geloosd op het Lauwersmeer.



Afbeelding 3.6 overzichtskartaal Friesche Boezem (bron: Wetterskip Fryslân)

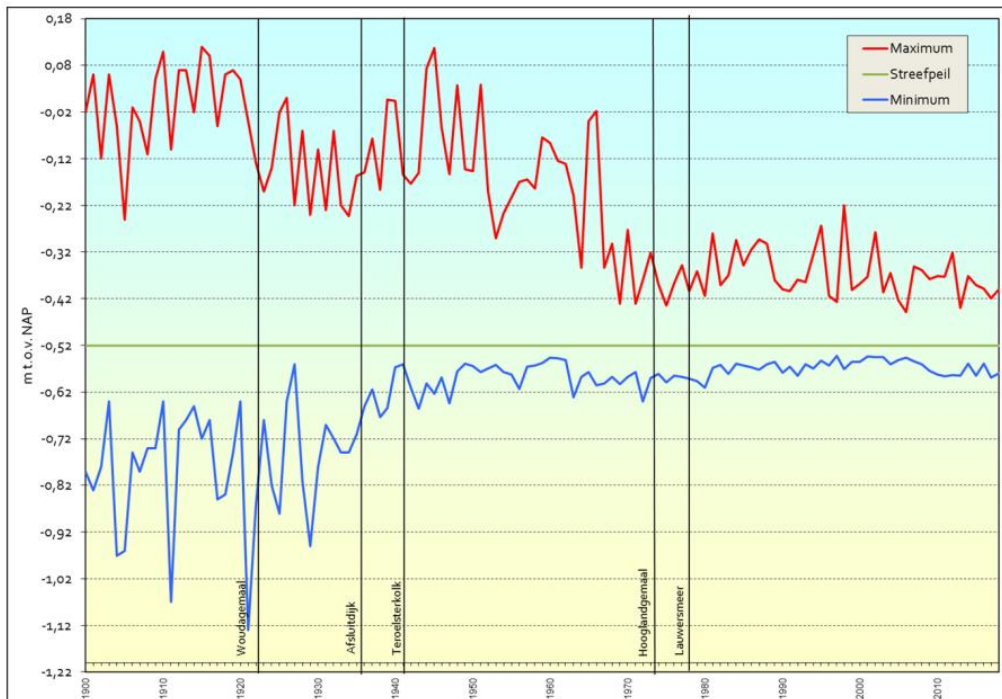
Het peilbesluit uit 1999 beschreef al dat het streefpeil van 0,52 m -NAP wordt gezien als acceptabel compromis tussen de belangen van landbouw, scheepvaart, natuur, recreatie en hydrologische functies. Volgens het meest recente peilbesluit kan worden afgeweken van dit streefpeil (Wetterskip Fryslân, 2021).

Grote wijzigingen zijn echter lastig doordat de bouw van bestaande kunstwerken, zoals aquaducten, zijn afgestemd op dit vaste peil. Onderstaande tabel beschrijft redenen waarom wordt afgeweken van het streefpeil. Sinds het peilbesluit van 2021 wordt geëxperimenteerd met het veranderen van het peil om de natuur meer ruimte te geven.

Het streefpeil van 0,52 m -NAP wordt al meer dan honderd jaar gehandhaafd (afbeelding 3.7). De maximum- en minimumpeilen zijn met de jaren echter steeds dichterbij het streefpeil komen te liggen, mede mogelijk gemaakt door de introductie van nieuwe kunstwerken. Ook staat er in het peilbesluit beschreven dat de boezem wordt gespoeld met water uit het IJsselmeer om de waterkwaliteit te kunnen waarborgen. Dit water komt nu tot afvoer naar het Lauwersmeer. Zoals eerder beschreven is dit een relatief recente ontwikkeling (sinds 2015). Welke consequenties dit heeft voor de waterkwaliteit wat betreft nutriëntenaanvoer vanuit de landbouw is nog onvoldoende bekend. Maar een vergrote inlaat van IJsselmeerwater zorgt voor (versnelde) introductie van exoten in het Lauwersmeergebied. De vraag is opgenomen in een toekomstig modelonderzoek (mondeling commentaar waterschap).

Peil omhoog in het voorjaar voor ecologie	0,38m -NAP	Enkele weken
Peil omhoog bij droogte	0,47m -NAP	Zo lang als nodig
Streefpeil	0,52m -NAP	Grootste deel van het jaar
Peil omlaag in de (na)zomer voor ecologie	0,57m -NAP	Enkele weken
Peil omlaag bij verwachte grote regenval	0,62m -NAP	Zo vaak als nodig, meestal maar enkele dagen

Tabel 3.1 Schematische beschrijving peilverloop boezem (bron: Peilbesluit wetterskip Fryslân)



Illustratie: maximale en minimale boezempeilen 1900-2018

Afbeelding 3.7 Maximale en minimale boezempeilen 1900-2018 (bron: Peilbesluit Wetterskip Fryslân)

Electraboezem

Vanuit Noorderzijlvest is het voornaamste afvoergebied gelegen aan het Reitdiep (afbeelding 3.8). Het Lauwersmeer is deel van de Electraboezem van waterschap Noorderzijlvest. Dit watersysteem voert in normale omstandigheden onder vrij verval water af op het Lauwersmeer.



Afbeelding 3.8 Overzichtskaart van het watersysteem van Noorderzijlvest. De Electraboezem is hierin weergegeven in de blauwe kleuren, van donker naar licht zijn dit respectievelijk de eerste, tweede en derde schil (bron: Noorderzijlvest).

De Electraboezem was voor de bodemdaling door aardgaswinning een vrij afwaterende boezem, die in westelijke richting afwaterde op het Lauwersmeer. Door bodemdaling is het niet meer mogelijk om onder vrij verval af te wateren. Hiervoor is de schillenstructuur in de Electraboezem ontstaan. De eerste schil is het meest oostelijke deel en watert door de gemalen Den Deel en Usquert af op de tweede schil. De tweede schil watert af op de derde schil en de derde schil watert af op het Lauwersmeer die uiteindelijk afwaterd op de Waddenzee. De afwatering op het Lauwersmeer vindt

plaats via het gemaal de Waterwolf. De Electraboezem bestaat dus uit drie schillen, waarvan alleen de eerste schil een peilbesluit kent ten tijde van dit rapport.

Sinds 1960 treedt door de aardgaswinning in Groningen bodemdaling op, terwijl al sinds ongeveer 1850 een streefpeil van 0,93 m -NAP wordt gehanteerd. Tegenwoordig hebben de eerste en de tweede schil op de bodemdaling aangepaste peilen. In 2019 werd winterpeil ingesteld op 1,20 m -NAP, het zomerpeil werd bij gemaal Den Deel gemeten op 1,16 m -NAP. Gemiddeld genomen is dit verschil 2 cm in plaats van 4 cm (Kolen B. *et al.*, 2004). In de derde schil, die direct afwatert op het Lauwersmeer, is het streefpeil nog steeds 0,93 m -NAP. Het na te streven zomerpeil ligt gemiddeld 5 cm hoger dan het winterpeil in zowel de tweede als derde schil. Alle verschillen zijn te verklaren door het gevolg van meer afvoer in de winter.

Bemaling Nieuwe Robbengat en andere bemalingen

Daarnaast zijn er nog enkele polders direct aangesloten op het Lauwersmeer. De grootste hiervan is de bemaling van het Defensierrein via gemaal Nieuw Robbengat in het noordoosten van het gebied. Meer naar het zuiden gelegen bevindt zich het gemaal H.D. Louwes. Deze draagt ook bij aan de bemaling van de Electraboezem, maar op veel kleinere schaal dan de Waterwolf. Via het Hunsingokanaal komt het water uiteindelijk terecht op het Lauwersmeer. Hieronder (afbeelding 3.9) is in een kaart van deze polder met streefpeilen in de directe omgeving van het Lauwersmeer weergegeven.

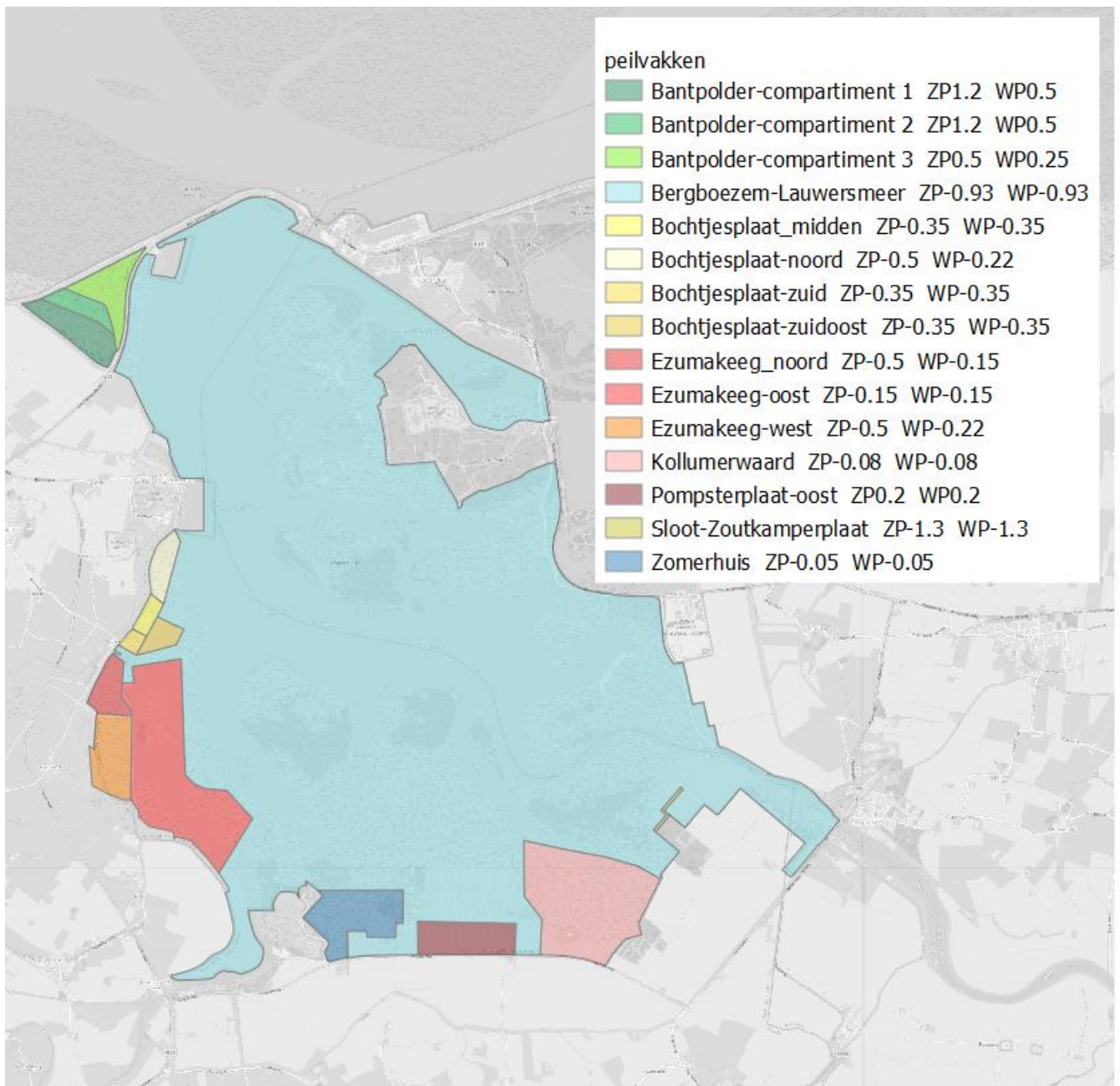


Afbeelding 3.9 Gebiedskaart met maximale en minimale peilen in de omgeving van het Lauwersmeer.

3.5 Peilgebieden

In deze paragraaf vindt een beschrijving plaats van een aantal deelgebieden van het Lauwersmeer waar voor het beheer afwijkende peilen zijn ingesteld. In het Natura 2000-gebied (afbeelding 3.10) liggen zes gebieden waarbinnen de waterstanden afwijken van de peilen van de bergboezem Lauwersmeer; een aantal ervan heeft intern ook nog verschillende peilen. Deze locaties De

Ezumakeeg, Bochtjesplaat, Bantpolder, Pompsterplaat, Zomerhuis en Middelpmaat hebben hogere peilen dan het boezempeil.



Afbeelding 1.10 Peilvakken in het Natura 2000-gebied

3.5.1 Bergboezem

De bergboezem beslaat het grootste deel het Natura 2000-gebied. Dit deelgebied bevat de watervoerende slenken, de feitelijke boezem. De boezem heeft een zomer en winterpeil van -93 cm NAP, voor een gedetailleerde omschrijving zie paragraaf 3.2.

Doordat het meer een vast peil heeft, is er geen sprake van reguliere inundatie met oppervlaktewater in de winter zoals dat onder natuurlijk peilverloop zou plaatsvinden. Wel kan in een natte periode waarin tijdelijk niet gespuid kan worden kortstondig inundatie optreden op de laagste plekken door stijging van de waterstand in het meer. De slenken worden omgeven door verschillende platen. De Rug, Zuidelijke Ballastplaat, Sennerplaat, Blikplaat, Pampusplaat, Schildhoek en Zoutkamperplaat liggen in dit gebied.

Tenslotte ligt in het boezempeilgebied, tegen de Bantpolder, 'de Hoek van de Bant'. Dit gebied is een belangrijk vogelgebied voor kwelder- en wadvogels.

In de winter bevindt zich het grondwater op de platen tot in het maaiveld. Vanaf april zakken de grondwaterstanden gestaag uit en stijgen zij weer in de periode augustus tot oktober, afhankelijk van de jaarlijkse weersituatie. Vaak is vanaf november de hoge winterstand weer bereikt. De mate en de tijdsduur waarin de standen diep wegzakken, verschilt tussen de jaren en vooral de locaties. Het grondwaterstandsverloop wordt het beste verklaard en dus voornamelijk bepaald door neerslag en verdamping (Kleefstra et al., 2023).

Op de overgangen van de platen naar waterzijn op sommige locaties nog zilte vegetaties aanwezig. Dit is met name in de Hoek van de Bant, op de Rug, Zuidelijke Lob, Pampusplaat en de Schildhoek. Op deze platen is het grondwater dus nog niet geheel verzoet. Over de achterliggende mechanismen waarom het grondwater 55 jaar na afsluiting nog steeds zilt is, heerst nog onduidelijkheid (zie ook hoofdstuk 2). De mechanismen kunnen per locatie verschillen. Het is nog niet duidelijk of het zoute kwelstromen door het watervoerend pakket betreft, al dan niet vanuit de Waddenzee, of dat het capillair transport van zout water uit diepere grondwaterlagen betreft door evatranspiratie of beiden (De Vries 2022). Het mechanisme kan per locatie verschillend zijn.

3.5.2 De Bantpolder

Dit weidegebied, in beheer bij Natuurmonumenten, is speciaal ingericht voor water- en weidevogels. Het zuidelijke, hoger gelegen, gedeelte heeft een ander peil dan het noordelijk, lager gelegen deel. Ook het grondwater is iets hoger in het maaiveld in het lagergelegen deel. Natuurmonumenten hanteert de laagste peilen in augustus – november, zodat het gebied gemaaid kan worden en de nabeweiders de zoden niet kapot lopen. In de winter en het voorjaar wordt een hoog peil gehanteerd waarbij het grondwater tot in het maaiveld staat, waarna vanaf eind mei / begin juni de grondwaterstanden weer langzaam wegzakken. De vegetatie in de Bantpolder bevat nog steeds zilte soorten dat erop wijst dat dat het grondwater nog steeds zilt is.

3.5.3 Bochtjesplaat

In 2018 is de Bochtjesplaat (afbeelding 3.11) ingericht als Natura 2000-maatregel, bedoeld om een bijdrage te leveren aan het verbeteren van de instandhoudingsdoelen van het Vogelrichtlijngebied Lauwersmeer. Daarbij zijn de graslandpolders omgevormd naar een combinatie van moeras, open water en overstromingsgraslanden. Na inrichting bestaat de Bochtjesplaat uit vier peilvakken. Daarnaast komen er aan de oostzijde uitgestrekte rietvegetaties voor, die in het boezemgebied liggen (0,93 m -NAP).

In het noordelijke peilvak (1) is de oorspronkelijke kavelstructuur, inclusief de bolle rijpingsakkers en de greppels daartussen in stand gebleven. De maaiveldhoogte varieert tussen 0,40 m -NAP op de hoogste delen langs de dijk tot 0,60 m -NAP aan de westzijde. Het gebied is bij de inrichting vernat. Het waterpeil kan worden gereguleerd door middel van de beweegbare stuw aan de noordwestzijde van dit peilvak, die in verbinding staat met het Lauwersmeer. Wanneer het water in het Lauwersmeer opgestuwd wordt, kan door de stuw te laten zakken Lauwersmeerwater worden ingelaten.

Het middelste peilvak (2) is ook niet afgegraven bij de inrichting, ook hier is de structuur van de rijpingsakkers is nog zichtbaar. Het peil is gestuwd op een hoogte van 0,35 m -NAP. De maaiveldhoogte varieert van circa 0,20 m -NAP tot circa 0,40m -NAP in de greppels. Er bestaat een open verbinding via een sloot met het derde peilvak, het zuidoostelijke peilvak. In de oude basaldiijk is een regelbare stuw gemaakt, die de verbinding vormt tussen het noordelijke peilvak en middelste

peilvak. Het waterpeil kan dus beperkt worden gereguleerd, door tot een maximum van 0,35 m -NAP door water in te laten vanuit peilvakken 1 en/of 3, op voorwaarde dat deze voldoende water bevatten.

Het zuidoostelijke peilvak (3) is bij de inrichting ontgraven tot circa 0,90 m -NAP, met een klein deel (ongeveer 20% van het oppervlakte) waar het oorspronkelijke maaiveld is blijven bestaan op ca. 0,50 m -NAP. Verder is er een tweetal verdiepingen gemaakt op 1.50 m -NAP.

Het waterpeil kan worden geregeld via het gemaal aan de zuidzijde. Dit gemaal is geautomatiseerd door middel van een vlotter. Zakt het peil onder 0,35 m -NAP, dat gaat het gemaal in werking. Het gemaal stond tot het voorjaar van 2023 echter uit, waardoor peilvak 3 in de zomer over grotere oppervlakten uitdroogde. Peilvak 3 watert via een vaste drempel aan de westzijde op een hoogte van 0,35 m -NAP af op het Lauwersmeer, wanneer het meerpeil hoger is dan stroomt het gebied vol.

In het zuidwestelijke peilvak (4) heeft geen maaiveldverlaging plaatsgevonden. Wel is rondom dit peilvak een verhoogde kade aangebracht om het water vast te houden. Verder kan in dit peilvak kan het waterpeil niet actief worden beheerd. Dit levert in natte perioden een plas-drasse situatie op. In de zomer kan de bovengrond uitdrogen.



Afbeelding 3.11 Peilvakken op de Bochtjesplaat. Standen geven zomer- en winterpeil in meters ten opzichte van NAP.

3.5.4 Ezumakeeg

Ezumakeeg is het deelgebied ten zuiden van de Bochtjesplaat (afbeelding 3.12). Het betreft een poldergebied met een landbouwverkeveling. De oorspronkelijke kavelstructuur van de landaanwinningswerken is deels nog herkenbaar. Een deel van het gebied Ezumakeeg-oost is, na een periode van intensief landbouwkundig gebruik in 1995, vernat en bestaat nu voor een flink deel uit open water met vegetaties van schedefonteinkruid en smalle waterpest.

Het westelijke deel van het gebied is in 2023 heringericht. Het doel van de herinrichting was het verhogen van de oppervlaktewaterstand, zodat het geschikt wordt voor een afwisseling van rietmoeras, natte graslanden en onbegroeide droogvallende delen.

Het gebied heeft nu een eigen waterhuishouding, dat wil zeggen dat er geen percelen van derden voor de ontwatering afhankelijk zijn van het gebied. Ezumakeeg bestaat uit drie deelgebieden: Ezumakeeg-noord, Ezumakeeg-west en Ezumakeeg-oost. Deze drie deelgebieden zijn inzijgingsgebieden. Via het oppervlaktewater zijn ze onderling verbonden.

Bij de parkeerplaats Ezumakeeg-Noord is een beweegbare stuw aanwezig. Deze heeft een bereik van 0,02 m -NAP tot 0,77 m -NAP. Dit betekent, dat wanneer het Lauwersmeer hoger staat dan 0,77 m -NAP (dus: 16 centimeter waterstandverhoging) er water kan worden ingelaten vanuit De Raskes. Dit kan zowel naar Ezumakeeg-noord als Ezumakeeg-oost. Bij de inrichting is ook een verbinding aangelegd tussen Ezumakeeg-west en Ezumakeeg-oost. Ezumakeeg-oost kan zo worden gebruikt om Ezumakeeg-west met water te voeden, mits het peil in Ezumakeeg-oost hoog genoeg is.

Ook Ezumakeeg-noord en Ezumakeeg west zijn verbonden met een duiker. Het streefpeil is na de inrichting verhoogd naar 0,50 m -NAP tot 0,15 m -NAP. De winterpeilen in de polders zijn gesteld op -0,22 m -NAP. Wanneer de mogelijkheid (Lauwersmeer is hoger dan 0,77 m -NAP) en noodzaak er is, kan vanuit het meer water worden ingelaten om dit peil te bereiken via de stuw bij de Raskes. Na inrichting bleek de capaciteit van de overstort te klein waardoor 's winters het peil hoger is dan streefpeil.



Afbeelding 3.12 Peilvakken in de Ezumakeeg. Standen geven zomer en winterpeil in meters ten opzichte van NAP.

3.5.5 Zomerhuisplaat

Deze polder heeft een permanent hoog peil van 0.05 m -NAP met geen verschil tussen zomer- en winterpeil. Met een maaiveld hoogte van ~0,3 m NAP betekent dat, dat het grondwater een groot gedeelte van het jaar tot in maaiveld staat en lokaal inundaties optreden. In droge periodes in de zomer kan het grondwater iets uitzakken door verdamping. Omdat er geen meetgegevens zijn, is de mate van uitzakking niet bekend.

3.5.6 Pompsterplaat-oost

Deze polder is een hoger gelegen gebied in het zuiden van het Lauwersmeergebied. De peilen zijn weliswaar hoger dan de boezem (0,2 m + NAP), maar ook het maaiveld is hoger waardoor de grondwaterstand gemiddeld 40-60 cm beneden maaiveld zit. Het voormalige landbouwgebied met daarin nog sloot- en greppel structuren behoort dan ook tot de drogere delen van het Lauwersmeergebied.

3.5.7 Middelplaat

De Middelplaat is na overdracht door Defensie in 2003/2004 heringericht waarbij de waterhuishouding is aangepast. Het gebied staat maar in beperkte mate in contact met het meer. Het heeft een vast peil van 0,08 m -NAP. Bij een waterstand in het Lauwersmeer die hoger is dan 0,60 m -NAP stroomt Lauwersmeerwater naar binnen. Wanneer door overvloedige neerslag de standen hoger worden dan 0 NAP wordt water afgevoerd naar het meer.

3.5.8 Sloot Zoutkamperplaat

In het boezempeilgebied ligt nog een sloot met het vast lager peil van de Zoutkamperplaat op 1.30 - NAP. Deze zorgt voor voldoende drooglegging bij de vangkraal aan de Hooze Zuidwal. Dit is niet een apart deelgebied, maar wordt hier toch vermeld vanwege een afwijkend peilbeheer.

3.6 Hydrologische ontwikkelingen sinds 1969

Zoals eerder vermeld, begon als gevolg van de afsluiting van de voormalige Lauwerszee het water in het ingepolderde gebied (9.100 ha) te ontzilten (Beemster, N. & Bijkerk W., 2005). Het streefpeil werd ingesteld op 0,88 m -NAP in de zomer en 0,93 m -NAP in de winter, ongeveer op het niveau van het laagwaterniveau vóór de inpoldering. Sinds 1988 is het streefpeil het hele jaar door 0,93 m -NAP. Bij dit waterpeil beslaat de polder 6.700 ha land en 2.400 ha water.

Het Lauwersmeergebied kreeg derhalve een boezemfunctie voor Noord-Nederland met belangrijke bestemmingen zoals landbouw, militair oefenterrein, openluchtrecreatie, natuurgebied en dient als tussenboezem voor Noord-Nederland. Het Lauwersmeer fungeert als tussenboezem voor Fryslân en Groningen, waarbij beide provincies het overtollige water via het Lauwersmeer op de Waddenzee lozen.

Afslag en aangroei

Na de inpoldering begonnen de meest blootgestelde plaatranden snel af te slaan. Daarom werden uitgebreide oeververdedigingen aangelegd in de vorm van palenrijen met steenbestorting, aangelegd door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. In de jaren '90 werd er een herstelprogramma uitgevoerd door Rijkswaterstaat, waarbij bestaande oeververdedigingen werden aangevuld en op sommige plaatsen nieuwe oeververdedigingen werden gerealiseerd.

Aangroei, de uitbreiding van begroeide platen met vegetatie, vindt plaats op land en in ondiep water. Het proces van aangroei is weinig onderzocht in het Lauwersmeer, maar voor de periode 1987-2003 zijn afslag en aangroei vastgesteld aan de hand van luchtfoto's. Afslag treedt vooral op langs kwetsbare plaatoevers zonder verdedigingswerken en met beweidingsbeheer. Voorbeelden hiervan zijn de westkant van de Rug, de zuidkant van de Zuidelijke Ballastplaat, de punt van de Pampusplaat en de noordzijde van de Blikplaat.

Aangroei vindt voornamelijk plaats langs beschutte plaatoevers langs slenkuiteinden en achter verdedigingswerken, waar weinig tot geen beweiding plaatsvindt. Hier kan plaatselijk waterietvegetaties ontstaan (zie verder hoofdstuk 6).

3.7 Grondwater: infiltratie en kwel

Regionaal gezien is er sprake van een landinwaartse grondwaterstroming vanaf de Waddenzee, wat resulteert in zoute kwel langs de dijk en een 'zout kwelgebied' in de Marnewaard. De grondwaterstroming naar de Marnewaard is het grootst door het veel lagere waterpeil van 2.65 m -NAP.

Lokale grondwatersystemen treden vooral op in de winterperiode waarbij grondwater vanaf hoger gelegen koppen op zandige platen naar de randen stroomt. Op sommige plekken treedt daarbij kwel op tot aan maaiveld, waarbij zout grondwater uit diepere lagen kan worden meegevoerd (Zoetendal 2005 in: Beemster, N. & Bijkerk W., 2005).

Dit is ook aangetroffen in de studie van De Vries (2022). In het onderzoek wordt gesteld dat het zoute water dat in De Rug aan de oppervlakte komt, hoogstwaarschijnlijk achtergebleven zout (grond)water is van de voormalige Lauwerszee. Mede doordat neerslag als oppervlaktewater naar het meer wordt afgevoerd, kan er in De Rug geen zoetwaterlens ontstaan. Dit komt omdat er in de laaggelegen gebieden op de Rug waar de zilte vegetatie voorkomt weinig ruimte is voor infiltratie van neerslag, vanwege de lage ligging en hoge grondwaterstanden (bijna geen onverzadigde zone). Het zoute water kan dan in de zomer ook door capillaire opstijging tot in de wortelzone komen.

Over het algemeen is er na de afsluiting van de Lauwerszee weinig variatie in de GHG op de platen met frequente plasdras situaties in de winter. De noordelijke platen, voornamelijk bestaande uit grof en lutumarm zand, toonden echter een snellere daling van de grondwaterstand na droogte in vergelijking met zuidelijke platen met lutumhoudende bodem (Beemster, N. & Bijkerk W., 2005). De op de zuidelijke platen gelegen Landaanwinningsgebieden met begreppelingsstelsels vertoonden een lagere GHG.

3.8 Waterkwaliteit

Wat betreft de waterkwaliteit onderging het Lauwersmeer aanzienlijke veranderingen na de inpoldering. Het meerwater veranderde van zout naar zoet, maar er vindt nog toevoer plaats van zout kwelwater vanuit de Waddenzee en zout grondwater (Beemster, N. & Bijkerk W., 2005). Dit is niet gekwantificeerd en vormt derhalve een onderzoeksvraag. De chlorideconcentratie varieert, vooral in de zomer, tussen 0,3 en 1,0 gram chloride per liter in het noordelijke deel, waardoor het water licht brak is (maar is geregeld nog hoger of lager, pers. comm. Waterschap Noorderzijlvest). In hoeverre de chloridegehalten variëren in diepte is onvoldoende bekend; voor deze LESA betreft dit echter geen onderzoeksvraag, omdat dit een onderdeel vormt van het grondwateronderzoek.

Het meerwater was in 2005 zeer voedselrijk, gekenmerkt door hoge concentraties stikstof en fosfaat (Beemster, N. & Bijkerk W., 2005). De concentratie stikstof in nitraatvorm daalt in de zomer echter vrijwel naar nul en ook de concentratie stikstof in ammoniakvorm is in de zomer lager dan in de winter. De nutriënten zijn niet beperkend voor algenbloei, wat resulteert in een hoog chlorofyl-a gehalte, dat de groei van ondergedoken waterplanten beperkt. Zoals eerder aangegeven spoelt Wetterskip Fryslân de Friese boezem door met IJsselmeerwater. Dit wordt ingelaten vanuit Lemmer. Deze inlaat heeft mogelijk een effect op de waterkwaliteit van het Lauwersmeer, vanwege aanvoer van nutriënten (N, P) en exoten, zie hoofdstuk 6.

3.9 Klimaatverandering

- De zeespiegelstijging veroorzaakt waarschijnlijk meer zoute kwel vanuit de Waddenzee in het Lauwersmeer. Omdat de oorzaken van de zoute kwel binnen het Natura 2000-gebied nog niet goed in beeld bekend zijn, is de impact hiervan nog moeilijk in te schatten. Op locaties waar kwel vanuit de Waddenzee een rol speelt, zal de zoutinvloed toenemen en de oppervlakte van de zoute kwelvegetatie toenemen.
- Capaciteit van spuien onder vrij verval neemt af bij zeespiegelstijging.
- Het weer wordt extremer: meer zware buien, langere periodes van droogte en meer hittegolven. Dit zal met name een effect hebben op het oppervlaktewaterregime en de boezemfunctie van het gebied. Nu wordt er in Fryslân al extra “gespoeld” met IJsselmeerwater

om verzilting tegen te gaan. Dit zal bij klimaatverandering nog intensiever moeten gebeuren. Door extremer weer zal de wens naar voldoende buffercapaciteit binnen het Lauwermeer toenemen vanwege de te verwachten piekafvoeren. Dit kan worden gecompenseerd door voldoende spuicapaciteit (ook bij hoge waterstanden).

- Zomerinundaties bij hoge piekafvoeren zullen toenemen.
- Doordat de gletsjers in de Alpen smelten zal de Rijn meer het karakter krijgen van een regenwaterrivier. Daardoor is in de toekomst mogelijk minder aanvoer van Rijnwater via IJsselmeer naar Lauwersmeer mogelijk; wat dit 's zomers betekent voor de aanvoer van zoetwater en het zuidelijke landbouwgebied is onduidelijk.
- Er is nog geen duidelijkheid over temperatuurverandering van het oppervlaktewater als gevolg van klimaatopwarming en het effect ervan op het onderwaterleven. Dit betreft een kennislacune.

3.10 Synthese en conclusies

- Het Lauwersmeer fungeert als bergboezem voor delen van Groningen en Friesland en watert via de Cleveringsluizen af op de Waddenzee.
- Het gebied heeft een vast boezempeil van 0,93 m -NAP, maar binnen het gebied liggen meerdere gebieden met een ander peilregime. Deze is binnen het Natura 2000-gebied vaak geoptimaliseerd om de natuurdoelen te bereiken.
- Het oppervlaktewater is overwegend zoet, maar in het noordelijke deel is dit voornamelijk in de zomer brak. De voedselrijkdom van het oppervlaktewater is hoog. 's Winters zijn er vaak hoge grondwaterstanden tot aan in het maaiveld.
- Het Lauwersmeer ontvangt meer Rijnwater omdat Friesland water via het IJsselmeer inlaat om verzilting tegen te gaan.
- De oevers van het Lauwersmeer hebben last van afslag, terwijl de bodems van de slenken verondiepen (zie ook hoofdstuk 2).
- Het grondwatersysteem is alleen op hoofdlijnen in beeld. Met name de mechanismen achter het duurzaam voorkomen van zilt grondwater aan het oppervlakte zijn belangrijk voor het natuurbeheer. Nu zijn er verschillende hypothesen en lokale aanwijzingen maar een goed gebiedsdekkend beeld ontbreekt.
- Klimaatsverandering heeft een impact op het watersysteem in het Lauwersmeergebied. Door de stijgende zeespiegel is er meer zoute kwel en minder mogelijkheden om de spuien onder vrij verval. Toenemende weersextremen zullen andere eisen stellen aan de boezemfunctie maar ook zorgen voor meer droogte en inundaties in het gebied zelf.

4 Bodem

Een bodem bestaat uit één of meer min of meer horizontaal gelaagde eenheden (horizonten) met verschillende samenstellingen en eigenschappen, die kenmerkend is voor een bepaalde afzettingswijze (geogenese) en bodemvorming (pedogenese). De bodem betreft de bovenste laag van de aardkorst tot een diepte van ongeveer 2 meter. Een bodemtype is het resultaat van diverse factoren, zoals klimaat, moedermateriaal, tijd, reliëf, flora en fauna en menselijke activiteit.

Landschap en bodemgesteldheid zijn nauw aan elkaar verwant; uit de ligging van de bodemtypen blijkt bijvoorbeeld hoe een gebied functioneert met betrekking tot waterhuishouding. Voor deze LESA is de bodemkaart 1:50.000 van Alterra gebruikt (www.bodemdata.nl). Deze kaart beschrijft modelmatig de bodem tot een diepte van 1,20 meter onder maaiveld.

Vraagstelling

- Wat vertellen de bodemtypen over de (vroegere) hydrologie? Hoe zijn ze over het gebied verspreid?
- Welke grondwatertrappen komen in het gebied voor?
- Hoe verhoudt het zoutgehalte zich in de bodem binnen het gebied?
- Zijn er gegevens bekend over afgravingen?
- Wat is de algehele chemische bodemkwaliteit in het gebied?
- In hoeverre zijn bovengenoemde aspecten van belang voor de ecologie?

4.1 Bodemtypen

Het Lauwersmeergebied is geologisch gezien een relatief jong erosie- en afzettingsgebied. Het onderzoeksgebied (afbeelding 4.1) is bodemkundig te onderscheiden in de volgende gebieden (zie voor benaming afbeelding 1.3 in hoofdstuk 1).

Mariene sedimenten, zoals die in het Lauwersmeergebied voorkomen, worden gekenmerkt aan de hand van het lutumgehalte. Wanneer het lutumgehalte minder dan 8% bedraagt, wordt er bovendien een indeling gemaakt op basis van de zandgrofheid. Het lutumgehalte is afhankelijk van de omstandigheden tijdens de sedimentatie. Bij krachtige waterbewegingen, zoals golven en stromingen, bezinken de kleinere deeltjes minder snel. Als ze al worden afgezet, worden ze ook sneller weer opgewoeld dan in rustiger water. Op basis van verschillen in turbulentie uit de tijd dat het Lauwersmeer nog deel uitmaakte van de Waddenzee, worden in het gebied twee gradiënten in lutumgehalte en zandgrofheid waargenomen, die zich uitstrekken van noord naar zuid en van het centrale deel naar de randen van de polder.

Op de noordelijke platen komt voornamelijk lutumarm zand voor, terwijl op de zuidelijke platen vooral lutumhoudend zand en lichte zavel te vinden zijn. De zandgronden zijn kalkhoudend (2-3%), maar de toplaag is lokaal ontkalkt. Langs de polderrand komt plaatselijk zware zavel en klei voor. In het centrale natuurgebied hebben de lagere plaatdelen gemiddeld een hoger lutumgehalte dan de hogere plaatdelen. Aan het uiteinde van de geulen is ook sprake van een toenemend lutumgehalte, doordat de stroming daar minder sterk was en het eerste slibrijke vloedwater daar terechtkwam. De zeekleigronden zijn kalkrijk en hier varieert het kalkgehalte naar gelang het lutumgehalte van 11% tot boven de 20%.

Vlakvaaggronden

Op De Rug, de Zuidelijke Lob en Ballastplaat, de Schoenerplaat, Schildhoek, Blikplaat en Sennerplaat hebben zich kalkhoudende vlakvaaggronden (Zn40A) ontwikkeld in een bovengrond bestaande uit zeer fijn, humusarm zeezand. Het ontbreken van ijzerhuidjes in vaaggronden duidt op ontstaanswijze binnen de invloedsfeer van grondwater.

In de zuidelijke luwte ervan komen ook kalkhoudende, bijzonder lutumarme, humusarme vlakvaaggronden (SN13A) voor, ontwikkeld in een bovengrond bestaande uit zwak en sterk lemig en uiterst fijn zand. Behalve in het Lauwersmeergebied komen deze gronden ook voor langs de kust van Groningen.

Nesvaaggronden

In het zuidelijke en westelijke deel van het Lauwersmeergebied komen zeekleigronden voor met kalkrijke nesvaaggronden (Mo10A) in een bovengrond van lichte zavel zonder minerale eerdlaag (humusarm). De ondergrond is niet gerijpt.

Poldervaaggronden

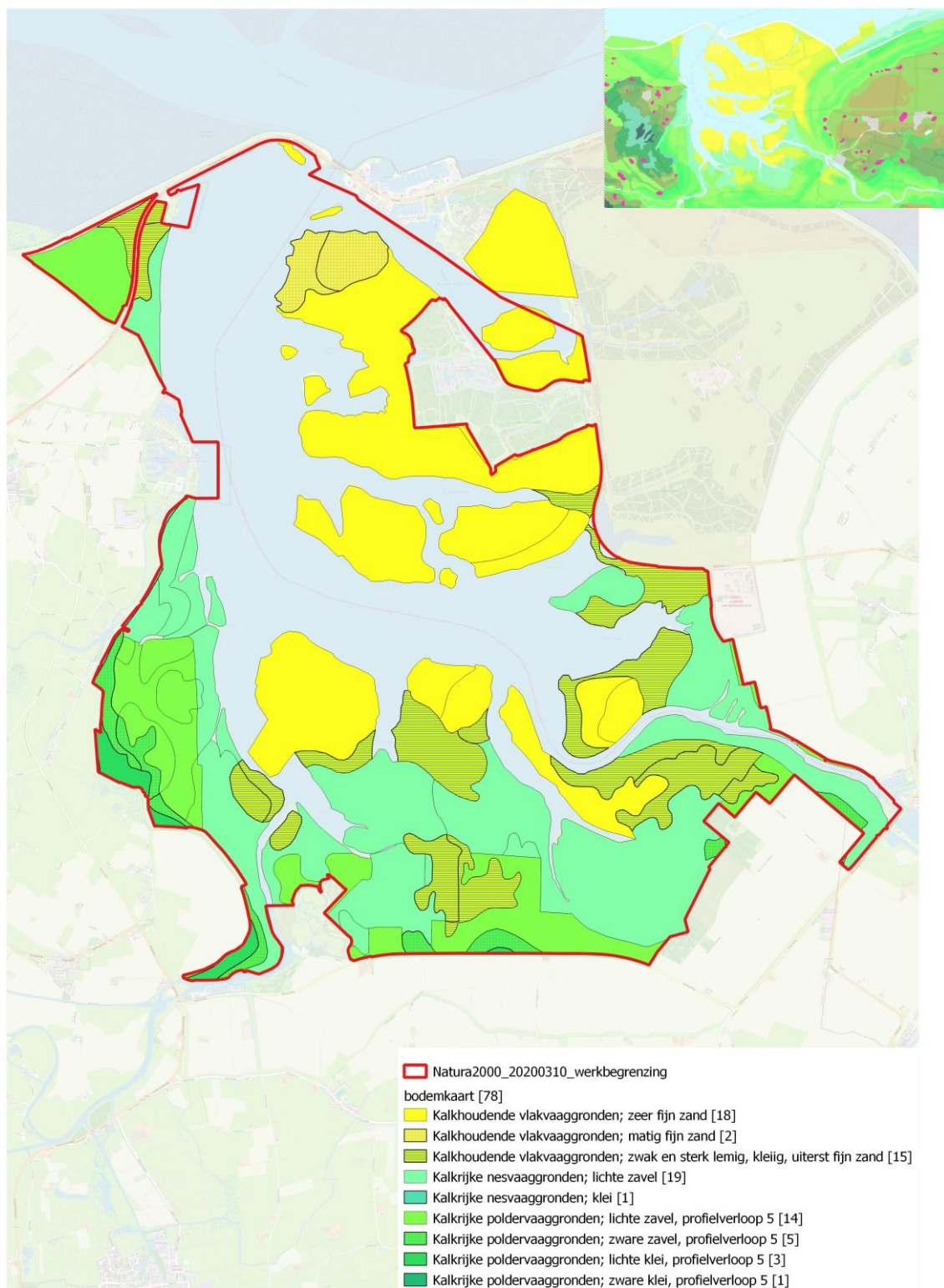
Aan de oost- en zuidzijde van het huidige Lauwersmeer worden de nesvaaggronden opgevolgd door een afwisseling van kalkrijke poldervaaggronden met lichte zavel (Mn15A) met daarop gelokaliseerd diverse wierden en kalkrijke poldervaaggronden met zware zavel (Mn25A). Poldervaaggronden zijn zeekleigronden zonder minerale eerdlaag met roest en grijze vlekken binnen 50 centimeter. Het lutumgehalte is respectievelijk ongeveer 10% (licht) en 20% (zwaar).

Verder oost- en zuidwaarts bevinden zich kalkarme poldervaaggronden in een bovengrond van lichte zavel (Mn15C) en soortgelijke gronden met knippige (zwarte) klei (gMn15C).

Aan de Friese zijde van het huidige Lauwersmeer is een soortgelijke bodemopbouw te zien. De ruimtelijke verspreiding is echter geheel anders. In Groningen is met name een oost-west georiënteerde variatie in bodemtypen zichtbaar (zie inzet afbeelding 4.1). Aan de directe westzijde van het Lauwersmeer is een meer noord-zuid concentrische bodemopbouw aanwezig (met uitzondering van de gebieden gelegen direct langs de kust). Dit gebied komt overeen met het lager gelegen (ten opzichte van Het Hogeland in Groningen) veengebied, dat in vroegere tijden sterk is afgegraven (hoofdstuk 2 en 5). Er is in dit gebied relatief veel zware zeeklei afgezet.

Samenvatting

Samenvattend komen er in het Lauwersmeergebied alleen vaaggronden voor zonder duidelijk ontwikkeld bodemprofiel. Dit duidt op een relatief jonge ontstaansgeschiedenis onder invloed van grond- en oppervlaktewater. Op de noordelijke platen komt voornamelijk lutumarm zand voor, terwijl de zuidelijke platen vaak lutumrijker zijn. Ook is er een verschil in lutumgehalte in de lagere delen (kleiiger) in vergelijking met de hogere delen. De randen van de geulen zijn zandiger dan de uiteinden; hier is het lutumgehalte het hoogst.



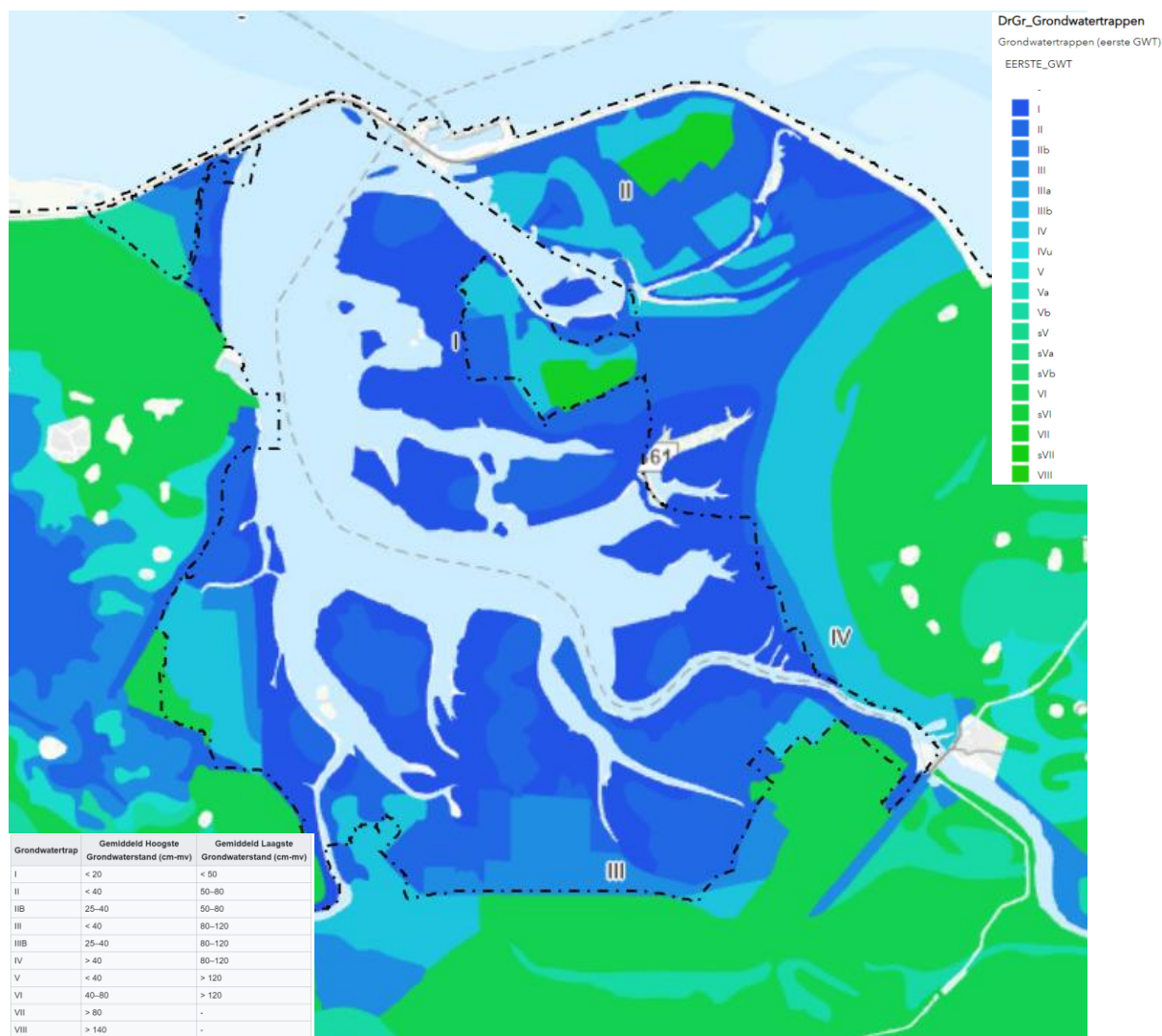
Afbeelding 4.1 Bodemkaart Lauwersmeer (1:50.000, bron: bodemdata.nl)

4.2 Grondwatertrappen

Een grondwatertrap geeft een indicatie van de absolute grondwaterstand en de fluctuatie hiervan. Het betreft het verschil tussen de hoogste (winter) grondwaterstand (GHG) en de laagste (zomer)

grondwaterstand (GLG). Hoe lager het getal, des te ondieper komt het freatisch grondwater onder maaiveld voor. De gegevens laten zien, dat direct rondom het meer de grondwaterstanden op de zandplaten jaarrond relatief hoog zijn met enkele diepere grondwaterstanden. Direct aan de oostzijde (de voormalige veenontginningen) is de grondwaterstand jaarrond gemiddeld dieper.

Dit verklaart ook het type bodemvorming, zoals beschreven in de vorige paragraaf (nes-, polder- en vlakvaaggronden)

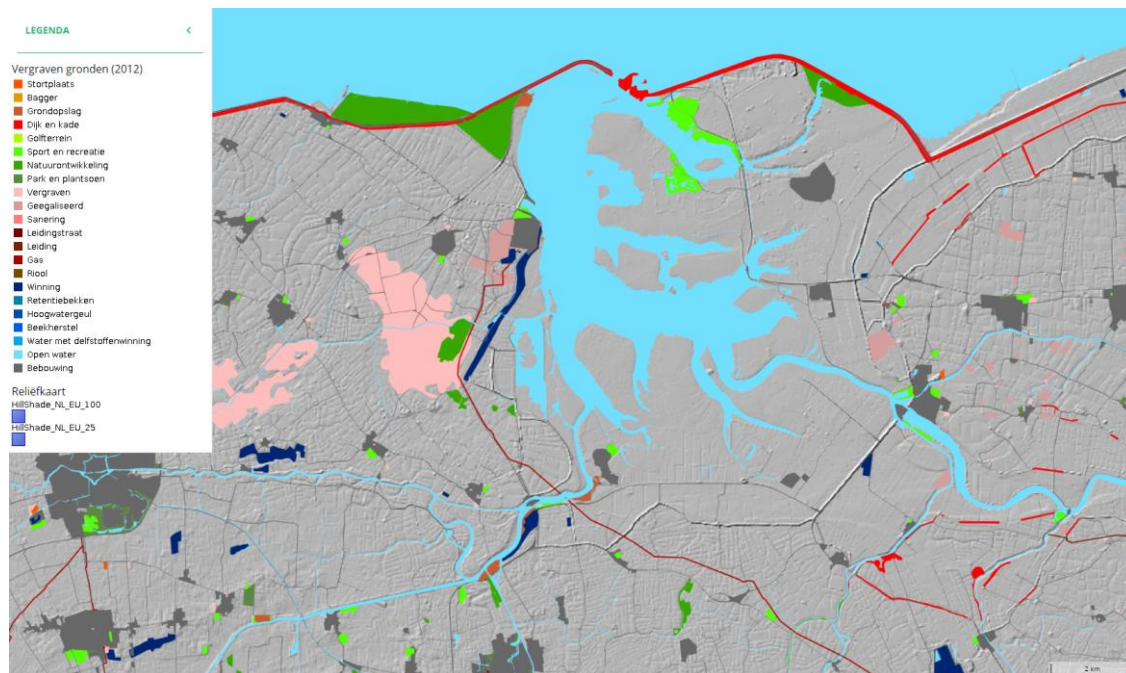


Afbeelding 4.2 Grondwatertrappen Lauwersmeergebied (gebaseerd op de GHG en GLG)

4.3 Afgravingen

De kaart op afbeelding 4.3 toont de in 2012 in kaart gebrachte bodemverstoringen, zoals afgravingen, ophogingen en grondbewerking. Deze informatie is van belang om te bepalen of er sprake is van een al dan niet aanwezige natuurlijke bodemopbouw. Binnen het onderzoeksgebied bevinden zich in de noordwesthoek in donkergroen aangegeven percelen. Deze percelen (Hoek van de Bant en Peazumerlannen) staan geregistreerd als gemodificeerde natuur ten behoeve van zoetzout-herstelmaatregelen (2009, bron: Waddenloket). In de noordwestzijde (lichtgroen) zijn maatregelen getroffen ten behoeve van sport en recreatie. Aan de west- en zuidzijde van het Lauwersmeer zijn eveneens percelen ingericht tot natuur en enkele ten behoeve van verblijfsrecreatie.

Concluderend toont de kaart dat er voor het merendeel van het Lauwersmeergebied geen gegevens bekend zijn van vóór 2012 ten aanzien van bodemverstorende activiteiten.



Afbeelding 4.3 Vergraven gronden (2012) in en rondom het Lauwersmeergebied (bron: bodemdata.nl)

4.4 Ont- en verzilting

De ontzilting van de bodem in het Lauwersmeer verloopt trager dan de ontzilting van het meer(oppervlakte)water. Voor de inpoldering was het grondwater ongeveer even zout als het zeewater. Na de inpoldering begon de bodem langzaam te ontzilten doordat zoet regenwater de bodem binnendrong en het zoute grondwater verdrong. De snelheid van ontzilting hangt af van verschillende factoren:

- Het grondwaterregime: de diepte van de grondwaterstand bepaalt hoeveel neerslag in de bodem kan doordringen. In een plasdras situatie, waar de grondwaterstand boven het maaiveld staat, kan zeer weinig ontzilting plaatsvinden door diffusie van zout naar het oppervlakkig afstromende water (afbeelding 4.4).
- Opbouw van de bodem: een goed doorlatende bodem ontzilt sneller dan een slecht doorlatende bodem, omdat regenwater beter doordringt. De korrelgrootte van het bodemmateriaal en eventuele slecht doorlatende lagen spelen hierbij een rol.
- Hoogteligging: hoger gelegen gronden ontzilten sneller omdat de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) ten opzichte van het maaiveld lager is. Hierdoor wordt minder neerslag oppervlakkig afgevoerd en ontstaat onder het hoogste deel een zoetwaterlaag die het zoute grondwater naar de lagere randen van de plaat verdringt.
- Vegetatie: planten dragen bij aan de ontzilting doordat ze oppervlakkige afstroming verminderen en de doorlatendheid van de bodem vergroten.
- Beheer: beweiding kan de snelheid van ontzilting vertragen. Betreding door vee leidt tot bodemverdichting, waardoor meer neerslag oppervlakkig afstroomt.

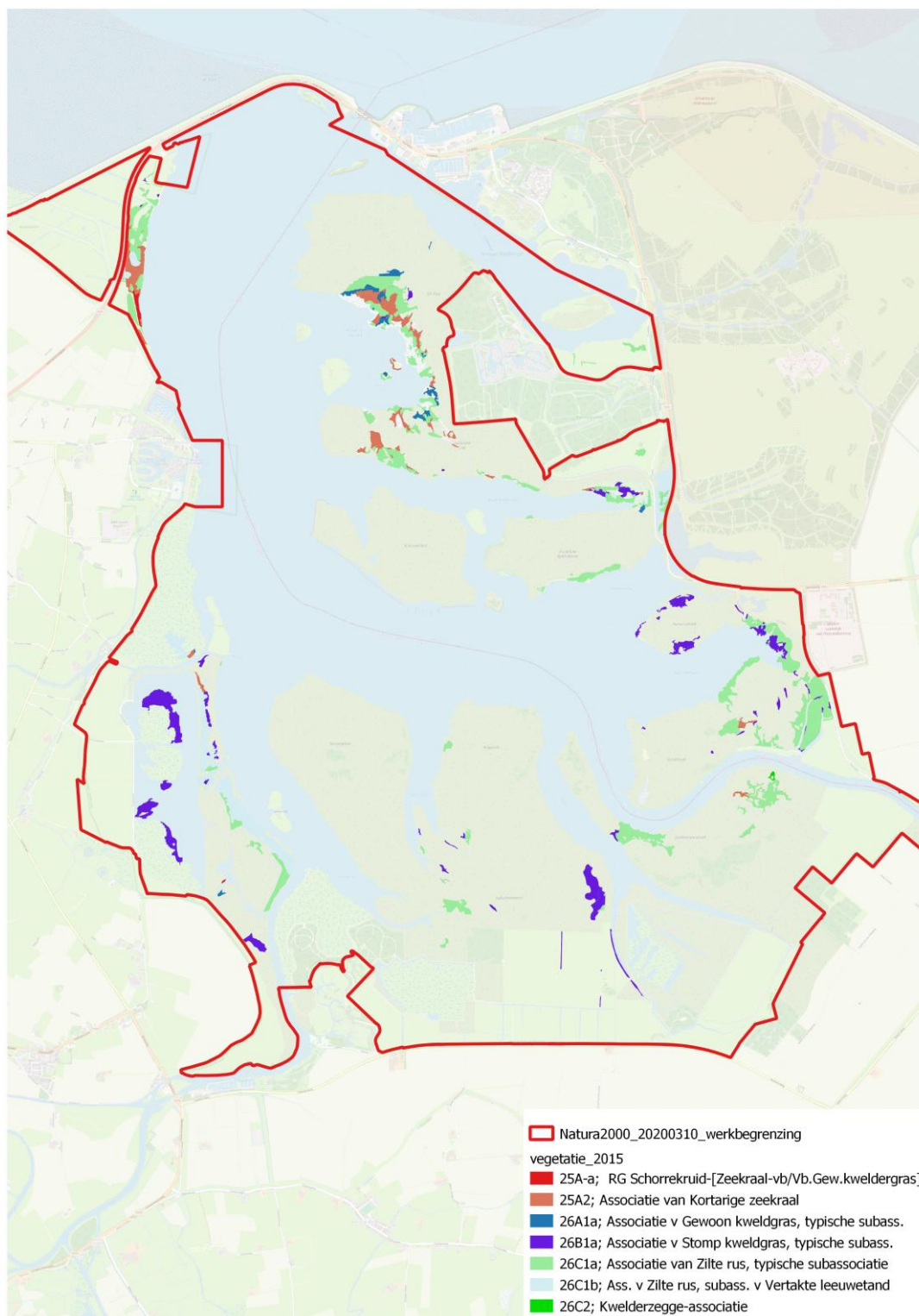
De ontzilting van de bodem verliep dus niet overal uniform. Een jaar na de afsluiting was de bovenlaag van hoger gelegen lutumarme zandgronden slechts licht brak en vanaf 1972 was hier al sprake van een zoete situatie. Lutumhoudende zandgronden en kleigronden ontzilten in eerste instantie snel, maar na 1975 nam de ontziltingssnelheid af. In 1992 waren deze bodems, gemiddeld genomen, nog brak.

Een modelstudie toonde aan dat de laterale drainage bepalend is voor de ontziltingsdiepte, waarbij hogere laterale drainage resulteerde in een snellere ontziltting.

Voor zover bekend is er (nog) geen gebiedsdekkende kaart beschikbaar met de mate van saliniteit in de verschillende bodems en het grondwater. Afbeelding 4.4 geeft natuurlijk wel een indicatie: met name de zeekraal- en schorrekruidassociaties zijn typerende vegetaties voor een zoute omgeving. Dit is het geval in het noordelijke deel van het gebied zowel aan de west- als de oostzijde, maar plaatselijk ook in het zuidelijke gebied. Wellicht houdt dit verband met de geologische ondergrond zoals beschreven in hoofdstuk 2. Dit dient nader te worden onderzocht.



Afbeelding 4.4 De Rug met in noordwestelijke richting het Lauwersmeer. Links op de foto zilttolerante pioniervegetatie met zeekraal (*Salicornia*), rechts op de hogere delen heelblaadjes (*Pulicaria dysenterica*)



Afbeelding 4.5 Zoutminnende of zouttolerante associaties in het Lauwersmeergebied

4.5 Ontkalking en verzuring

De kalkrijkdom van de bodem is mede sturend voor de vegetatieontwikkeling en daarmee indirect ook bepalend voor de aanwezige fauna. De wadbodem bevatte schelpresten waardoor na de afsluiting kalkhoudende zandgronden (midden en noorden) en kalkrijke zavelgronden (zuiden) droog kwamen te liggen. De kalkrijkdom neemt geleidelijk af, door het oplossen en uitspoelen van kalk onder invloed van oxidatieprocessen in de bodem, zuurproductie door plantenwortels en atmosferische depositie. De ontkalking/verzuring van de bodem gaat langzaam op de zavel- en kleigronden hetgeen verband houdt met de bufferende werking van het adsorptiecomplex dat bij lutumrijke bodems zeer groot is. De zandgronden zijn minder kalkrijk waardoor hier sneller ontkalking optreedt.

De ontkalking van de minerale bodem is in het Lauwersmeergebied nog niet ver gevorderd als gevolg van het feit dat het nog een jonge bodem is. De verwachting is dat binnen enkele decennia de gevolgen van de ontkalking duidelijker merkbaar zullen zijn. Dit zal vooral optreden in het noorden en midden van het gebied (zandige bodem). De verzuring zal onder meer tot uiting komen in duindoornstruwelen die minder vitaal worden en op termijn in areaal af zullen nemen. Ook is het de verwachting dat de lokaal aanwezige kalkrijke duinvaleien geleidelijk zullen verzuren.

Naast de ontkalking van de minerale bodem treedt er nog een proces op dat verzuring in de hand werkt. Dit is het proces van strooiselophoping waardoor bovenop de minerale bodem een organische en zure bodemlaag ontstaat. Dit treedt vooral op in de niet gemaaide rietlanden en ruigten als gevolg van de hoge biomassa-productie en een beperkte afvoer van het gewas. Een gevolg van de strooiselophoping en de verzuring is dat het rietmoeras minder vitaal wordt; riet gedijt niet goed in zure bodems. Hiervan profiteren ruigtekruiden en neemt de kans op opslag toe. Het aandeel vitaal rietland neemt af en het aandeel struweel en bos neemt toe.

4.6 Samenvatting, conclusies en aanbevelingen

- Het onderzoeksgebied vertoont een gradiënt van kalkhoudende zandige bodems in het noorden naar kalkrijke, zavelige en kleiige bodems in het zuiden.
- In het gebied komt een variatie in vaaggronden voor. Dit duidt op een jonge en/of dynamische bodemontwikkeling. Overige parameters (zoals grondwaterstandfluctuaties) kunnen niet afgeleid worden uit dergelijke bodemtypen.
- De bodemkwaliteit van het gebied voldoet (grotendeels) aan de achtergrondwaarde (schone grond).
- Het zoutgehalte in de bodems is (nog) niet vlakdekkend bekend.
- De bovenste decimeters van de bodem zijn op de meeste plaatsen minimaal geheel ontzilt, maar brak water kan nog op lagere delen van de zandige platen voorkomen.
- De hoogteligging, vegetatie en het beheer hebben invloed (gehad) op de snelheid van ontziltting.
- In die gebieden, die bestemd zijn ten behoeve van natuur, zijn geen ontgravingen bekend.
- Ook hier geldt het belang van een nader onderzoek naar de (toekomstige) dynamiek van de paleogeulen, mogelijk versterkt door klimaatopwarming en zeespiegelstijging.

5 Antropogene landschapontwikkeling

Dit hoofdstuk beschrijft de antropogene invloed op het landschap rondom het Lauwersmeergebied. In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de vraag:

Hoe heeft de mens invloed gehad op het waterstaatskundig landschap rondom het Lauwersmeergebied in de periode 0 tot nu?

Het hoofdstuk is chronologisch ingedeeld. In paragraaf 5.1 wordt beschreven hoe de eerste bewoners tussen het jaar 0 en 1000 in het gebied leefden. Paragraaf 5.2 beschrijft hoe de eerste waterschappen ontstonden in de periode 1000 – 1500 en hoe deze het landschap veranderden. De periode 1500 – 1850 wordt beschreven in paragraaf 5.3. Hierin is te lezen hoe vooral vanaf de Friese kant uitdagingen in de waterafvoer overwonnen moesten worden. In paragraaf 5.4 worden de eerste plannen voor de afsluiting van de Lauwerszee beschreven. De paragraaf erna gaat in op het Lauwersmeergebied na de afsluiting in 1969. In paragraaf 5.6 wordt een samenvatting gegeven en afgesloten met conclusies en aanbevelingen.

5.1 De eerste bewoners (0 – 1000)

De Lauwers stroomde vanaf het gebied ten zuidoosten van Surhuisterveen langs het tegenwoordige Stroobos, Munnekezijl en na vereniging met een zijtak van de Hunze - het huidige Reitdiep - langs Oostmahorn naar de oostpunt van Schiermonnikoog. Op de door opslibbing ontstane kwelderwallen hadden zich mensen gevestigd; ze leefden van akkerbouw, veeteelt, visvangst en handel. Om de nederzetting goed te beschermen tegen de steeds heftiger wordende erosie van de zee, verhoogde de mens deze natuurlijke verhogingen met klei en afval. Op deze wijze ontstonden terpen of wierden. Het was dit landschap dat Drusus in het jaar 12 v. Chr. aantrof, toen zijn vloot een vaarweg over het Flevomeer (de latere Zuiderzee) naar het noorden verkende. Spoedig ontstond er een levendig handelsverkeer tussen de Romeinen en de terpbewoners. Het gebied deed vreemd aan voor de Romeinen. Vooral de bewoners van de terpen vlak langs de kust waren voor hen vreemde lieden. Plinius, een Romeinse geschiedschrijver, beschrijft zijn ontmoeting met hen als volgt: „Daar stort de Oceaan zich met twee tussenpozen des daags en des nachts in een geweldige stroom over een onmetelijk land uit, zodat men bij deze eeuwige strijd in de gang van de natuur twijfelt of de bodem tot de aarde of tot de zee behoort. Daar leeft een armzalig volk op hoge heuvels of door hen met de handen opgeworpen hoogten tot op het uit ervaring bekende peil van de hoogste vloed en daarop hebben zij hun hutten gebouwd. Van riet en biezten maken zij een soort touw, waarvan zij visnetten knopen. Aardkluiten die zij met hun handen uitsteken, laten ze meer nog in de wind dan in de zon drogen en verbranden die om hun eten te koken en hun door de noordenwind verstijfde leden te verwarmen." Aldus Plinius.

sunt vero in septentrione visae nobis
chaucorum, qui majores minoresve
appellantur. vasto ibi tractu, his
dierum nocturnaque singulorum in-
tervallis, effusus in immensum
agitur oceanus, aeternam operiens
rerum naturae controversiam:
dubiumque terrae sit, an parte in
maris. illic misera gens tumulos
obtinet altos, aut tabularia stru-
ta manibus ad experimenta altis-
simi aestus, casis ita impositis:
navigantibus sioniles, cum intē-
gant aquae circumdata: naufragis
vero, cum recesserint: fugientes-
que cum mari pisces circa tingu-
ria venantur. non pecudem his
habere, non lacte ali, ut fimiti-
mus, ne cum feris quidem dioni-
care contigit, omni procul abacto
pauitice. ulva et palustri junco fu-
nes necant ad praetexenda pisci-
bus retia: captumque manibus
lutum ventis magis quam sole
siccantes: terra cibos, et rigentia
septentrione viscera sua urunt.
potus non nisi ex imbre servato
scrubibus in vestibulo domus.

Afbeelding 5.1 Plinius, Romeinse geschiedschrijver, over zijn ontmoeten met terpbewoners.

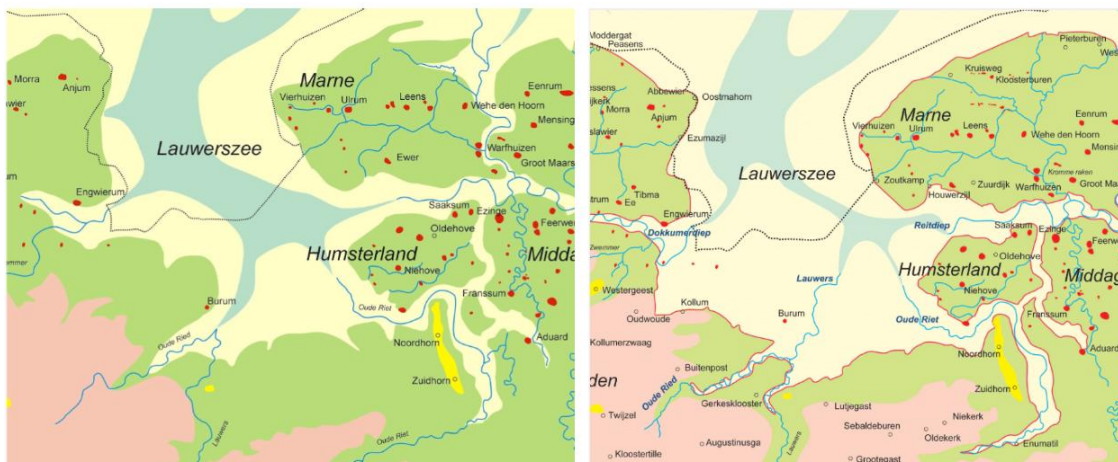
5.2 De eerste waterschappen (1000 – 1500)

In gebieden waar het veen doordrenkt was geweest met zeewater en daardoor rijk aan natrium, kon zout gewonnen worden. Dit werd uitgegraven en verbrand in een speciale oven. De overgebleven as werd met water uitgekookt, waarna zout overbleef. Dit proces heet *selnering*. Door grootschalige selnering was er sprake van hevige bodemdaling rondom de monding van het riviertje de Lauwers (zie ook hoofdstuk 2). Dit in combinatie met het natuurlijke verleggen van geulen in de Waddenzee zorgde ervoor dat een serie stormvloed en inbraken, vanuit de monding van de Lauwers, de Lauwerszee vormde.

De uitbreiding van de Lauwerszee is nog eeuwenlang doorgegaan (zie ook hoofdstuk 2). Het verband tussen ontginning en landverlies werd door de bevolking niet altijd ingezien. In de 11e en 12e eeuw werd aan de Friese kant van de Lauwerszee nog op grote schaal veen onder de klei vergraven ten behoeve van bovengenoemde zoutproductie. Selnering vormde een belangrijke bron van inkomsten voor de middeleeuwen, maar resulteerde tevens in een bodemdaling waardoor de Lauwerszee zich nog verder kon uitbreiden (hoofdstuk 2). Volgens overlevering zou bij een zeeinbraak 'Esonstad' in de golven zijn verdwenen (Boxcel, 1996). Overtuigend archeologisch of ander bewijs is hier nooit voor gevonden.

Vanaf de 11^{de}/12^{de} eeuw werd de Lauwerszee door een dijk omgeven en beteugeld (afbeelding 5.2). Deze dijken stelde vaak niet meer voor dan een lage kade, die langzaam werd opgehoogd en uitgebreid. Langzaam maar zeker nam de veiligheid toe en sommige bewoners vestigden zich op lager gelegen land. Wonen buiten de wierden kon alleen als de dijken betrouwbaar waren. Elke boer die het land achter de dijk bewerkte, was verantwoordelijk voor zijn eigen stuk dijk. In de zogenaamde 'dijkrollen' was opgetekend hoe de dijken moesten worden onderhouden.

Gaandeweg ontstonden zelfstandige samenwerkingsverbanden, zgn. 'zijlvesten', rond het onderhoud van dijken, de dijkrechten en/of het onderhoud van de uitwateringssluizen en de waterlopen ernaartoe. De aanleg en het onderhoud van dijken was een zeer arbeidsintensief karwei, waar veel mensen voor nodig waren. Het vroeg ook om een zekere vorm van samenwerking (Canon van Nederland, 2024).



Afbeelding 5.2 De eerste bedijking rondom de Lauwerszee. De dijken zijn met rode lijnen aangegeven (Westerink 2024).

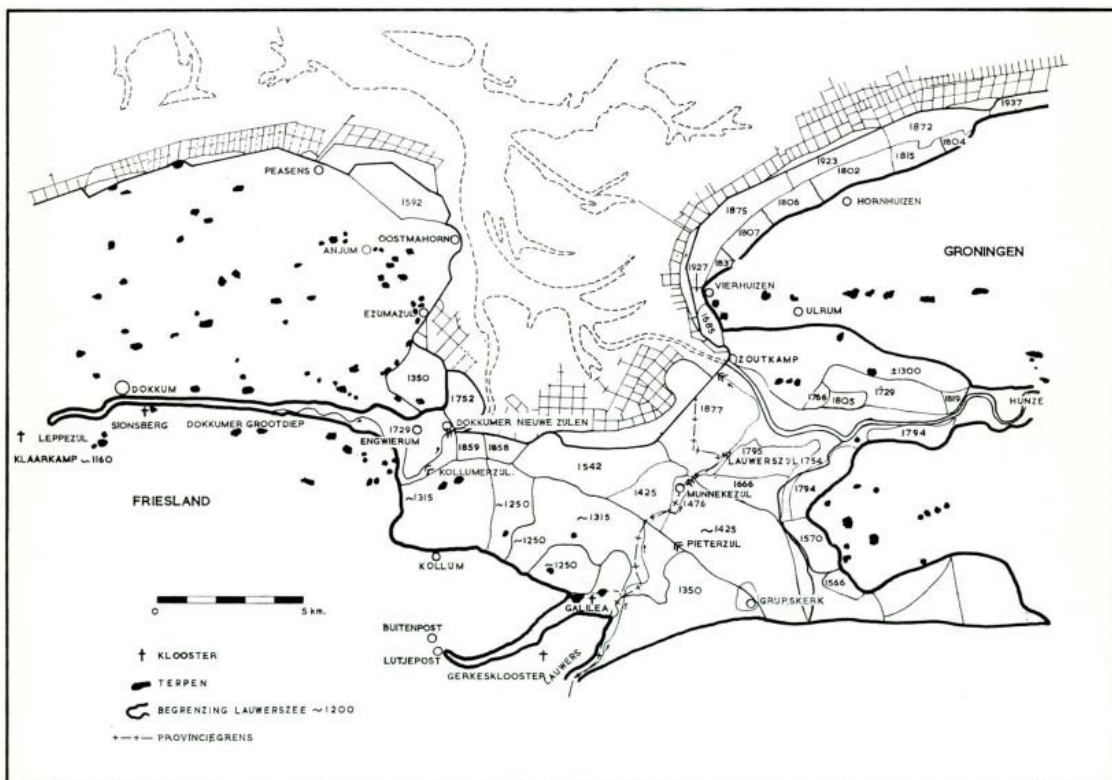
In de 13e eeuw bundelden boeren en kloosterlingen daarom hun krachten om de waterstaatkundige uitdagingen gezamenlijk aan te pakken. Dit betekent dat de aanleg van dijken en andere waterbouwkundige constructies een gezamenlijke onderneming was die moest worden uitgevoerd. De eerste regionale waterschappen, zoals het Aduarder- en Winsumerzijlvest, ontstonden in Groningen tussen circa 1300-1350 na Christus. Dankzij deze collectieve waterstaatsorganisatie werd een uitgebreid netwerk van binnenwaterwegen aangelegd en werd de controle over het water versterkt (De Ruiter, T., p. 38, 2022).

Ten zuiden van de Lauwerszee stammen de bedijkingen voor een deel uit de 13^{de} eeuw. De inpoldering van het gebied is vooral geïnitieerd door de cisterciënzer monniken van het klooster

Jeruzalem te Gerkesklooster (Haartsen, A., p.13 2009). Monniken speelden in die tijd een belangrijke rol in de strijd tegen het water. Naast hun morele gezag, dat inherent was aan hun positie, vormde hun omvangrijke grondbezit de kern van hun invloed. Voor hen waren inpoldering en afwatering van essentieel belang, vaak zelfs meer dan voor kleine grondbezitters (Damen, C. I., p.63).

Er werd een grote zeedijk aangelegd van Noordhorn en Grijpskerk in de provincie Groningen naar Stroobos en vandaar over de westelijke oeverwal van de Lauwers naar Burum, Kollum en Wijgeest, om van daaruit naar het westen af te buigen en aan te sluiten op de dijk langs het Dokkumerdiep. Nadien zijn steeds naar het noorden dijken gelegd.

Voor de afwatering van inlands water werden sluizen in de dijken aangebracht, zoals de Munnikenzijl in de Lauwers in 1476. Daarnaast werd de afwatering van het binnenland verder verbeterd. Het Aduarderdiep, gegraven in de 14e eeuw, is een voorbeeld van een gegraven waterweg die was bedoeld om overtollig binnenwater af te voeren richting de zee.



Afbeelding 5.3 Chronologische inpoldering van de Lauwerszee (Rijkswaterstaat 1970)

Door het aanleggen van dijken en sluizen werd geleidelijk meer landbouwgrond aan het gebied toegevoegd (afbeelding 5.3). Dit proces omvatte het creëren van nieuwe aanwassen buitendijs, vergelijkbaar met de kwelders die tegenwoordig langs de noordelijke Waddendijk vinden.

Door het opwerpen van ringdijken werden deze nieuwe kweldergronden ontwaterd, waardoor grote delen van het gebied ten zuiden van de voormalige Lauwerszee geschikt werden gemaakt voor landbouw of bewoning en het terugwinnen van land uit zee werd versneld. De bewoners van het kweldergebied hadden behoefte aan uitbreiding van landbouwgronden vanwege de groeiende bevolking, de noodzaak om de oogstopbrengsten te verbeteren en om de dreiging van overstromingen te verminderen.

Deze waterstaatkundige werken hebben geleid tot het terugdringen van de kustlijn van de voormalige Lauwerszee. Ondanks de verbeterde waterbeheersing bleef het achterland vatbaar voor overstromingen via oude zeearmen zoals de Hunze en de Lauwers (De Ruiter, 2022).

5.3 De controle over het water groeit (1500 – 1850)

In het noordoosten van Friesland waren twee wateren van belang voor de afwatering. De Zuider Ee en het Dokkumergrootdiep. De Zuider Ee verzorgde vanouds een groot deel van de afwatering van Oostdongeradeel. Deze streek waterde af op het Zuider Ee, welke vervolgens afwaterde op de sluis bij Dokkum. Vanaf hier stroomde het water via het Dokkumergrootdiep naar de Lauwerszee. Vanuit het zuiden waterde geheel Oostergo af op het Dokkumergrootdiep. Door het afdammen van het riviertje de Paesens bij Dokkum kreeg het gebied meer afstromend water te verwerken. Toen in 1604 de uitwateringssluys bij Dokkum werd opgeheven moest al het water door het Zuider Ee om geloosd te worden bij Ezumazijl. Deze sluis was hier niet op berekend en al snel werd de ontwateringssluys bij Dokkum vernieuwd.



Abbeelding 5.4 Dokkumer Nieuwe Zijlen gezien vanaf het zuidoosten (Google Maps)

In 1672 moet de sluis bij Dokkum noodgedwongen worden opgeheven door vergaande opslibbing. Dit was een veelvoorkomend probleem bij uitwateringssluizen. Aan de buitendijkse zijde van de sluizen vond een steeds minder effectieve waterlozing plaats door aanslibbing. Men probeerde door het zogenaamde 'krabbelen' of 'ploegen' de geulen te verdiepen en te verbreden. Dit bleek geregeld een hopeloze zaak wegens de voortschrijdende aanslibbing. Als gevolg van de aanslibbingsproblemen bleek verdere inpoldering vaak een beter alternatief met nieuwe indijkingen en de aanleg van nieuwe sluizen tot gevolg. Deze problematiek in combinatie met de kerstloed van 1717 doet het stadbestuur van Dokkum er voor kiezen om de Dokkumer Nieuwe Zijlen aan te leggen. Dit betekende het einde van de invloed van het getij in het Dokkumerdiep (Visitgroningen.nl, 2024).

De sluis in het Dokkumerdiep maakt deel uit van een twee kilometer lange afsluitdijk, waarmee de oude ontwateringssluys bij Dokkum, op de grens van zoet en zout water, overbodig werd en maar liefst 600 hectare land werd gewonnen.

In 1754 werd, vermoedelijk om de ophoping van het slib voor de sluis van Munnekezijl te verminderen, de buitensluys Lauwerzijl aangelegd en de oude geul vanaf Munnikenzijl tot daaraan toe recht gegraven. De Lauwerzijl had het probleem van de opslibbing echter verplaatst en er moest wederom ingegrepen worden om de afwatering te garanderen. In 1819 werd daarom het Munnekezijlsterried omgeleid naar het oosten, naar het Reitdiep en kreeg het de naam Munnekezijlsterreit.

5.4 De eerste plannen voor de afsluiting van de Lauwerszee (1850 – 1969)

Een eeuw lang hebben verschillende mensen zich ingezet voor de afsluiting van de Lauwerszee. Het eerste concrete plan en ontwerp voor deze afsluiting dateert uit 1849 en is opgesteld door waterstaatsingenieur Bernard Pieter Gesinus van Diggelen.

Van Diggelen identificeerde destijds de problemen met de waterhuishouding in het Lauwerszeegebied, met name de invloed van het zeewater dat steeds verder landinwaarts doordrong. Hij voorzag dat de verzanding van de geulen van de Lauwerszee zou leiden tot ondiepe vaarwateren en

overstromingsgevaar voor grote delen van Groningen en Friesland tijdens natte periodes. Het risico op binnendijkse overstromingen zou toenemen omdat de doorstroom zou afnemen. Hierdoor konden de sluiscomplexen niet genoeg water uit het achterland spuien. De sluisen konden immers alleen bij laag water spuien voordat ze weer noodgedwongen gesloten moesten worden voor de opkomende vloed (de Ruiter, 2022).

Een van de sluisen betreft de grote provinciale sluis. De bouw van de grote provinciale sluis, ook bekend als de Reitdiepsluis, markeerde een belangrijk keerpunt in de waterbeheersing van het Reitdiepgebied. Voorheen, tot 1674, stond het Reitdiep in open verbinding met de zee, wat essentieel was voor de waterhuishouding in het gebied. Tot ver in de 19e eeuw namen de waterproblemen toe door de dalende bodem als gevolg van vervening. Om deze problemen aan te pakken, besloot het provinciebestuur van Groningen in 1856 grootschalige maatregelen te nemen. Het Eemskanaal, gegraven in 1870, en de aanleg van de Provinciale Dijk, inclusief de grote provinciale sluis, waren enkele van deze maatregelen. De sluis, voltooid tussen 1874 en 1876, sloot het Reitdiep af en bracht de afwatering van het Westerkwartier, Noord-Drenthe en de regio Hunsingo onder controle.



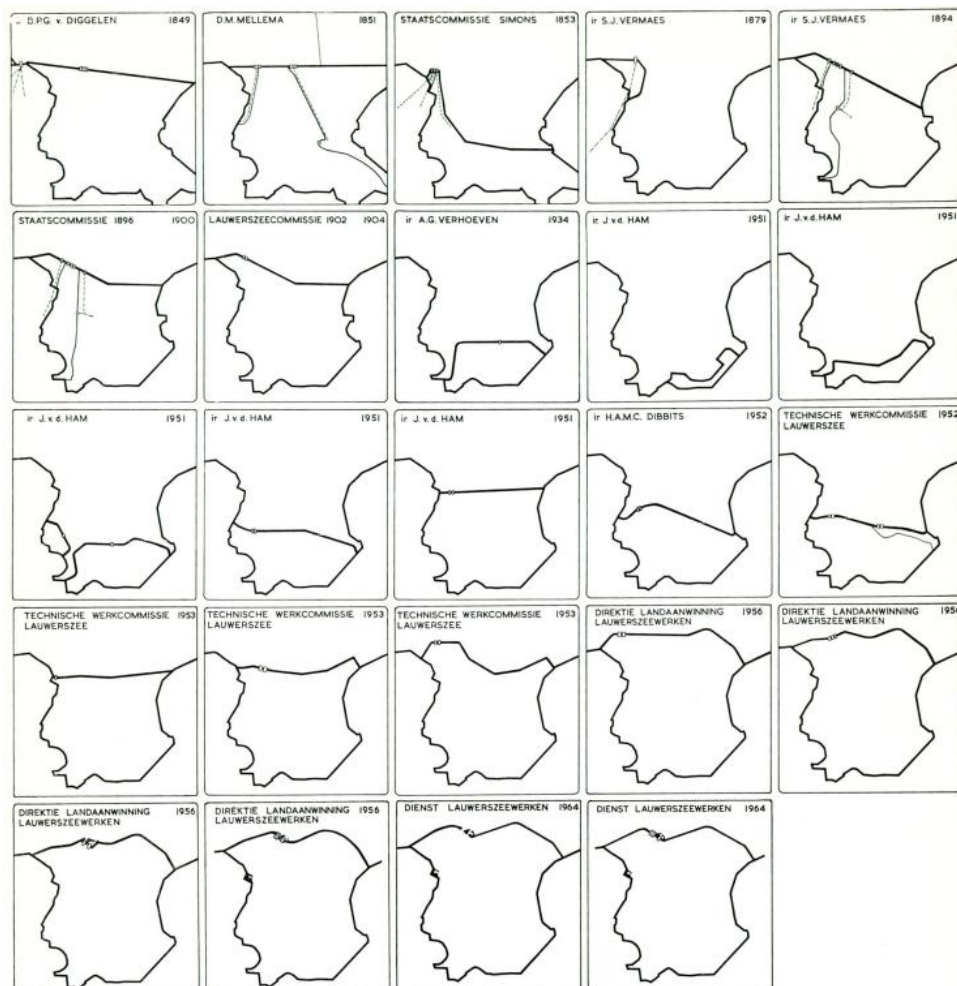
Afbeelding 5.5 Ansichtkaart van Reitsluis die in 1876 bijna was voltooid.

Tijdens de aanleg van het project waren er echter uitdagingen, zoals schade door stormvloed. In 1877 werd, ondanks deze tegenslagen, het project voltooid. Niettemin, in 1920, werd het idee van een stoomgemaal naast de sluis geopperd om de aanhoudende waterproblemen aan te pakken, wat uiteindelijk resulteerde in de bouw van Gemaal de Waterwolf bij Lauwerzijl. Deze geschiedenis illustreert dat zelfs na de bouw van de Reitsluis, waterbeheersing een voortdurende uitdaging bleef die verdere maatregelen vereiste (De Ruiter, 2022).



Afbeelding 5.6 Links is een kaart uit 1853, waarbij de landschappelijke situatie voor de afsluiting van het Reitdiep te zien is. Rechts is een kaart uit 1930 waarbij deze afsluiting goed te zien is (Topotijdreis.nl).

Naast de Reitdiepsluis is de Hunsingosluis in Zoutkamp van belang in de waterhuishouding. Deze sluis is oorspronkelijk gebouwd in 1858 en diende als afwateringssluisluis bij de aanleg van het Hunsingokanaal, waarmee de waterhuishouding in het Noorderzijvest, en in het bijzonder de Marne, werd verbeterd. Voorheen voerde de Marne haar oppervlaktewater af op het Reitdiep via de Kromme Raken. Door het nieuwe kanaal kon het water in de Marne beter afgevoerd worden.

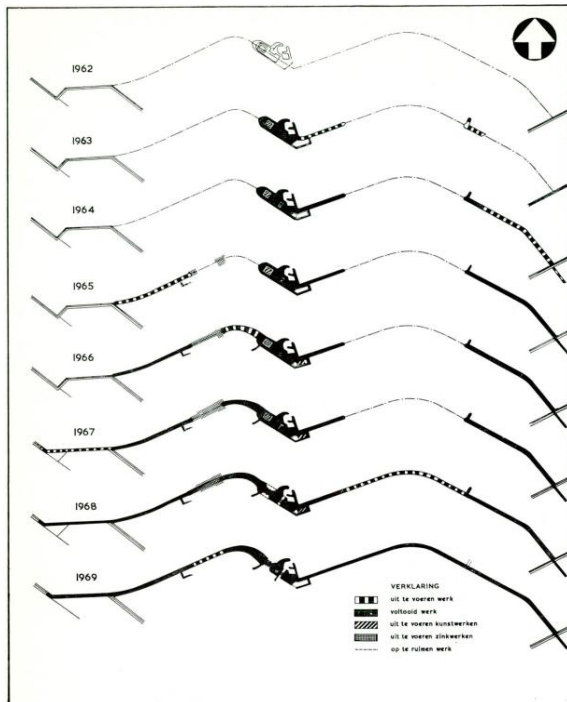


Afbeelding 5.7 Er zijn veel ontwerpstudies gemaakt voor de afsluiting van de Lauwerszee (Rijkswaterstaat 1970)

Tegen het einde van de 19e eeuw begonnen intensieve studies naar de afsluiting van de Lauwerszee, vooral vanwege de problemen die werden vastgesteld door provinciaal hoofdingenieur van de waterstaat in Friesland, de heer Vermaes. Zijn verzoek aan de Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid in 1896 leidde tot een grondig onderzoek, resulterend in het Lauwerszeeverslag, waarin de Lauwerszeecommissie een algehele afsluiting voorstelde als oplossing voor de waterproblemen.

Een belangrijk punt van discussie was de keuze tussen een gemaal of uitwateringssluizen om de waterhuishouding te verbeteren. Dit was echter geen eenvoudige kwestie gezien de grote verschillen in waterpeil tussen Groningen en Friesland. Het waterschap Hunsingo zat met een peil van 83 cm -NAP ver onder het Friese peil van 51 cm -NAP. Uiteindelijk werd in de planvorming besloten het peil vast te stellen op 93 cm -NAP om de afwatering uit beide provincies te garanderen. De 10 cm speling kon in geval van hoge afvoeren gebruikt worden als bergingsruimte wanneer er tijdelijk niet gespuid kon worden.

Uiteindelijk zorgde de angst voor een rampzalige stormvloed, zoals in Zeeland in februari 1953, voor extra urgentie in de discussie over de afsluiting en werd er overgegaan op de uitvoering van het plan (De Ruiter, 2022).



Abbeelding 5.8 Tijdschema van de te bouwen dam (Rijkswaterstaat 1970)

De afsluiting van de Lauwerszee vond plaats in verschillende fases, met als eerste stap de aanleg van een bijna 12 kilometer lange afsluitdijk die het westen van Groningen verbond met het oosten van Friesland. Deze dijk werd gebouwd onder toezicht van de Dienst Lauwerszeewerken, opgericht in 1955. De voltooiing van de eerste kilometers van de afsluitdijk vond plaats in 1965. Elk nieuw gedeelte van de dijk werd in het voorjaar opgespoten met zand, als basis voor de verdere constructie. Het laatste stuk van de afsluitdijk was een sluitgat, dat in 1969 werd gedicht met de plaatsing van enorme betonnen caissons. Dit markeerde het voltooien van de afsluiting van de Lauwerszee, een belangrijke mijlpaal in de Nederlandse waterbouwkunde (De Ruiter, 2022).

De afsluiting van de Lauwerszee betekende het einde van zijn lange bestaan als zeearm. Langs de 32 kilometer lange voormalige zeedijk, de tweede waterkering na de afsluiting, waren de oeverstroken het meest opvallend. Hier liepen hoger gelegen beweibbare kwelders over in lager gelegen landaanwinningswerken, deels begroeid en deels onbegroeid. Deze werkzaamheden sloten aan op natuurlijk gevormde zandplaten die doorsneden werden door watervoerende geulen, onderdeel van het toekomstige zoetwaterbekken "het Lauwersmeer" (Nouta, 1978).

Sinds de afsluiting werd het water niet meer beheerd door de oude sluiscomplexen gelegen aan de randen van de toenmalige Lauwerszeekust, maar door de in 1969 aangelegde Cleveringsluizen op de grens tussen het Lauwersmeer en de Waddenzee.

De uitwateringsluizen bij Lauwersoog zijn essentieel voor het beheer van het waterpeil in het Lauwersmeer en de omliggende gebieden. Deze sluizen zorgen ervoor dat water van het Lauwersmeer naar de Waddenzee kan worden afgevoerd. Dit afvoeren gebeurt onder natuurlijk verval, wat betekent dat er geen pompen nodig zijn. Uitwateringssluizen, of spuisluizen, zijn te vinden langs kades, dijken en duinen. Ze worden gebruikt om overtollig water van het land naar een boezem, kanaal, rivier of zee te laten stromen.

In het Lauwersmeer ontmoeten twee belangrijke boezemstelsels elkaar: de Friese boezem, met een uitlaatpunt bij Dokkumer Nieuwe Zijlen, en de Groningse boezem, waarvan de uitlaat bij Zoutkamp ligt (zie ook hoofdstuk 3). Tussen Zoutkamp en het gemaal De Waterwolf bevindt zich een groot deel van de bergboezem, die een cruciale rol speelt in het waterbeheer van de regio. De spuisluizen, voorheen bekend als de Lauwerssluizen maar sinds 2007 vernoemd naar R.J. Clevering, bestaan uit drie bouwwerken. Elk bouwwerk heeft vier spuikanalen, waardoor het water efficiënt kan worden afgevoerd. Kaarten van de locaties van de boezems en sluizen zijn bijgevoegd in hoofdstuk 3.

5.5 Het landschap na de afsluiting van de Lauwerszee (1969 – 2024)

Door de afsluiting van het Lauwersmeer en het instellen van een streefpeil viel er 9100 hectare land droog (Commissie Natuurontwikkeling Lauwerszee, 1996). Het gebied vanaf de voet van de dijk tot aan het Lauwersmeer kan worden opgesplitst in drie delen: de kwelders, de gebieden waar landaanwinning heeft plaatsgevonden, en de zand- en slikplaten. De kwelders waren begroeid met kweldergras, de hoger gelegen landaanwinningsgebieden met zouttolerante planten, terwijl het merendeel van de drooggevalle gronden onbegroeid was. Na de afsluiting leek de drooggevalle Lauwerszee op een afgesneden deel van het Waddengebied, zonder getij en geleidelijk opdrogend door verdamping, wat resulteerde in het verlies van verschillende habitats. De slikvelden, moeilijk begaanbaar voor mensen, met rijshoutdammen, uitgeschuurde watergangen en glinsterende zandplaten met verspreide mosselbanken, domineerden het landschap lange tijd na de afsluiting (Nouta, 1987).

Tussen 1972 en 1974 werden asfaltwegen aangelegd om de landbouwgebieden in de Kollumerwaard en Ezumakeeg toegankelijk te maken. Tegelijkertijd werden er kavelsloten en watergangen gegraven of bestaande waterafvoersystemen verbeterd om de verkaveling en afwatering te bevorderen. Het Lauwersmeer speelt samen met de uitwateringssluizen een belangrijke rol in de afwatering van de 427,268 hectare aan achterliggende gronden (Nouta, 1987).

Een deel van het land in de Lauwerszee was bestemd voor landbouw, met name in twee gebieden: de Ezumakeeg en de Kollumerwaard. Kort na de afsluiting begon men met onderzoek naar de bodemgesteldheid en hydrologie. De bodemgesteldheid, profielopbouw en hoogteligging werden zorgvuldig in kaart gebracht, gevolgd door jarenlang onderzoek naar de ontwateringstoestand na ontginning en de aanleg van drainage. Resultaten toonden aan dat de ontwatering over het algemeen beter was in de Kollumerwaard dan in de Ezumakeeg, waardoor eerstgenoemd gebied prioriteit kreeg voor verpachting.

Het bodemprofiel in de Kollumerwaard is zeer divers, variërend van lichte zavel tot klei, met een heterogene ondergrond en hoogteligging van NAP tot 1,40 m + NAP. Om aan de droogleggingsvereisten te voldoen, wordt een groot deel van het gebied bemalen, terwijl het resterende deel op natuurlijke wijze afwatert naar het boezemmeer. Drainageontwerp is afgestemd op bodemprofielen en gewenste grondwaterstand, met drainafstanden van 8 tot 15 meter. Inspoeling van zand en ongerijpte grond tijdens de aanleg van drainage leidde op sommige plaatsen tot disfunctioneren ervan. Na de aanleg bleek dat niet alleen bodemprofiel, maar ook hoogteligging van invloed was op ontwatering, waarbij hoger gelegen gronden beter presteerden. Een poging tot grondverbetering op lichtere gronden resulteerde aanvankelijk in verbetering, maar na verloop van tijd trad verslechtering op (Hoekstra & Rozendaal, 1989).

De vergroting van de boezem was een neveneffect van de versterkte kustverdediging, maar betekende wel een aanzienlijke verbetering van de regulatie van de waterafvoer van het binnenland. Voor de afsluiting stroomde het boezemwater door het Reitdiep bij Zoutkamp de Lauwerszee in. Door de inpoldering werd de capaciteit van de boezem aanzienlijk vergroot en kon het Lauwersmeer dus een buffer vormen voor tijden dat er door hoge waterstand op de Waddenzee niet geloosd kon worden via

de spuisluizen op Lauwersoog. Om het probleem van deze wateroverlast voor landbouwgrond, wegen en recreatieparken te voorkomen zijn rond 2020 allerlei kades in het hele Lauwersmeer flink opgehoogd (Nationaal park Lauwersmeer, 2019).

Het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) is een belangrijk project voor het versterken van dijken en sluisen in Nederland om overstromingen te voorkomen. Twee van deze projecten vinden plaats in het Lauwersmeergebied: de Lauwersmeerdijk - Vierhuizengat in Groningen en Koehool - Lauwersmeer in Friesland. De Lauwersmeerdijk wordt verhoogd, de bekleding vervangen, en er worden natuurlijke getijdengebieden en kwelders gecreëerd. Bij het project 1DYK wordt samengewerkt om de Waddenzeedijk tussen Koehool en het Lauwersmeer te verbeteren, met aandacht voor dijkversterking, natuurherstel en gebiedsontwikkeling.

De uitvoering van beide projecten begon in 2023 en zal naar verwachting enkele jaren in beslag nemen. Deze inspanningen zijn essentieel om de waterveiligheid te waarborgen en de unieke natuur en landbouwgronden in het gebied te beschermen tegen overstromingen (HWBP, 2023).



Afbeelding 5.9 en 5.10 Betonblokken met verhogingen in dijk bij de nieuwe tweede toegangsweg. De verhogingen breken de golven bij extreem hoogwater en storm (Lauwersmeerdijk.nl).



Afbeelding 5.11 De dijk bij Koehool (hwbp.nl)

5.6 Samenvatting

In de vroege geschiedenis van het Lauwerszeegebied vestigden de eerste bewoners zich op terpen en wierden, waar zich een agrarische samenleving ontwikkelde die afhankelijk was van zowel het land als de zee voor hun levensonderhoud.

Naarmate de bevolking groeide, nam de vraag naar voedsel toe. Dit betekende dat het land langer gebruikt moest worden om aan deze vraag te voorzien. Inundaties zaten de productie in de weg en boeren begonnen kades en kleine dijkes te bouwen. Om deze inspanning te verenigen werden in de 13e eeuw de eerste waterschappen gevormd. Doorgaande ontwikkelingen zorgden ervoor dat de controle over het water steeds meer groeide. Dijken werden efficiënter en sluizen groter, zodat water snel kon worden afgevoerd en het kostbare land beschermd kon worden tegen overstromingen. De kloosters in het gebied waren grootgrondbezitter en speelden een belangrijke rol bij de organisatie van waterbeheer.

Tegen de 19e eeuw groeide de urgentie om de Lauwerszee af te sluiten vanwege toenemende overstromingsgevaaren en economische belangen. Vooral Friesland voelde de urgentie om de Lauwerszee zo snel mogelijk te temmen. Groningen was terughoudend in het afsluiten van de Lauwerszee. Uiteindelijk gaf de watersnoodramp in 1953 in Zeeland de doorslag om deze definitief af te dammen. Waterstaatsingenieur Bernard Pieter Gesinus van Diggelen speelde een cruciale rol bij het ontwikkelen van plannen voor de afsluiting. Na jaren van planning en politieke discussies werd de Lauwerszee uiteindelijk afgesloten in 1969, waardoor een nieuw landschap ontstond.

Na de afsluiting onderging het gebied ingrijpende veranderingen. Drooglegging en het ontstaan van nieuwe habitattypen veranderden het landschap. Hedendaags worden moderne waterbeheersingsprojecten geïmplementeerd om het gebied te beschermen tegen de gevolgen van klimaatverandering. De interactie tussen mens en natuur blijft een centraal thema, met zowel uitdagingen als kansen voor de gemeenschappen rondom de voormalige Lauwerszee.

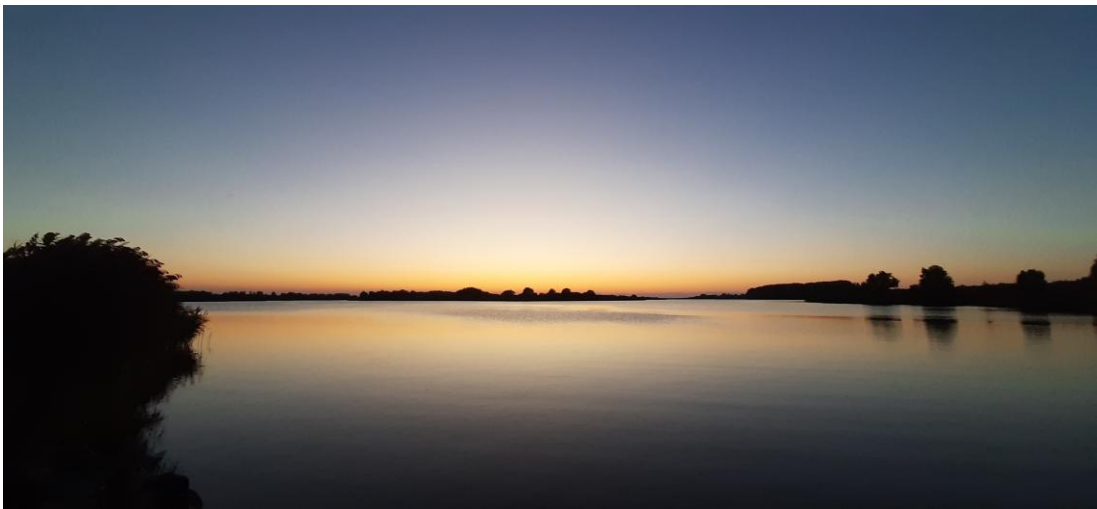
5.7 Conclusies

De geschiedenis van het Lauwerszeegebied is doordrenkt van de dynamische relatie tussen mens en water. Van de vroegste bewoners die hun levensonderhoud vonden langs de kustlijn tot de moderne waterstaatkundige ingrepen die het gebied hebben vormgeven, heeft water altijd een centrale rol gespeeld in de ontwikkeling van de regio. De afsluiting van de Lauwerszee in 1969 markeerde een keerpunt in deze geschiedenis, waarbij menselijke interventie het landschap en het watersysteem drastisch veranderde.

Resumerend worden de volgende conclusies getrokken:

- Al vanaf de dertiende eeuw probeert men de waterhuishouding rondom de Lauwerszee onder controle te krijgen. Het menselijke ingrijpen door de aanleg van dijken, sluizen, inpoldering en de afdamming van de Lauwerszee hebben de waterhuishouding in het gebied drastisch veranderd.
- Door de verbeterde waterbeheersing kon men land terugwinnen van de Lauwerszee. De inpolderingen hebben grote delen van de voormalige zee omgezet in landbouwgrond en woongebieden. Hierdoor is het oorspronkelijke estuariene landschap sterk veranderd.
- De inpolderingen hebben nieuwe mogelijkheden gecreëerd voor landbouw en menselijke bewoning, wat economische voordelen met zich meebracht voor de regio. De vruchtbare gronden die ontstonden na inpoldering werden gebruikt voor landbouwactiviteiten zoals akkerbouw en veeteelt.

- De aanleg van de Cleveringssluizen en daarmee de afdamming van de Lauwerszee heeft ervoor gezorgd dat de waterveiligheid is vergroot. Sluizen die voorheen belangrijk waren voor de waterbeheersing rondom het lauwersmeergebied hebben nu hun zeewerende functie verloren vanwege de aanleg van de Cleveringssluizen.
- De afdamming van de Lauwerszee heeft ervoor gezorgd dat het landschap, de waterhuishouding, de ecologie en de visserij is veranderd. Dat komt omdat het water eerst zout was en nu langzaam zoet geworden is.
- Het effect van de afsluiting van de Zuiderzee op de sedimentatie- en erosieprocessen in de Noordzee en de Waddenzee is nog steeds zichtbaar en deels onbekend, vooral voor de langere termijn. Ditzelfde geldt voor de afsluiting van de Lauwerszee op het Waddensysteem en het achterland. Maar ook binnen het huidige Lauwersmeer zijn de effecten van de sluizen, gemalen, vergravingen en baggerwerkzaamheden, alsmede (zoals eerder vermeld) de verschillende klimaatscenario's op de dynamiek van het gebied en daarmee de natuurontwikkeling niet bekend. In hoofdstuk 7 wordt hier nader op ingegaan.



6 Ecologie: flora en fauna in Natura 2000-gebied Lauwersmeer

In deze LESA wordt de ecologische ontwikkeling vanaf 1969 beschouwd. Vóór de afsluiting van de Lauwerszee functioneerde het gebied als onderdeel van de Waddenzee, een volledig ander ecosysteem dan het huidige Lauwersmeer (zie ook hoofdstuk 2).

Nadat de dijk gesloten werd, verdween de invloed van de zoute getijdestroming en verzoette het gebied (hoofdstuk 3 en 5). Al na enkele maanden was het oppervlaktewater nagenoeg zoet geworden door de aanvoer van zoet water uit het achterland. Het ontzilten van de bodem ging langzamer en liet lokale verschillen zien (hoofdstuk 4). Op infiltratieplekken waar regenwater de grond in kon dringen, verliep het ontziltingsproces het snelst maar op plekken waar grondwater hoog in het bodemprofiel voorkwam verliep dit langzamer. Nu zijn er zelfs nog plekken die zilt zijn door de aanwezigheid van zilt kwelwater (zoals op De Rug, zie ook hoofdstuk 2, 3 en 4).

Twee belangrijke bronnen voor dit hoofdstuk zijn de rapporten “Het Lauwersmeergebied 25 jaar onderzoek ten dienste van natuurontwikkeling en beheer” (Van Rooij & Drost 1996) en “Ontwikkelingsvisie voor het Lauwersmeergebied” (Staatsbosbeheer 1984). De onderliggende data van deze rapporten zijn helaas niet meer beschikbaar. Maar de informatie uit de rapporten geeft een beeld van de ontwikkeling van het Lauwersmeergebied in de vorige eeuw. Uit andere bronnen wordt in dit hoofdstuk eveneens de huidige staat van de natuur inzichtelijk gemaakt.

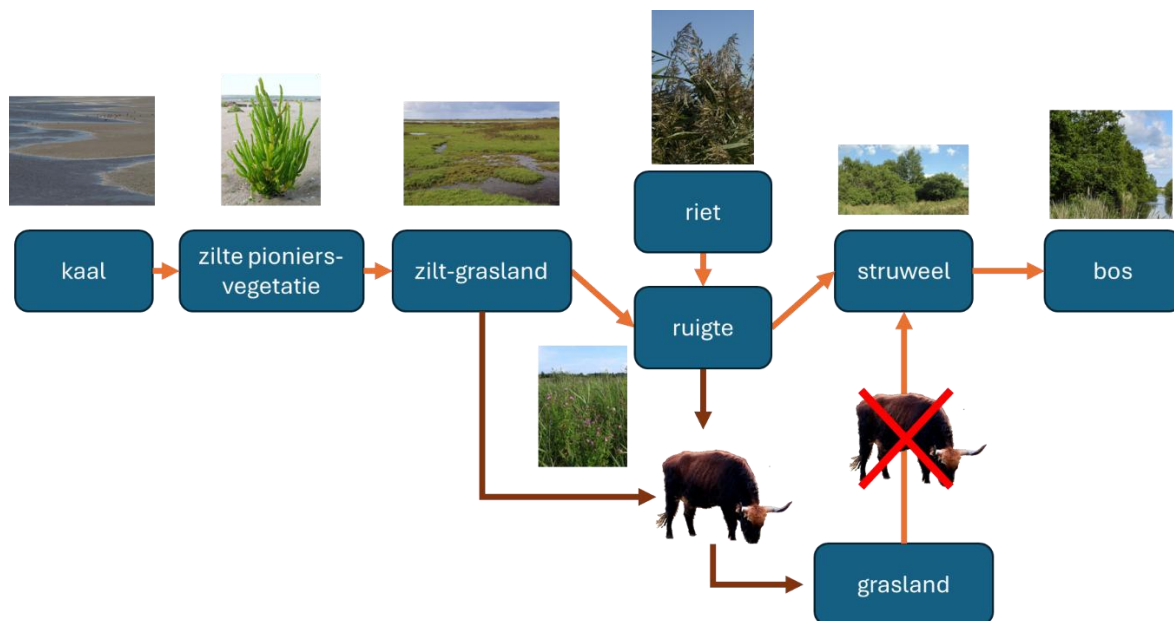
In dit hoofdstuk wordt eerst de ontwikkeling van flora behandeld vanaf 1969, daarna wordt de fauna behandeld met de focus op de Natura 2000-doelstellingen en leefgebieden. Exoten en beheer worden behandeld in paragraaf 6.5 en 6.6. Afgesloten wordt met een samenvatting en een knelpuntenanalyse.

6.1 Flora

Zoals reeds besproken, is sinds de afsluiting van het Lauwersmeer de vegetatie aan sterke veranderingen onderhevig geweest. Vóór de afsluiting werden de wadplaten bij vloed frequent overspoeld en waren deze onbegroeid. Door het wegvallen van de getijdenbeweging kwamen grote delen van het gebied permanent droog te liggen en konden er pioniersvegetaties, met onder andere zeekraal, zich vestigen. Sindsdien is door successie de vegetatie sterk veranderd. De ontzilting van de bodem en het beheer zijn hierbij sturende processen geweest (Huijser & Röling, 1994). De veranderingen in de vegetatie waren sterk afhankelijk van de plaatselijk heersende omstandigheden.

6.1.1 Vegetatiesuccessie

Hoe in de basis de vegetatiesuccessie verloopt in het Lauwersmeer is afhankelijk van de hoogteligging, het lutumgehalte in de bodem en de grofheid van de zandfractie (hoofdstuk 4). Hierbij verloopt vegetatiesuccessie in het Lauwersmeer in grote lijnen via twee sporen (zie afbeelding 6.1 en 6.2).



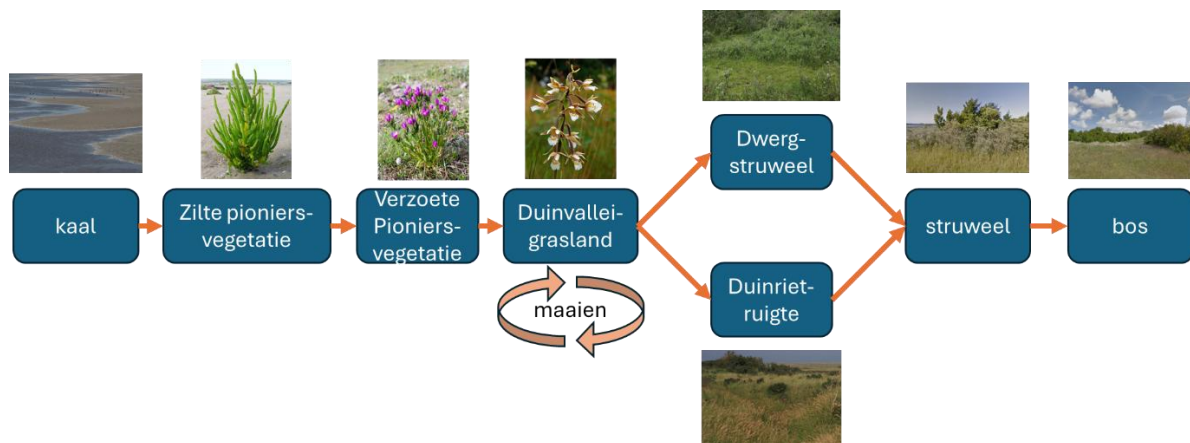
Afbeelding 6.1 Vegetatiesuccessie op lutumhoudende, zeer fijn zandige bodems via spoor 1

Via het eerste successiespoor ontstonden op kale lutumhoudende en zeer fijn zandige zandplaten als eerste pioniersvegetaties met zeekraal en schorrekruid (afbeelding 6.1). Deze vegetaties ontwikkelden zich verder tot zilte graslanden met kwelderachtige vegetaties waarin soorten zoals kweldergras, melkkruid en zeeaster een plek vonden. Naarmate het gebied meer ontzilte, maakte deze vegetatie (zeker op de onbegraasde delen) plaats voor riet- en ruigtevegetaties.

Met name op de overgang van land en water konden rietkragen ontstaan. Ook zijn er rietkragen aangeplant, beschermd door rijen perkoenpalen, om oeverafslag tegen te gaan (werkgroep Lauwersmeer 1979). Achter de aangeplante oevers ontwikkelde zich spontane rietvegetaties maar ook ruigtes met onder andere duinriet en harig wilgenroosje.

Om het gebied geschikt te houden voor watervogels die afhankelijk zijn van korte grazige vegetaties, wordt sinds de jaren 70 het gebied begraasd. Begrazing remt in algemene zin de natuurlijke successie van vegetaties, waardoor deze zich ontwikkelen tot een zogenaamde zoöclimax (een successiestadium dat stabiel blijft bestaan door begrazing) in plaats van een verdere ontwikkeling naar een eindclimax.

Op locaties waar de begrazingsdruk lager was, kon de successie wel verder gaan en ontstond struweel dat zich daarna verder kon ontwikkelen tot bos. Dit is onder meer het geval op de Zuidelijke Ballastplaat, de Sennerplaat en de Blikplaat (Bakker en de Hoop 2016).



Afbeelding 6.2 Vegetatiesuccessie op lutumarme, matig zandige bodems via spoor 2

Een tweede successie spoor komt voor op lutumarme, matig fijne zandgronden en ook op voormalige schelpenbanken met weinig lutum in de bodem aan de noordkant van het Lauwersmeer. De eerste fase van de successie loopt synchroon met de successie in spoor 1 (afbeelding 6.2) Op de kale bodem ontwikkelden zich zilte pioniersvegetaties. Maar deze ontwikkelden zich niet verder tot zilte graslanden.

Na de zilte pioniersvegetaties ontstaan in dit spoor vegetatietypen met strandduizendguldenkruid en krielparnassia als de bodem verder verzoet. De zwak brakke bodem heeft nog een neutraal tot basisch milieu en blijft in de zomer ook vochtig. Als de ontzilting verder gaat, ontstaan duinvalleigraslanden. Deze zeer soortenrijke gemeenschappen zijn botanisch zeer waardevol. In het Lauwersmeergebied komen in deze vegetaties onder andere groenknolorchis, knobbies en parnassia voor. Op dit type wordt vaak actief beheer toegepast buiten het Natura 2000-gebied in de vorm van maaien en afvoeren, zoals in het 'Land van juffrouw Ali'. Maar ook binnen het Natura 2000-gebied in het Lauwersmeer is dit successiestadium aanwezig, op plekken die alleen begraasd worden, zoals op de Rug.

Bij voortgaande successie ontstaan dwergstruwelen (kruipwilg) of duinrietruigtes in de duinvalleigraslanden. Onder beheer kunnen bij ontkalking ook zure kleine zeggengemeenschappen ontstaan (Grootjans 1995). Uit de fase van dwergstruweel of duinriet ontstaan struwelen met duindoorn, grauwe wilg en vlier. Bij verdere successie zullen deze overgaan in duinberkenbos.

Aquatische flora

Na de afsluiting van de Lauwerszee verzoette het water in de slenken binnen enkele maanden door de aanvoer van zoet water via het Dokkumerdiep, de Lauwers en het Reitdiep (hoofdstuk 3). Sindsdien is het Lauwersmeer te karakteriseren als een zeer voedselrijk zoet water. Echter is er nog wel sprake van een gradiënt van Zoutkamp naar het noorden, waarbij Zoutkamp helemaal zoet is, maar de omgeving Cleveringsluizen en omgeving gemaal Nieuwe Robbengat zeker in de zomer brak zijn. Ook water in de diepe geulen is nog steeds zout (Uibel 2002).

Een andere belangrijke verandering na de afsluiting is het wegvallen van het getij (hoofdstuk 3). De getijdeslenken werden van de één op de andere dag een binnenwater met een vast peil. Een typische getijdegeul is in het midden het diepst en heeft min of meer een V-vormige doorsnede met geleidelijke overgangen naar de wadplaten.

Voor de afsluiting werd door de hoge stroomsnelheid van het zeewater in het diepe gedeelte van de geul door het getij alleen grof zand afgezet. Hogerop, dichterbij de wadplaten, was de stroomsnelheid veel lager en werd ook fijner materiaal afgezet. Dit gaf een gradiënt van sediment grofheid in de geulen

naar de platen. Na de afsluiting viel deze getijdestroming weg. Doordat er geen sterke getijdestroming meer is, wordt meer fijn materiaal in de diepe delen van afgezet, waardoor de geul minder diep wordt.

Tegelijkertijd kan aan de oever door golfwerking afslag plaats vinden, welke niet meer wordt aangevuld door het getij. Dit leidt tot steilere overs, met harde overgangen van land en water en een (sterk) afgenomen oppervlakte plaatgronden. De geleidelijke overgangen van water naar land zijn zones, waar moerasvegetatie zich goed kan ontwikkelen. Deze zones vormen een belangrijk leefgebied voor Natura 2000-doelsoorten. Juist aan deze zones met bijbehorende vegetatietypes is nu een tekort in het Lauwersmeer.

Gebieden met ondergedoken waterplanten vormen een andere belangrijke biotoop in het Lauwersmeergebied, naast de in de vorige alinea beschreven moerassige oeverzones. In het Lauwersmeer kwam tot 1996 als enige waterplant van betekenis schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) voor (Rooij & Drost 1996). Deze zoet- en brakwaterplant zweeft in het water, wortelt in de waterbodem en komt voor in ondiepe gedeelten tot circa 1 meter waterdiepte. Schedefonteinkruid was voor de afsluiting van het Lauwersmeer al in het Reitdiep en Dokkumerdiep aanwezig en koloniseerde na 1969 het Lauwersmeer nadat het water en de bodem voldoende ontzilt waren.

In 2016 is een kartering van schedefonteinkruid uitgevoerd (Gyimesi et al. 2016, afbeelding 6.3). Hieruit bleek dat het Oude Robbengat en Achter de Zwartten de hoogste bedekking van schedefonteinkruid hadden, gevolgd door het Blikplaatgat en de Zoutkamperril. In de overige kreken was nauwelijks sprake van bedekking. Het Simonsgat, Jaap Deensgat en Vlinderbalg hebben traditioneel een lagere bedekking van schedefonteinkruid, maar in het verleden zijn in het Nieuwe Robbengat en Babbelaar meestal hogere vegetatiebedekkingen waargenomen (Gyimesi et al. 2011). In 1992 was er zelfs nog 200 ha met een bedekking van >25% aan schedefonteinkruid, waarvan ongeveer 40 ha een bedekking had van meer dan 50% schedefonteinkruid (Rooij & Drost 1996). De plekken met een hoge bedekking zijn vooral in de ondiepe delen (0,90 - 2,50 m- NAP) van het meer aanwezig. Vooral in het Nieuwe Robbengat, Achter de Zwartten, Oude Robbengat, Vlinderbalg, Jaap Deensgat, Zoutkamperril en Babbelaar kwamen voorheen vaak uitgestrekte plekken met een hoge bedekkingsgraad (>25%) van schedefonteinkruid voor (Rooij & Drost 1996).

Gyimesi concludeert dat de schedefonteinkruiden zijn afgenomen door ofwel toegenomen begrazing door watervogels in de zomer (plausibel, met name knobbelzwaan neemt toe en foerageert op plekken met veel schedefonteinkruid) ofwel verslechterende waterkwaliteit.

6.2 Deelgebieden

In deze paragraaf wordt een beknopte kenschets gegeven van de land- en vegetatie in de verschillende deelgebieden. Voor de benaming van de gebieden wordt verwezen naar hoofdstuk 1.

6.2.1 Bergboezem

De bergboezem kan worden op gedeeld in een noordelijk en zuidelijk deel. Het verschil wordt met name bepaald door het sediment. De bodems in het noordelijke deel bestaan voornamelijk uit lutumarme, iets grovere zanden terwijl in het zuiden de bodems uit lutumrijk fijn zand en zavelgronden bestaan (zie ook paragraaf 4.1).

Op de noordelijke platen komen duinvalleivegetaties voor met soorten als parnassia, moeraswespenorchis en duinrus. Op de lagere delen zijn nog zilte vegetaties aanwezig met zeekraal en overgangen naar strandvlaktevegetaties met fraai duizendguldenkruid en melkeppe.

Op de zuidelijke platen in de bergboezem is de bodem meer lutumrijk; hier wordt de vegetatie gedomineerd door riet en ruigtes met hier en daar bos. In deze gebieden groeit onder andere moerasmelkdistel, maar op meer open lage delen komt hier en daar ook nog fraai duizendguldenkruid voor. De hoge delen van de Pompsterplaat bestaan voornamelijk uit gras welke in stand wordt gehouden door begrazing. Het zijn kamgrasweides waarin onder andere rode en stijve ogentroost voorkomt. Op de randen van de platen zijn op sommige plaatsen smalle zones aanwezig met waterriet.

In het boezempeilgebied, tegen de Bantpolder, ligt 'de Hoek van de Bant'. Dit gebied is een belangrijk vogelgebied voor kwelder- en wadvogels. Het is een gebied met grazige zilte vegetaties met aan de waterkant een onbegroeide schelpenbank. In de vegetatiesamenstelling van het deelgebied Hoek van de Bant is een duidelijke zonering aanwezig. De lage delen bestaan uit zilte kweldervegetaties met veel zilte rus, kwelderzegge, schorrekruid, zeekraal en zilte schijnspurrie. De iets hogere delen bestaan uit zoete en licht brakke overstromingsgraslanden met naast veel fioringras, lokaal ook zilte rus, aardbeiklaver, rode ogentroost en kwelderzegge. Langs het open wad is een smalle, slikkige zone aanwezig met pioniervegetaties.

6.2.2 Bantpolder

Dit weidegebied, in beheer bij Natuurmonumenten, is speciaal ingericht voor water- en weidevogels, met name voor grutto als broedvogel. Het zuidelijke, hoger gelegen kleiige deel van de Bantpolder bestaat uit vochtig voedselrijk grasland met ruw beemdgras, Engels raaigras, fioringras en geknikte vossenstaart. Lokaal zijn plekken verruigd met fluitenkruid en distels.

In het noordelijk, lagergelegen deel bestaat de vegetatie uit zilt overstromingsgrasland en vochtige kamgrasweiden met brakke soorten. In dit deel komen soorten voor als kamgras, brede rietorchis, moeraswespenorchis, geelhartje, sierlijke vetmuur, stijve ogentroost en knopig doornzaad.

Andere frequent voorkomende soorten zijn onder andere zeegroene zegge, rode ogentroost, fraai duizendguldenkruid, zilte zegge, melkkruid, zilte rus, aardbeiklaver, schorrenzoutgras en moeraszoutgras. Op kale, open plekken die langdurig onder water staan komen zilte schijnspurrie, schorrenkruid en kortarige zeekraal voor. In de sloten komen water- en oeverplanten voor als zilte waterranonkel, zannichellia, ruwe bies en heen. Natuurmonumenten pompt hier zout grondwater op ten behoeve van zoute vegetaties (commentaar Staatsbosbeheer).

6.2.3 Bochtjesplaat

De Bochtjesplaat is in de eerste beheerplanperiode heringericht. Het gebied bestond voor de inrichting voornamelijk uit graslanden met een vrij geringe natuurwaarde. In het kader van het Beheerplan Natura 2000 is dit gebied in 2018 opnieuw ingericht. Hierbij is onder meer de kade sterk verlaagd zodat het bij hoge waterstanden het gebied kan inunderen en waarbij het water vervolgens vertraagd afstroomt naar de boezem en deels stagneert.

In het noordelijk deel van de polder is hierdoor rust- en foerageergebied ontstaan voor steltlopers. Het zuidelijk deel is ingericht voor rietontwikkeling. Een deel van het gebied inundeert in de winter. In het voorjaar valt dit gebied weer droog en vormt daarmee een ideaal leefgebied voor onder andere kempfaan. In de rietkragen van de Bochtjesplaat broedt sinds 2020 de roerdomp weer.

6.2.4 Ezumakeeg

Ezumakeeg is het deelgebied ten zuiden van de Bochtjesplaat. Het deelgebied is, na een periode van intensief landbouwkundig gebruik in 1995, vernat en bestaat nu voor een flink deel uit open water met vegetaties van schedefonteinkruid en smalle waterpest. Ook het westelijk deel is recent heringericht.

Dit gebied bestaat deels uit plassen, rietmoeras, natte ruigten en slikkige delen. Het hoger gelegen deel van de Ezumakeeg-west is grotendeels kort en grazig. Dit blijft geschikt als ganzenfoerageergebied.

Een vrij groot areaal bestaat in Ezumakeeg uit slikkige, droogvallende bodems met pioniervegetaties als greppelrus, goudknopje, goudzuring, tandzaad en rode waterereprijs. Lokaal komen hier soorten voor van brakke omstandigheden: zilte greppelrus, zilte schijnspurrie en stomp kweldergras. Verder komt op de lage delen een vrij goot areaal rietland voor met daarin waterriet. Hoger op de platen zijn overstromingsgraslanden aanwezig met veel fioringras en lokaal zilte rus. Op de hoogste delen komen nog relictten voor van de oorspronkelijke voedselrijke graslanden met Engels raaigras.

6.2.5 Zomerhuisplaat

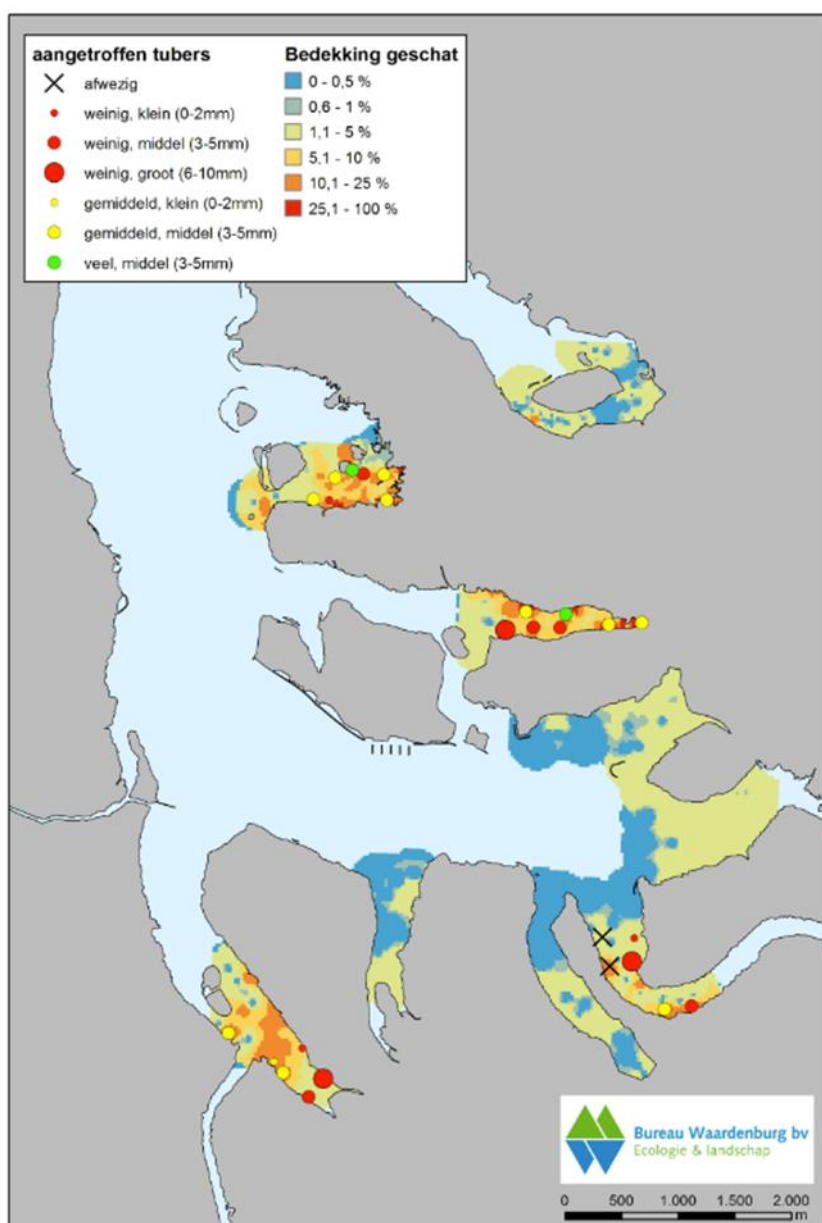
Deze polder wordt gedomineerd door rietlanden met natte strooiselruigtes. Koninginnekruid komt veel voor in deze ruigtes. In de rietkragen vind je ook de rietorchis. Het gebied is belangrijk als broedgebied voor roerdomp, porseleinhoen en bruine kiekendief, die broedt in, met name, het midden van het gebied. Rietzanger, blauwborst en snor worden met name aan de randen als broedvogel waargenomen.

6.2.6 Pompsterplaat

De vegetatie op de Pomsterplaat, een hoger gelegen gebied in het zuiden van het Lauwersmeergebied bestaat voornamelijk uit kamgrasweiden. Naast kamgras komen stijve en late ogentroost en addertong voor in dit gebied. Voorheen zijn er wel broedparen van paapje in de omgeving gezien, maar sinds 2015 is deze soort niet meer waargenomen.

6.2.7 Middelplaat

De Middelplaat is erg belangrijk als rietland vanwege de aanwezigheid van waterriet. Dit waterriet wordt echter bedreigd door onder andere begrazing door kolganzen in de zomermaanden. Dit wordt versterkt door de vaste waterpeilen, waardoor waterriet(wortels) 's zomers nog onder water staat en zo begrazing door ganzen wordt vergemakkelijkt. In het rietland komen onder andere moerasmelkdistel en rietorchis voor. De Middelplaat is naast Zomerhuisplaat een belangrijk leefgebied voor rietvogels.



Afbeelding 6.3 Hoeveelheid en grootte van schedefonteinkruidknolletjes gemeten in 2016. Tevens is de geïnterpoleerde vegetatiebedekking in de zomer weergegeven (Gyimesi et al. 2016).

6.3 Fauna

6.3.1 Vogels

Het rapport 'Het Lauwersmeergebied, 25 jaar onderzoek ten dienste van natuurontwikkeling en beheer' van de directie IJsselmeergebied (Rooij & H.J. Drost 1996) geeft een goed overzicht van de natuurontwikkeling tot de jaren '90. Onderstaande tekst is deels overgenomen uit dit rapport.

Na de afsluiting werd het Lauwermeer snel erg geschikt voor vogels die foerageren op zilte pioniersvegetaties met voornamelijk zeekraal. Begin zeventiger jaren kwamen in de herfst tot wel honderdduizend smienten, brandganzen, wintertalingen en andere eendensoorten naar het Lauwersmeer die daar profiteerden van de voedselrijke situatie.

De situatie was zo aantrekkelijk omdat de planten in het Lauwersmeer kleiner bleven dan in het waddengebied, wat van belang is in verband met de bereikbaarheid van de aren én omdat er zoet water in de buurt was om te drinken. Met het verstrijken van de jaren nam het aandeel zeekraal in de vegetatie steeds verder af. Andere plantensoorten kwamen ervoor in de plaats zoals gerande schijnspurrie, zilte rus en grassen als kweldergras en fioringras. Deze soorten produceren net als zeekraal veel zaden en ook het blad kan goed worden gegeten door de vogels, zeker in het geval van grassen.

De aantallen van smient, wintertaling en brandgans waren nauw gekoppeld aan de zilte pioniersfase in de successie. In de jaren zeventig trad een piek in hun aantallen op. Bij het verdwijnen van zilte pionierssoorten ten gunste van graslandsoorten begonnen de eerste grauwe ganzen naar het gebied te komen. Grauwe ganzen profiteerden net als brandgansen van de graszaden van fioringras die ze van de bloeiwijzen strippen, terwijl smient en wintertaling afhankelijk zijn van zaden die op de grond vallen. Naarmate het areaal brak grasland toenam, bleef het aantal grauwe ganzen stijgen. Hoewel in de loop van de jaren tachtig veel grasland begon te verruigen, bleef het aantal pleisterende grauwe ganzen toch toenemen. Dit komt doordat deze soort ook buiten het natuurgebied op akkers ging foerageren.

Na 1985 nam bij de meeste vogelsoorten het aantal geleidelijk af. De verruigde graslanden in het zuiden van het Lauwersmeergebied waar aanvankelijk geen begrazing had plaatsgevonden, werden al sinds 1984 niet meer door watervogels benut, afgezien van enkele laaggelegen plekken met een persistent zilte dus kortgrazige vegetatie. Vermindering van de productie van geschikt voedsel samen met een toegenomen onveiligheid door de hoog opgaande vegetatiestructuur waardoor natuurlijke vijanden zoals vos een optimale dekking verkregen, hebben hier sterk aan bijgedragen. Door het begrazingsbeheer op de centrale en noordelijke platen bleven de aantallen van een groot aantal watervogels hier op een relatief hoog peil.

In de tweede fase van de successie, net na de pioniersfase, was het gebied ook zeer geschikt voor grauwe kiekendief en velduil. Deze konden profiteren van het ruime muizenaanbod in het nog open ruderaal terrein. Na 2000, toen de vegetaties steeds dichter groeiden, zijn deze soorten nagenoeg uit het gebied verdwenen.

Met de toename van de rietvegetaties werd het gebied ook gekoloniseerd door rietvogels. Deze soorten leven in de brede rustige rietvelden waarin ze ongestoord kunnen broeden. Vogelsoorten zoals roerdomp, porseleinhoen en waterral broeden in overjarig waterriet met een kniklaag van dood riet. Vogelsoorten als blauwborst, rietzanger en snor leven juist meer in het overjarige landriet.

Doordat de rietvegetatie onder druk staat, nemen met name de soorten van waterrietvegetatie de laatste jaren af. De druk komt enerzijds door voortschrijdende successie en verruiging van het riet maar ook door afkalving, vast waterpeil en overmatige begrazing. Dit laatste kan zowel van land als vanuit het water plaatsvinden.

Een groep watervogels is afhankelijk van onderwaterplanten als voedselbron. Zoals eerder beschreven is in het ondiepe water van het Lauwersmeer sinds begin jaren '70 schedefonteinkruid aanwezig. Bladeters van fonteinkruiden zijn knobbelzwanen, die al in mei aanwezig zijn, krakeenden en meerkoeten. Later in het jaar, in oktober, worden de door fonteinkruiden gevormde wortelknolletjes gegeten door kleine zwanen en tafeleenden. Deze maken kuilen in de bodem en zeven de losgewoelde knolletjes met hun snavel uit het sediment.

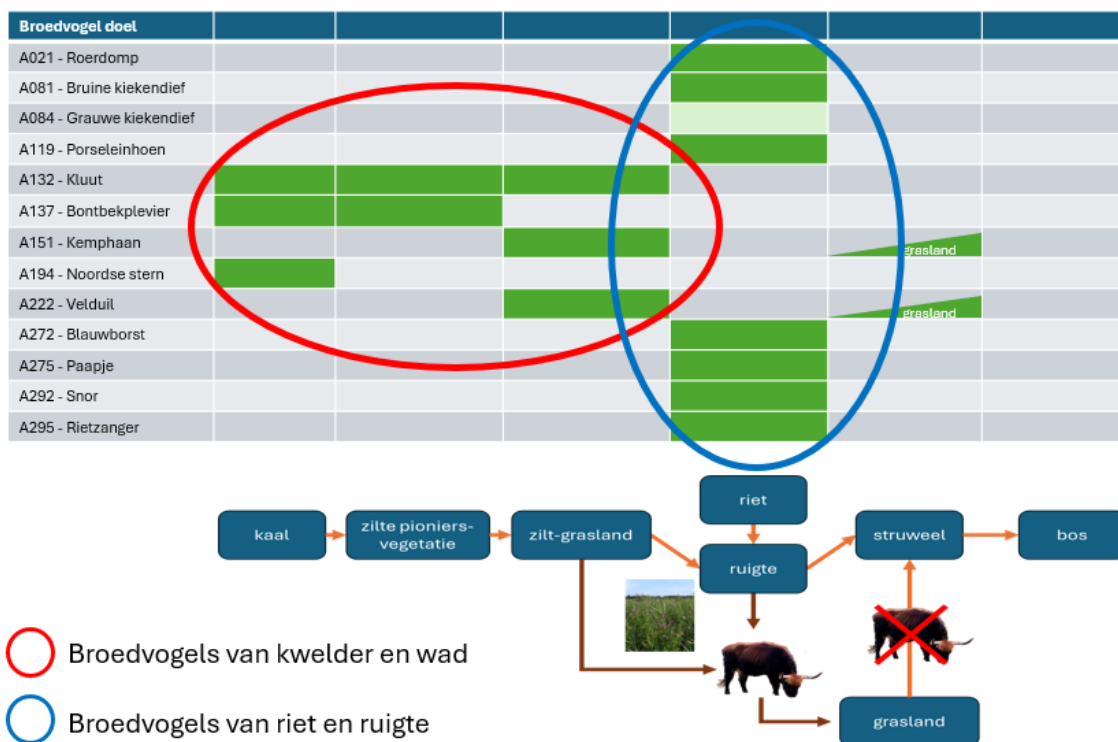
Het Lauwersmeer kon begin jaren '90 door de overvloedige aanwezigheid van fonteinkruiden uitgroeien tot één van de belangrijkste herfstpleisterplaatsen van kleine zwaan in West-Europa. Na 1990 neemt de populatie foeragerende zwanen geleidelijk af. Deels kan dit verklaard worden door lagere

dichtheden aan fonteinkruiden, maar ook landelijk nam de soort sinds die tijd af. SOVON (2016) meldt dat verminderd broedsucces op de Russische toendra een belangrijke rol in de afname lijkt te spelen en noemt een toename van overwinteraars in de Evros Delta in noordoost-Griekenland een andere mogelijke oorzaak van de lagere aantallen in Nederland.

Sinds 2011 broedt zeearend vrijwel jaarlijks met wisselend succes in het Lauwersmeer. Dit laat zien dat het Lauwersmeer zich heeft ontwikkeld tot een belangrijk natuurgebied met voldoende rust en voedsel voor deze roofvogel. Ook visarend is een regelmatig geziene gast in het gebied.

De vogelbevolking van het Lauwersmeergebied veranderde vooral onder invloed van de ontwikkeling van de vegetatie. Hierdoor veranderde het aanbod en de bereikbaarheid van voedselbronnen en de geschiktheid van de habitat als broedplaats. Voor sommige broedvogels was een toegenomen predatiedruk van belang. De ontwikkeling van het aantal broedgevallen van kensoorten liep synchroon met die van het oppervlak van de broedbiotoop.

Broedvogels die vanuit Natura 2000 zijn aangewezen voor het Lauwersmeergebied kunnen grofweg ingedeeld worden in twee groepen. Broedvogels van kwelder en wad en broedvogels van riet en ruigte (afbeelding 6.4). De aangewezen broedvogels vinden hun leefgebied in verschillende stadia van successie zoals deze zijn beschreven eerder in dit hoofdstuk.



Afbeelding 6.4 leefgebieden van aangewezen broedvogels vallen in verschillende successiestadia. Grofweg zijn er twee groepen te onderscheiden; Broedvogels van kwelder en wad en broedvogels van riet en ruigte.

6.3.2 Macrofauna

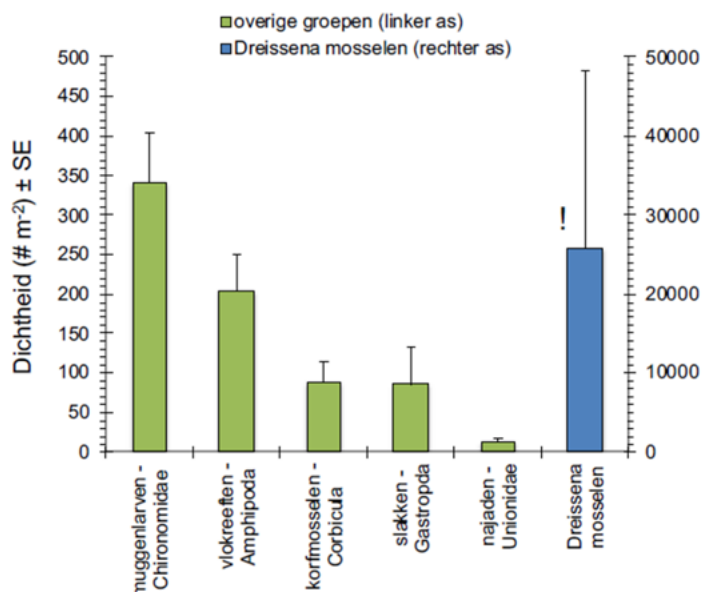
Macrofauna zijn dieren die groot genoeg zijn om zonder microscoop zichtbaar te zijn en een belangrijke rol spelen in het ecosysteem. In de hydrobiologie heeft de term gewoonlijk betrekking op kleinere, zonder loep of microscoop zichtbare dieren die in het water leven. Denk hierbij aan allerlei soorten insecten(larven), kreeftachtigen, wormen, stekelhuidigen en weekdieren. Deze dieren leven meestal op de bodem van het water, vaak min of meer verborgen tussen stenen, waterplanten, takken of wortels.

Macrofauna die verborgen in de modder of het slib leeft, behoort tot de benthos. In dat geval spreekt men van macrobenthos. Macrofauna vormt het belangrijkste voedsel voor vissen en watervogels. De definitie geldt ook voor organismen van dit formaat in zeewater. In zee ontbreken insecten, maar daar leven wel allerlei soorten kreeftachtigen, wormen, stekelhuidigen en weekdieren.

Bij een onderzoek naar duikeenden in het Lauwersmeer (Van den Boogaard e.a. 2020) is de macrobenthos bemonsterd om een beeld te krijgen van de samenstelling van de benthosgemeenschap van het Lauwersmeer in relatie tot foerageerkansen van duikeenden.

Doel van de kartering, die is uitgevoerd in 2018, was om een globale indruk te krijgen van het voorkomen van macrofauna die door duikeenden gegeten kunnen worden. Hieruit bleek dat duikeenden foerageren op schelpdierbanken van bijvoorbeeld driehoeks- en quaggamossel en andere veel voorkomende macrofauna groepen zoals slakken, wormen en muggenlarven. Tijdens de benthoskartering zijn zes macrofauna hoofdgroepen aangetroffen (afbeelding 6.5):

- Muggenlarven (Chironomidae)
- Vlokreeften (Amphipoda)
- Korfmosselen (Corbicula)
- Slakken (Gastropoda)
- Najaden (Unionidae, inheemse zoetwatermosselen)
- *Dreissena* mosselen (*Dreissena*)



Afbeelding 6.5 Gemiddelde dichtheden van de zes aangetroffen macrofauna-groepen. De dichtheid *Dreissena*-mosselen staat weergegeven op de rechter y-as en is vele malen hoger dan de overige gemiddelde dichtheden (aangegeven met een !).

In 2018 hadden de *Dreissena*-mosselen verreweg de grootste dichtheid van alle macrofauna groepen. Van de *Dreissena*-mosselen zijn twee soorten gevonden, de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) en quaggamossel (*Dreissena bugensis*). De quaggamossel lijkt de *Dreissena* populatie te domineren. De enige gevonden korfmossel was de Aziatische korfmossel (*Corbicula fluminea*). Van de inheemse mosselen (najaden - Unionidae) zijn bolle stroommossel (*Unio tumidus*), schildersmossel (*Unio pictorum*) en vijvermossel (*Anodonta anatina*) aangetroffen. Muggenlarven, vlokreeften en slakken zijn verder niet gedetermineerd in 2018.

Van zowel *Dreissena*-mosselen als andere macrofauna groepen zijn de hoogste dichtheden doorgaans in het zuiden en midden van het Lauwersmeer aangetroffen. Dit zijn tevens de gebieden met relatief hoge aantallen kuifeenden. Het vermoeden bestaat dat kuifeend de opkomst van *Dreissena*-mosselen in de zuidelijke gebieden heeft weten te benutten (van den Boogaard e.a. 2020).

6.3.3 Vissen

De afsluiting van het Lauwersmeer zorgde er niet alleen voor dat het water in het gebied zoet werd. Het zorgde er ook voor dat vissen niet meer vrij vanuit de Waddenzee het gebied in konden zwemmen en andersom.

Voor de afsluiting was in de Lauwerszee de garnalenvisserij een belangrijke inkomstenbron. Ook platvissen zoals schol, tong en bot werden gevangen. In de winter werd er naast de gebruikelijke soorten ook gevestigd met de kuil, een soort sleepnet, op haring en sprat. Na de afsluiting zijn de zoutwatervissen nagenoeg uit het gebied verdwenen en daarmee is ook de visserij verdwenen.

De twee beroepsvissers die nu nog actief zijn in het Lauwersmeer vissen uitsluitend met fuiken op aal (paling). Wolhandkrab en zeelt mogen als bijvangst worden behouden. De overige visrechten liggen bij de sportvisserij. De visstand wordt nu gedomineerd door zoetwatervis. Baars, blankvoorn en brasem zijn de meest voorkomende soorten in 2023 (Wolters, 2023).

Voor de KRW wordt driejaarlijks de visstand gemonitord. Hierbij wordt sinds 2014 met een gestandaardiseerde methodiek gevestigd waarbij de gevestigd vissen op soort en lengteklasse in beeld worden gebracht. Wat opvalt zijn de grote verschillen in totale biomassa per bemonsteringsjaar. Baars en blankvoorn zijn twee soorten die bij elke bemonstering een significante bijdrage leveren aan de totale biomassa. Pos en spiering zijn soorten die in een opnamejaar erg veel biomassa hadden maar in andere jaren bijna niet aanwezig waren.

Opvallend is de zwartbekgrondel. Deze exoot is in 2000 voor het eerst waargenomen en in 2023 aan biomassa toegenomen (tabel 6.1).

Soort	Lengte klasse	2014	2017	2020	2023
Baars	0+	0,2	0,4	3,8	1,7
Baars	0-15	7,2	2,8	11,2	4,1

Blankvoorn	0+	0,7	0,9	8,3	1,7
Blankvoorn	0-15	1,6	1,9	5,0	1,3
Bot	0-15	0,7	0,3	0,1	
Brasem	0+	0,1	0,2	0,1	0,0
Brasem	0-15	2,0	4,4	0,4	0,2
Haring	0+		0,0	1,4	0,2
Haring	0-15			1,2	
Kolblei	0-15	0,3	0,2	0,1	
Paling	0-15	0,2	0,0	0,1	
Pos	0-15	9,3	0,9	3,1	0,7
Rietvoorn	0-15		0,1	0,1	0,1
Rivierdonderpad	0-15	0,1	0,0		
Snoekbaars	0+	0,2	0,2		0,1
Spiering	0-15	0,1	1,0	8,2	0,0
Zeelt	0-15	0,1			0,2
Zwartbekgrondel	0-15			1,4	2,0
Totaal		22,8	13,3	44,5	12,3

Tabel 6.1 De geschatte hoeveelheid biomassa (kg) per hectare per soort in de twee kleinste klassen van PRISCARIA (Handboek Hydrobiologie): 0+; vis in het eerste levensjaar; 0-15; ouder dan 0+ met een lengte tot 15 cm.

De biomassa van het totale visbestand was in 2023 140,9 kg/ha, dat was hoger dan in 2020 (Wolters 2023). De totale abundantie is flink gedaald ten opzichte van 2020 naar een geschat aantal van 3036 vissen per hectare. Dit betekent dat de vis gemiddeld groter is geworden.

De belangrijkste oorzaak is de afname in het aantal gevangen kleine blankvoorn, baars en spiering en een toename in het aandeel gevangen grote brasem en blankvoorn in het open water (Wolters 2023). De biomassa aan vis is in het Lauwersmeer veel hoger dan in 'vergelijkbare' gebieden zoals het IJsselmeer en Markermeer. Hier is de gemeten biomassa < 60 kg/ha (Vrooman e.a. 2020; Leeuw e.a. 2020).

De R.J. Cleveringsluizen vormen één van de belangrijkste barrières in vismigratie tussen de Waddenzee en het Lauwersmeer voor trekvis zoals zeeprik, rivierprik, fint, aal en zeeforel. Volgens het peilbesluit moet er minimaal 12 cm verschil zitten tussen het wad en het Lauwersmeer (met in het Lauwersmeer het hogere peil) voordat er gespuid kan worden. Op deze manier is er altijd een sterke

uitwaartse zoete stroom richting het Wad waardoor het voor vissen moeilijk is om tegen de stroom in het Lauwersmeer in te zwemmen. Het waterschap hanteert vanaf 1 januari 2018 een visvriendelijkere wijze van spuibeheer. Dit beheer houdt in dat in het voorjaar, tijdens afgaand tij, de sluisdeuren bij een gelijke waterstand worden geopend in plaats van bij een iets lagere waterstand op zee. Daardoor ontstaat een betere intrekbaarheid voor migrerende vissen, zoals glasaal en jonge bot, die in die periode het zoete water optrekken. Behalve voor trekvis is het Lauwersmeer ook belangrijk als 'kinderkamer' voor een veel grotere groep vissoorten.

Visetende vogels in het Lauwersmeergebied en Waddenzee zijn op hun beurt weer van die jonge vissen afhankelijk om hun jongen groot te brengen. Het spuibeheer zorgt ervoor dat het Lauwersmeer weer beter, zij het beperkt, een rol als estuarium kan vervullen. Voor een betere migratie van vis naar het wad zouden de sluizen eigenlijk nog eerder open moeten (en liever zelfs nog bij gelijke waterstand bij opgaand tij, maar dan komt de waterveiligheid in het geding, pers. comm. Waterschap) zodat meer zoutwater met vis het Lauwersmeer instroomt. Dit zou ook bijdragen aan het behalen van de KRW doelstellingen. Binnen de KRW is het Lauwersmeer aangewezen als type M30, zwak brakke wateren, het meer is nu echter merendeels zoet. Naast dat het gunstig is voor de visstand is een hoger zoutgehalte ook gunstig voor het behoud van leefgebied voor vogels van kust en wad, zeker als ook de peildynamiek in het meer wordt verhoogd.

Uit de visstandmonitoring komt ook naar voren dat er een toenemend aandeel aan exotische vissoorten in het Lauwersmeer voorkomt. Dit komt door de verbinding tussen Rijn- en Donaustroomgebied via het Mainz-Donaukanaal sinds 1922. Als gevolg van het veranderde boezembeheer in Fryslan (sinds 2015), waarbij de boezem wordt gespoeld met IJsselmeerwater (rijk aan exoten), hebben de soorten zich verder noordwaarts tot in het Lauwersmeer weten te verplaatsen.

6.3.4 Zoogdieren

Hieronder zijn inheemse zoogdieren beschreven die in het Lauwersmeer voorkomen die ofwel habitatrichtlijn soort zijn of een impact hebben op de aangewezen natuurdoelen in het gebied.

Vos

Kolonisatie van het Lauwersmeer door vos vond waarschijnlijk plaats in 1984, waarna in de periode 1986-1991 langzamerhand het gehele Natura 2000-gebied werd bezet. Tegenwoordig heeft vrijwel elke plaat zijn eigen vossenburcht. Alleen een aantal kleine eilanden wordt tot nu toe in het broedseizoen niet door vossen bewoond. Uit verschillende gegevens blijkt dat de predatiedruk op broedvogels voor de komst van de vos laag was en na de komst van de vos sterk is toegenomen. Blijkbaar was het effect van predatie door bunzing, hermelijn en wezel, soorten die het Lauwersmeer reeds kort na de inpoldering koloniseerden, gering (Beemster & Kleefstra 2022).

Otter

Sinds medio 2010 leven er otters in het Lauwersmeergebied. Naar schatting leven er nu zo'n 15 otters. De meeste waarnemingen van de otter zijn in het zuiden van het Lauwersmeergebied. Otter is een habitatrichtlijnsoort waarvoor nog geen doelstellingen zijn opgenomen in het Lauwersmeergebied (de soort is inmiddels wel aangemeld). Het leefgebied van otter zijn visrijke schone wateren, met vooral jongere jaarklassen van baars, (blank)voorn en snoek.

Vleermuizen

Het Lauwersmeergebied is ook een belangrijk leefgebied voor vleermuizen. Gewone dwergvleermuis, gewone grootoorvleermuis, dwergvleermuis, laatvlieger, meervleermuis, rosse vleermuis, ruige dwergvleermuis, tweekleurige vleermuis en watervleermuis zijn waargenomen in het Lauwersmeergebied. Alle vleermuizen zijn beschermd op basis van de Europese Habitatrichtlijn.

Het als Natura 2000 begrensde deel van het Lauwersmeer is vooral geschikt als foerageergebied voor vleermuizen, mogelijkheden voor dag- of overwinteringsverblijfplaatsen zijn er niet of nauwelijks, mogelijk met uitzondering van enkele boomholten (geschikt voor ruige dwergvleermuis en mogelijk grootoor- en rosse vleermuis). In de bebouwing van Lauwersoog, Zoutkamp, Suyderoog en verderweg gelegen dorpen komen wel verblijfplaatsen voor.

In de nazomer passeren grotere aantallen ruige dwergvleermuizen het Lauwersmeer op doortrek vanuit het Oostzee-gebied (Jonge Poerink & Dekker 2018). Van bebouwingskernen rond het Lauwersmeer (Dokkum, Kollum) zijn kolonies meervleermuizen bekend. Deze bereiken via waterwegen als de Lauwers en Dokkummerdiep het Lauwersmeergebied om daar 's nachts te foerageren.

6.3.5 Exoten

Naast de bovengenoemde inheemse zoogdieren komen ook zoogdieren die niet van 'nature' thuishoren voor in het Lauwersmeer. Het gaat hierbij om de volgende soorten:

- Beverrat
- Muskusrat
- Wasbeerhond

Muskus- en beverrat worden bestreden door het waterschap. Het waterschap heeft een taak tot muskus- en beverrattenbestrijding vanwege waterveiligheid. Beverrat wordt slechts zelden waargenomen in het gebied en het aantal muskusratten is ook sterk gereduceerd door de vangst. Wasbeerhond is enkele malen waargenomen in het Lauwersmeer. Deze soort kan een groot effect hebben op het broedsucces van grondbroeders in moerassen. Er moet voorkomen worden dat er een stabiele populatie van de soort ontstaat.

Ecologisch kan bever een nuttige aanvulling zijn op de doelen in het Natura 2000-gebied. Echter vanwege waterveiligheid is de aanwezigheid van bever ongewenst; het uitzetten van bever als beheermaatregel, hoe nuttig ook, is uitgesloten.

6.4 Natura 2000-doelstellingen en leefgebieden

Zoals hierboven beschreven zijn vanuit ecologisch standpunt voor Natura 2000 twee fases van successie op het land erg belangrijk voor het behoud van de leefgebieden van de doelsoorten.

De vroege successiestadia, van kale bodem tot en met zilt grasland, zijn belangrijk voor een deel van de broedvogels. In deze vroege successiestadia zijn de vogels van de kwelders en het wad aanwezig. In tabel 6.2 worden de eisen die broedvogels stellen aan hun leefgebied weergegeven. Kemphaan en kluut hebben slikkige oevers en plasjes nodig in schraalgrasland (kwelder). Ook bontbekplevier is afhankelijk van slikkige oevers, maar maakt samen met Noordse stern ook gebruik van kale oevers en schelpenbanken.

Een grote groep voor Natura 2000 aangewezen vogels zijn afhankelijk van de rietlanden met ruigtes in het Lauwersmeergebied. Geïnundeerd rietland en moeras zijn belangrijk als broedgebied voor roerdomp, porseleinhoen en bruine kiekendief. Dit is ook de locatie waar snor zijn nest bouwt. Niet geïnundeerd rietland en ruigtes zijn het leefgebied van blauwborst en rietzanger.

Rietzanger bouwt zijn nest meestal in landriet. Zijn ideale leefomgeving bestaat uit een combinatie van jong en overjarig riet en een dichte, deels hoog opschietende kruidlaag. Voor blauwborst is de geleidelijke overgang van rietmoerassen naar moerasbos een uitstekend leefgebied om te broeden.

Paapje is een broedvogel van kruidenrijke open graslanden. Hier bouwt hij op de grond een meestal goed verborgen nest. De graslanden mogen enige verruiging vertonen, maar de huidige ruigtes in het Lauwersmeer zijn niet meer geschikt als broedbiotoop. Dit komt omdat deze te ver verruigd zijn en er onvoldoende grazige vegetatie aanwezig is.

Verder is leefgebied met watervegetatie en macrobenthos essentieel om de watervogels van voedsel te voorzien. De al eerdergenoemde kleine zwaan, maar ook duik- en grondeleenden vinden in dit leefgebied hun voedsel.

Twee andere broedvogels die ooit in het "jonge" Lauwersmeergebied voorkwamen zijn velduil en grauwe kiekendief; soorten van ruderaire terreinen met voldoende prooidieren. Door de voortschrijdende successie is het Lauwersmeergebied nu niet meer geschikt voor deze soorten.

BROEDVOGELS													
Ecologische randvoorwaarde t.a.v. broedhabitat	Roerdomp	Snor	Porseleinhoen	Bruine Kiekendief	Rietzanger	Paapje	Grauwe kiekendief	Blauwborst	velduil	kemphaan	Kluut	Bontbekplevier	Noordse Stern
Nat, vrij dicht overjarig (water)riet	X	X	X	X									
Nat, open rietland; plantenrijk moeras	X	X	X	X	X								
Vochtig overjarig riet/ruigte	X		X	X	X		X						
Vochtige, kruidenrijke rietvegetaties	X			X	X	X	X	X					
Vochtig/droog landriet/ruigte; ruige graslanden (akkergrassen)						X	X	X	X				
Vochtige (droge) rietruigte + opslag + kale grond								X	X				
(brak) schraal structuurrijk grasland en plasjes							 (Ctrl) ▾		X	X	X		
Open kort grazige plekken en slikkige oevers										X	X	X	
(brakke) droogvallende oever en schelpenbanken												X	X

Tabel 6.2 Eisen aan leefgebied voor broedvogels. Groen gearceerd zijn de soorten die afhankelijk zijn van ecologische randvoorwaarden die voorkomen in rietland en natte ruigtes. Blauw gearceerd zijn de soorten die afhankelijk zijn van zilte pionierstadia en/of onbegroeide plekken. Grauwe kiekendief en velduil zijn soorten van open (ruderaire) terreinen met een groot voedselaanbod (muizen); dit leefgebied is echter niet meer aanwezig in het Lauwersmeergebied. De tabel is overgenomen uit het eerste beheerplan Natura-2000 Lauwersmeer (Provincie Groningen 2016).

Open water met waterplanten en/of macrobenthos

Niet-broedvogels (tabel 6.3) zijn voor een belangrijk deel afhankelijk van leefgebieden van open water. Naast dat het open water wordt gebruikt als rustgebied, zijn ook veel vogels voor hun voedselvoorziening afhankelijk van het aquatische gebied. De niet-broedvogelsoorten kunnen in acht groepen worden ingedeeld op basis van hun leefgebieden in het Lauwersmeer.

- Vogels van grote, diepe visrijke wateren (fuut, aalschover, nonnetje en reuzensterren)
- Roofvogels van grote, open waterrijke gebieden met een hoog prooiaanbod (zeearend)
- Vogels van ondiep water met voldoende kleine vis (lepelaar)
- Duikeenden (kuifeend, brilduiker en tafeleend)
- Vogels van waterplantenrijke wateren (meerkoet en kleine zwaan)
- Grondeleenden (krakeend, wilde eend, wintertaling, pijlstaart, slobbeend en bergeend)
- Vogels van slik en droogvallende oevers (kluut, bontbekplevier, goudplevier, grutto, wulp en zwarte ruiters)
- Vogels van voedselrijke graslanden en ondiepe wateren (kolgans, grauwe gans, brandgans, dwerggans, smient en wilde zwaan)

De eerste drie groepen zijn voor hun voedselbehoefte afhankelijk van voldoende visbeschikbaarheid. Voor duikeenden zijn de dreissenna-mosselen een belangrijke voedselbron, terwijl grondeleenden andere macrofauna en waterplanten consumeren. De soorten van 'slik en droogvallende oevers' betreft steltlopers die op deze locaties op macrobenthos foerageren.

Tenslotte zijn er nog soorten die ook terrestrisch leefgebied hebben om te foerageren en het water gebruiken als rustplaats. Dit zijn de ganzen, smient en wilde zwaan. Deze zijn afhankelijk van korte grazige vegetaties waar ze de jonge grasscheuten opeten. Ze kunnen aan de waterkant ook op wortels van waterplanten foerageren door deze vrij te woelen.

groep:	vogels van grote, diepe visrijke wateren				Roofvogels van grote, open waterrijke gebieden met een hoog prooiaanbod	Vogels van ondiep water met voldoende kleine vis	Duikeenden			Vogels van waterplantenrijke wateren		Grondeleenden					Vogels van slik en droogvallende oevers					Vogels van voedselrijke graslanden en ondiepe wateren							
	Fuut	Aalscholver	Nonnetje	Reuzenstern	Zeearend	Lepelaar	Kuifeend	Brilduiker	Tafeleend	Meerkoet	Kleine zwaan	Krakeend	Wilde eend	Wintertaling	Pijlstaart	Slobeend	Bergeend	Kluut	Bontbekplevier	Goudplevier	Grutto	Wulp	Zwarte ruit	Kolgans	Grauwe gans	Brandgans	Dwerggans	Smient	Wilde zwaan
Ecologische randvoorwaarde foerageerleefgebied																													
Diep, open water, visrijk (kleine – middelgrote vis); zoet - brak	*	*	*	*	*																								
Ondiep zoet – brak water op stevige bodem; kleine vis	*	*	*	*	*	*																							
Diep open water, driehoeksmossel; zoet							*	*	*	*																			
Matig diep zoet tot brak water met veel waterplanten (Schedefonteinkruid)									*	*	*																		
Dynamisch (ondiep) gebied water met waterplanten en zaden									*		*	*	*	*	*														
Diep en ondiep water met macrofauna (grondelen)									*			*	*																
Ondiep zoet – brak water; macrofauna															*	*	*	*	*	*	*	*	*						
Ondiepe, droogvallende slibrijke plekken met waterinsecten / bodemfauna																	*	*	*	*	*	*	*						
Dynamisch (ondiep) gebied met kleine fauna																			*				*						
Open, (voedselrijke) graslanden					*														*					*	*	*	*	*	*
Estuaria met brakke graslanden					*																				*	*	*	*	
(jong) rietland					*																				*				
Akkers met oogstresten											*														*			*	

Ecologische randvoorwaarde rustleefgebied																											
Open diep water	*		*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ondiep water / oevers			*	*		*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*		
Ruigte, struweel, bos op het land		*			*																						
Open graslanden				*													*	*	*			*	*		*	*	*

Tabel 6.3: Biologische randvoorwaarden voor niet-broedvogels. De kop bestaat uit de vogelgroepen met de daaronder vallende soorten. In de tabel staat aangegeven in welk leefgebied ze foerageren en welk leefgebied ze nodig hebben om te rusten.

6.4.1 Belangrijkste leefgebieden

De bescherming van leefgebieden vormt de basis voor de bescherming van vogelsoorten. Het is ook het niveau waarop handelingsperspectief mogelijk is. De aantallen vogels zijn niet direct beïnvloedbaar, ook het handelingsperspectief voor aanpassen van trekroutes ontbreekt. Met het juiste beheer kan er voldoende geschikt leefgebied worden behouden en uitgebreid om de vogels te faciliteren. Hieronder worden twee belangrijke leefgebieden uitgelicht omdat deze cruciaal zijn voor de Natura 200-doelstellingen.

6.4.2 Rietkragen

Rietkragen en dan met name rietkragen met waterriet en/of moerasplanten zijn belangrijk voor de avifauna. Riet (*Phragmites australis*) is de meest dominante plant in de oeverzone van het Lauwersmeergebied. De plant wordt vaak vergezeld door kleine lisdodde (*Typha angustifolia*) en mattenbies (*Schoenoplectus lacustris*) en waterplanten in zeer natte omstandigheden. Onder drogere omstandigheden door diverse kruiden als kattenstaart (*Lythrum salicaria*), bitterzoet (*Solanum dulcamare*), haagwinde (*Calistegia sepium*) en harig wilgenroosje (*Epilobium hirsuta*).

Riet groeit onder natuurlijke omstandigheden in water dat tot ongeveer 3 meter diep kan zijn. Riet is een vrij hoge (1 tot 3 meter), overblijvende plant met grote holle wortelstokken en meterslange uitlopers die over de (droogvallende) bodem kruipen, maar er ook diep in door kunnen dringen. Via luchtkanalen worden de delen onder water van zuurstof voorzien. Ook de in het najaar afstervende delen zijn daarbij van belang. Laag afgebroken riet kan bij sterke peilstijging “verdrinken”. De holle wortelstokken kunnen dan geen zuurstof meer bij de wortels brengen. De zaden van riet kunnen alleen kiemen op droogvallende oevers.

Riet, maar ook kleine lisdodde en mattenbies, zijn gevoelig voor vraat door vee en herbivore watervogels. Dit is een belangrijke factor die de achteruitgang van vitaal riet in het Lauwersmeergebied verklaart. Daarnaast is de reeds eerder genoemde golfslag een belangrijke oorzaak van afbraak voor rietgordels langs grote wateren (zie hoofdstuk 4). Bij de aanleg van rietkragen in het verleden is vaak voorzien in bescherming tegen afslag door palenrijen (werkgroep Lauwersmeer 1979). Tot slot is het vaste peil, waardoor oevers niet meer droogvallen, een probleem voor rietontwikkeling.

Ontwikkeling van rietkragen in het Lauwersmeergebied

Riet is een tamelijk zouttolerante plant en binnen 10 jaar na de afsluiting van de Lauwerszee waren grote delen van de ondiepe wateren begroeid met brede kragen van waterriet, maar ook met mattenbies en heen (werkgroep Lauwersmeer 1979).

Vergelijking van de vegetatiekaarten uit 1980 en 1989 laat duidelijk zien, dat in die periode al sprake was van een areaalafname en een verarming van de variatie in rietlanden. De kartering van 1980 heeft nog een type ‘oeverriet’ in de legenda opgenomen. In 1989 zijn nog drie riettypes opgenomen, allemaal ruigere en drogere vormen. Het waterriet-type ontbreekt dan al helemaal.

Op de plekken waar oeverriet in 1980 is gekarteerd, is in 1989 open water zonder vegetatie aanwezig. Hier heeft oeverafslag plaatsgevonden. Wat in 1989 resteerde, waren de rietvegetaties op de hoger gelegen oevers en in de vroegere geulen. Dit zijn plekken met een

forse ophoping van dood organisch materiaal, momenteel sterk verzuurde plekken met veel ruigtekruiden.

Uit de vegetatiekarteringen van 2004 en 2015 komt naar voren dat waterriet nagenoeg alleen nog aanwezig is in enkele luwe zones van de platen, oude geulen en enkele plassen die geïsoleerd liggen ten opzichte van het water (en de golfslag) van het meer zoals Middelplaat, Ezumakeeg, 'de Lasten' en Middelplaat. Wel is er vaak nog een zone rietvegetatie zichtbaar op de oever. Dit zijn alle rietvelden met veel ruigtekruiden en ruigteontwikkeling (Bakker en de Hoop 2016).

Herstel van vitale rietkragen

Zoals reeds beschreven wordt in het Lauwersmeergebied vitaal riet negatief beïnvloed door het afkalving van de oever en begrazing. Ook het feit dat de rietkraag zich niet kan verjongen of uitbreiden door gebrek aan peildynamiek speelt hierbij een rol. Een natuurlijk peilbeheer bevordert de uitbreiding van riet op de overgang van water naar land.

Onderzoek laat zien dat waterriet zich het snelst ontwikkelt in de gebieden met een seizoensvolgend peil (De Fouw 2021). Door de lage waterstanden in de zomer zal er minder organisch materiaal tussen de rietstengels accumuleren en zal het opgehoopte organisch materiaal sneller afgebroken worden. Toxische stoffen zullen oxideren, er zal kieming van rietzaad plaatsvinden en er is een minder grote golfbelasting. Watervogels hebben in de winterperiode bij een hoger peil minder of geen kans om wortelstokken op te graven. Daarbij komt ook nog dat op droogvallende plekken riet kan kiemen. In het Lauwersmeer is geen seizoensvolgend peil. Dit heeft tot gevolg dat het riet minder vitaal is en dat er geen spontane generatieve verjonging plaatsvindt.

Ook door begrazing staat het land- en waterriet onder druk. Als onderdeel van het begrazingsbeheer worden delen van het gebied begraasd door runderen en paarden. Daarnaast heeft begrazing door watervogels effect op de rietvegetatiestructuur. Hierdoor is het riet op grote delen langs de oever en verder landinwaarts verdwenen of voor rietvogels onvoldoende in omvang of kwaliteit.

Onderzoek naar effecten van rietbegrazing in het Lauwersmeer laat zien dat deze groot zijn (Wigchert 2023). In proefgebieden waar begrazing werd geweerd (exclosures) groeide veel meer riet dan in de begraasde delen. Verder laat het onderzoek ook zien dat landriet zich snel kan herstellen als begrazing eenmaal weggenomen is. In zes jaar steeg de bedekking van landriet van 25% naar 80% in de exclosures. Waar watervogels ook werden uitgesloten van begrazing zelfs tot 90%. Wel duurde het rietherstel langer in de oeverzone dan verder landinwaarts, omdat vóór afsluiting grazers de oeverzone veel betraden en het riet in de oeverzone nagenoeg verdwenen was.

Waterriet herstelt zich een stuk langzamer. In de totaal onbegraasde onderzoeksgroep komt drie jaar na uitsluiting structureel herstel op gang, in de onderzoeksgroep begraasd door watervogels is dit vier jaar. Er heeft zich dan voor de oever binnen de exclosures een strook van tien meter blijvend waterriet gevormd. Uitbreiding naar dieper het water komt na zes jaar pas op gang.

In de Middelplaat waar een vast polderpeil van -0.08 m NAP wordt gehanteerd, worden rietkragen aangetast door begrazing van standganzen die in het gebied broeden.

Om inzicht te krijgen hoe rietvegetaties het beste kunnen worden ontwikkeld is in de periode 2015 tot 2020 onderzoek uitgevoerd naar (riet)oevers. Onderstaande aanbevelingen zijn van belang voor de (riet)vegetatie-ontwikkeling in de oeverzone van het Lauwersmeer (Coops en Bijkerk 2021).

- Monitoring van rietontwikkeling om meer inzicht te verkrijgen in verschuivingen in de positie van de riet-ruigtegrens.
- Bepalen van de herkomst en genetische structuur van de bestaande rietkragen in het Lauwersmeer. Er lijkt een duidelijk verschil te zijn tussen 'landriet' en 'oever/waterriet'. Een belangrijke vraag is of herkolonisatie van oevers vanuit het landriet mogelijk is of dat alleen 'oever/waterriet'-klonen de ondiepe oeverzone kunnen koloniseren.
- Waar nodig beschermende maatregelen nemen om de invloed van watervogelvraat op helofytenvegetaties te verminderen.
- Beperken van de effecten van begrazing op rietontwikkeling. Uitrastering van oeverzones is daarvoor een mogelijkheid. Nagegaan dient te worden welke delen van de oevers kunnen worden afgerasterd, waarbij rekening gehouden moet worden met de toegang van het vee tot het water.

Mede op basis van het begrazingsplan (Beheereenheid Lauwersmeer, Wad & Hogeland 2021) zijn in het beheer maatregelen genomen om de effecten van begrazing op riet te verminderen. Op veel plekken is de begrazingsdichtheid verlaagd en er zijn rasters geplaatst langs oevers. Daarnaast wordt ten behoeve van rietstimulering op diverse plekken cyclisch gemaaid.



6.4.3 Zilte vegetaties en slikkige oevers

Een belangrijke biotoop voor steltlopers zijn zilte vegetaties en slikkige oevers. Ze zijn van groot belang om te foerageren en te broeden. In het Lauwersmeergebied komen op verschillende plaatsen zilte pioniers- en kweldervegetaties voor. Dit is alleen mogelijk als de bodem op deze plaatsen nog zilt of brak is.

Dat de bodem na vijftig jaar nog zoveel zout bevat, kan veroorzaakt worden door de aanwezigheid van lokaal zoutwater (hoofdstuk 2) of doordat zoute kwel onder de dijk vanuit het Waddengebied binnen komt. De precieze bron van het zoute water is op vele locaties nog onbekend. Dichtbij het wad bij de Bantpolder is het aannemelijk dat zout water onder de dijk door kwelt.

Echter meer zuidelijk zoals bijvoorbeeld bij Schildhoek is dit minder waarschijnlijk. Het zou kunnen dat paleogeelsystemen hierbij een rol spelen zoals beschreven in hoofdstuk 2. Voor een locatie op de Rug concludeerde Irene de Vries (2022) dat het daar waarschijnlijk lokaal 'oud' zoutgrondwater betreft dat aan de randen van een regenwaterlens in de hoge delen van de Rug tot aan maaiveld komt. Dit kan ook het gevolg van zijn het voorkomen van paleogeulen. Zij heeft hier geen onderzoek naar gedaan. Dit is een kennisleemte waarnaar nader onderzoek moet worden gedaan.

In de zomer kan bij een negatief neerslagoverschot ook verzilting optreden. In deze situatie kan, indien het grondwater zout bevat, door capillaire opstijging zoutwater in de wortelzone komen. Deze capillaire opstijging kan bij de bodemstructuur in het Lauwersmeer wel meer dan een meter zijn (Wösten et al., 2001) . Doordat het water verdampt en het zout achterblijft in de bodem kan het zoutgehalte in de bovengrond nog meer toenemen. In de winter bij een neerslagoverschot spoelt het zout weer uit, maar in de zomer tijdens het groeiseizoen zorgt dit voor zilte condities in de bovengrond.

6.4.4 Open water met waterplanten

Open water met ondergedoken waterplanten, met name fonteinkruiden, zijn een belangrijk leefgebied voor onder andere kleine zwaan, een soort waarvan de doelstellingen onder druk staan.

Zoals reeds vermeld vormt schedefonteinkruid een belangrijke voedselplant voor meerdere watervogels. De bladeren en zaden worden veel gegeten door meerkoet, tafeleend, wilde eend en knobbelswaan. De wortelknolletjes in de waterbodem vormen een belangrijke voedselbron voor kleine zwaan tijdens de migratie, maar ook voor tafeleend. In oktober foerageren kleine zwanen op de knolletjes van schedefonteinkruid in het Lauwersmeer

Schedefonteinkruid komt voor in ondiepe wateren en is zouttolerant. De voortplanting gebeurt via zaden en via wortelknolletjes. Deze knolletjes worden aan het eind van de zomer geproduceerd en ontspruiten in het voorjaar. In een gevestigde populatie vindt voortplanting hoofdzakelijk asexueel, via wortelknolletjes, plaats. Omdat schedefonteinkruid vaak drijvende bladeren heeft, kan de plant goed gedijen in troebel water en is daarom bestand tegen eutrofiëring.

Zoals beschreven in paragraaf 6.2 wordt uit onderzoek geconcludeerd dat schedefonteinkruiden zijn afgenomen. Dit kan door ofwel toegenomen begrazing door watervogels in de zomer (plausibel, met name knobbelswaan neemt toe en foerageert op plekken met veel schedefonteinkruid) ofwel verslechterende waterkwaliteit (Gyimesi 2016).

6.4.5 Open water met Dreissena mosselen

Uit onderzoek van Van den Boogaard e.a. (2020) blijkt, dat dreissena-mosselen (zowel driehoeksmossel als quaggamossel) vooral voorkomen in het midden en zuiden van het Lauwersmeer. Dit onderzoek laat zien dat in het Lauwersmeer mosselbanken van dreissena mosselen voorkomen die ondieper dan 4 m liggen en daarmee bereikbaar zijn voor benthos-etende duikeenden. Op deze locaties zijn zowel driehoeksmossel als quaggamossel aangetroffen. Die dichtheden zijn plaatselijk hoog en liggen gemiddeld in dezelfde ordegrrootte als in de Randmeren. De energetische waarde van dreissena-mosselen voor vogels kan sterk variëren en is mede afhankelijk van de voedselrijkdom van het water. Hierover is geen informatie beschikbaar. Dit kan de voedselwaarde van mosselbanken voor foeragerende duikeenden beïnvloeden. Ook is de consumptie van mosselen door duikeenden afhankelijk van de rest van het voedselaanbod. In het IJsselmeergebied lijkt de prooisamenstelling bij kuif- en tafeleenden in recente jaren (bij afgenomen vleesinhoud van de mosselen) diverser te zijn geworden, met meer prooien als vlokreeftjes en slakjes, naar mate waterplanten zijn toegenomen (Noordhuis et al. 2014).

In een review laat Karatayev et al. (2022) zien, dat onderzoeken in Europa en Noord-Amerika aantonen dat bij de introductie van quaggamossel driehoeksmossel sterk achteruitgaat. In vergelijkbare meren als het Lauwersmeer kan quaggamossel al dominant worden in 2-12 jaar na introductie. Ondanks hun dominantie lijken ze driehoeksmossel niet totaal te verdrijven. Wat de consequenties hiervan zijn voor de voedselbeschikbaarheid en -kwaliteit voor watervogels is niet eenduidig aan te geven. Dit is een kennisleemte die in kaart zou moeten worden gebracht.

Het onderzoek van Van den Boogaard (2020) was de eerste (semi) vlak dekkende macrofaunakartering in het Lauwersmeer. Het is daarom niet mogelijk trends van de dichtheid en verspreiding van benthische macrofauna te geven.

6.5 Exoten

Sinds de afsluiting van het Lauwersmeer hebben vele planten- en diersoorten het gebied gekoloniseerd. De meeste soorten zijn inheems, maar er komen ook exoten voor. Exoten zijn soorten die door menselijk handelen in ons land terecht zijn gekomen. Het gaat hierbij dus niet om soorten die elders in Europa inheems zijn en op eigen kracht naar Nederland komen door bijvoorbeeld klimaatverandering.

Een klein deel van de exoten voelt zich prima thuis in de nieuwe omgeving. Ze kunnen zich vestigen in onze natuur, zich snel vermeerderen en schadelijk zijn voor inheemse soorten. Deze soorten worden invasieve exoten genoemd.

Zoals reeds aangegeven zijn veel exoten het Lauwersmeer binnengekomen via het oppervlaktewater. Doordat Wetterskip Fryslân het oppervlaktewaterbeheer heeft aangepast, waarbij IJsselmeerwater de Friese boezem wordt ingelaten en dit water deels weer uitstroomt via het Lauwersmeer, is de inlaat van exoten toegenomen. Het gaat tot nu toe om verschillende soorten grondels, marmergrondel, zwartbekgrondel, Kaukasische dwerggrondel en Pontische stroomgrondel. Zwartbekgrondel wordt sinds 2020 met significante aantallen waargenomen tijdens het visserijonderzoek (paragraaf 6.3). Deze soorten hebben Nederland kunnen bereiken doordat de Donau en de Rijn met elkaar zijn verbonden door het Rijn-Donaukanaal.

Maar ook exotische invertebraten hebben het Lauwersmeergebied bereikt. Chinese wolhandkrab en Amerikaanse rivierkreeften worden in het Lauwersmeergebied aangetroffen. Op lange termijn kan de aanwezigheid van rivierkreeften het hele ecosysteem negatief beïnvloeden en daarmee veranderen. Rivierkreeften knippen waterplanten weg om ze te eten of om holen te kunnen graven. Dit heeft negatieve gevolgen voor inheemse soorten die afhankelijk zijn van deze waterplanten, zoals diverse soorten vissen, amfibieën (in stilstaande wateren), kevers en vogels die broeden in waterplantenvegetaties.

Ook tweekleppige exoten zoals Aziatische korfmossel en quaggamossel komen voor in het Lauwersmeergebied. Deze soorten kunnen de driehoeksmossel verdringen. Dit is zelf overigens ook een exoot, maar ook een belangrijke voedselbron voor de avifauna. Op zich kunnen Aziatische korfmossel en quaggamossel zelf ook als voedsel dienen, maar zijn vaak moeilijker bereikbaar omdat ze in dieper in het water kunnen leven.

Op het land zijn een aantal invasieve planten, zoals dijkviltbraam. Deze soort in ruigtes kan sterk domineren en zo het leefgebied van verschillende doelsoorten bedreigen. Dit is nu nog niet het geval in het Lauwersmeer, maar omdat de plant wel voorkomt is het risico hierop zeker aanwezig.

In het Lauwersmeergebied loopt nog een kudde ontsnapte damherten. Dit is strikt genomen voor de wet geen exoot, maar omdat de soort door de mens is geïntroduceerd in het Lauwersmeergebied kan de soort lokaal wel als exoot beschouwd worden vanuit ecologisch oogpunt. De verwachting is dat deze kudde zonder beheer snel in omvang kan toenemen en zo de vegetatie van het Lauwersmeer sterk kan gaan beïnvloeden (Bos e.a. 2021). Dit kan negatieve gevolgen hebben voor de leefgebieden van de aangewezen Natura 2000 doelsoorten.

6.6 Beheer

Aanvankelijk werd na afsluiting van het Lauwersmeergebied niet beheerd. Na enkele jaren zijn er echter rietkragen aangeplant om de afslag van de platen te beperken. Later is ook begrazingsbeheer op grote schaal ingevoerd om de successie in het Lauwersmeergebied te beïnvloeden. In deze paragraaf worden de belangrijkste natuurbeheermaatregelen behandeld.

6.6.1 Begrazing

In de eerste jaren na de afsluiting is geen actief beheer uitgevoerd en is er een spontane natuurontwikkeling opgetreden. Alleen lokaal is er na de indijking bos aangeplant: het Diepsterbos en Zomerhuizenbos in het zuidwesten en het Ballastplaatbos in het noordoosten. Hier is regulier bosbeheer uitgevoerd.

Vanaf 1971 startte Rijkswaterstaat op een aantal plaatsen experimenten met begrazen als beheermaatregel, mede om de spontane ontwikkeling te beïnvloeden ten gunste van herbivore watervogels, weidevogels en zeldzame duinvalleivegetaties. Dit betrof in eerste instantie een seizoensmatige aanpak waarbij alleen delen van de noordelijke platen zijn begraasd. Als grazers werden runderen, schapen (geiten) en paarden ingezet.

Vanaf ongeveer 1985 is jaarrondbegrazing met runderen (Schotse hooglander) en Konikpaarden als beheermaatregel ingezet op de zuidelijke platen. Het behoud van openheid en

tegengaan van struweelvorming en verbossing was daarbij het doel. Staatsbosbeheer streeft een zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling na. Zij heeft het begrazingsbeheer met runderen en paarden voortgezet en aangepast.

Een belangrijke verandering die is doorgevoerd is de begrazing van de zuidelijke platen in 1996. Daar werden grotere eenheden gerealiseerd en nam de dichtheid aan runderen per oppervlakte flink toe. Dit om de verruiging tegen te gaan en het gebied open te houden.

In het Natura 2000-beheerplan (2016) is geconcludeerd dat het begrazingsbeheer in relatie tot de knelpunten voor (enkele van de) kwalificerende vogelsoorten dient te worden geëvalueerd. Dit heeft geleid tot het rapport “Evaluatie begrazingsbeheer Lauwersmeergebied. Effecten begrazing op vegetatie en broedvogels” (Staatsbosbeheer 2021). De belangrijkste conclusies uit deze evaluatie zijn de volgende:

- Met de intensieve seizoensbeweiding kunnen graslanden in stand worden gehouden en kan verruiging worden tegengegaan.
- Met extensieve jaarrondbeweiding vindt een verdergaande successie naar ruigte, struweel en bos plaats zoals bij een onbegraasde situatie, maar dan iets vertraagd.
- Bij een intensievere jaarrondbegrazing (Zoutkamperplaat) neemt het areaal grazige vegetatie toe ten koste van ruigte en struweel.
- Het onderzoek naar de ontwikkeling van oevervegetatie op de Zoutkamperplaat en Schildhoek laat zien dat een intensieve begrazing met rund en paard, zowel seizoen als jaarrond, leidt tot afname of zelfs verdwijnen van oevervegetaties.

De gegevens van de broedvogels geven aan dat met name de soorten van oevers (ondiep open water, kale grond, oevervegetatie en geïnnundeerd grasland) en structuurrijke graslanden afnemen. Dit zijn de structuurtypen die niet of nauwelijks voorkomen als gevolg van intensieve begrazing.

Daarnaast is bij veldbezoeken in 2020 en 2021 geconstateerd, dat op enkele plaatsen (bij voorbeeld Hoek van de Bant) sprake is van overbegrazing: de graasdruk is zo hoog dat dit schadelijk is voor de aanwezige natuurwaarden. De begrazing is sindsdien aangepast en uitgewerkt in het begrazingsbeheerplan (Staatsbosbeheer 2021).

6.6.2 Maaien

Het gebied de Lasten wordt jaarlijks gemaaid. Hier vindt geen begrazing plaats. Het betreft maaien in de zomer of het najaar ten behoeve van het behoud van soortenrijke duinvalleivegetaties (knopbiesverbond).

Op de Bochtjesplaat en Ezumakeeg worden ook delen gemaaid in het kader van in standhouding van ganzenfoerageergebied (mede om de ganzendruk op omliggend agrarisch grasland te verlagen). Dit gebeurt nadat hier beweide is met vee van boeren (schapen en runderen). In het noordelijk deel van de Bantpolder vindt maaibeheer plaats vanwege de weidevogeldoelstelling met bemesting van stalresten.

Rietmaaien vindt in de winter plaats op de locaties Middelploot, langs de Zoutkamperpolder en randen van de Zomerhuisplaat, de Zuidelijke Ballastplaat, de Lasten en de Kazernewei.

6.7 Samenvatting, conclusies en/knelpunten

Een natuurlijk peilbeheer is vanuit ecologisch oogpunt noodzakelijk om de Natura 2000-doelstellingen te kunnen verwezelijken, zoals duidelijk is geworden uit voorgaande en dit hoofdstuk. Ditzelfde geldt voor een verbeterde zoet-zoutgradiënt. Een natuurlijk peilbeheer en een zoet-zoutgradiënt kunnen strijdig zijn met andere doelen. Dit wordt nader uitgewerkt in het beheerplan.

- Successie
 - De huidige ecologische successie van het Lauwersmeergebied is begonnen na de afsluiting van het Lauwersmeer.
 - Op het land verloopt de successie in hoofdlijnen via twee sporen: op lutumhoudende bodems vormen zilt grasland en riet- en ruigtevegetaties belangrijke successiestadia. Op lutumarm kalkrijksand vormen strandvlaktevegetatie, duinvalleigraslanden en duinstruwelen een belangrijk onderdeel van de successie.
 - Bovengenoemde stadia zijn belangrijk voor de natuurwaarden van het Lauwersmeer, waaronder Natura 2000-doelen, maar zijn geen climaxstadia. Actief beheer is nodig om deze stadia te handhaven.
- Flora
 - Vitale rietkragen met waterriet zijn belangrijk voor verschillende broedvogels. De omvang van deze vegetaties is achteruitgegaan in de tijd en staat onder druk.
 - Zilte vegetaties komen ook 50 jaar na afsluiting nog steeds voor in het Lauwersmeer. De reden dat deze plekken er nog steeds zijn is niet precies bekend. Voor het behoud en goed beheer is het belangrijk om het mechanisme hierachter in beeld te krijgen.
 - Duinvalleivegetaties zijn botanisch waardevol door het voorkomen van veel bedreigde plantensoorten, waaronder de groenknolorchis.
 - In het oppervlaktewater ontwikkelde zich na de afsluiting fonteinkruidvegetaties die belangrijk zijn voor de Natura 2000 doelen van onder andere kleine zwaan. De oppervlakte van open water met schedefonteinkruid is afgenomen.
- Fauna
 - De voor Natura 2000 aangewezen vogels maken gebruik van verschillende successiestadia. Er zijn soorten afhankelijk van pionierstadia maar ook een grote groep is afhankelijk vitale rietkragen. De omvang van dit laatste leefgebied is achteruitgegaan in de tijd en staat onder druk.
 - De leefgebieden voor Natura 2000-doelsoorten bevinden zich niet in de climaxstadia, dus actief beheer is noodzakelijk.
 - Watermacrofauna is een belangrijke voedselbron voor watervogels. Van zowel dreissena-mosselen als andere macrofaunagroepen zijn de hoogste dichtheden doorgaans in het zuiden en midden van het Lauwersmeer aangetroffen. Dit zijn tevens de gebieden met relatief hoge aantallen kuifeenden.
 - Quaggamossel is de meest dominantie *Dreissena* soort. Hij verdringt driehoeksmossel. De consequenties voor de voedselbeschikbaarheid en -

kwaliteit zijn niet eenduidig aan te geven. Dit is een kennisleemte die in kaart moet worden gebracht.

- Visetende vogels eten met name kleine vissen. De totale biomassa aan vis (<15 cm) in het Lauwersmeer varieert tussen de jaren maar is hoger dan in vergelijkbare wateren.
- Baars, blankvoorn en brasem zijn de meest voorkomende vissoorten in het Lauwersmeer.
- Zoutwatervissen hebben een klein aandeel in de visbiomassa.
- Zwartbekgrondel, een exoot, is in opmars.
- Vos komt voor in het gebied en heeft een negatief effect op broedsucces van broedende vogels.
- Otters en vleermuizen maken gebruik van het Lauwersmeer als leefgebied. Hiermee moet rekening worden gehouden bij het beheer.
- Exotische zoogdieren vormen nu nog geen probleem in het gebied. Maar met name wasbeerhond vormt wel een potentieel risico.
- De twee belangrijkste reguliere beheermaatregelen in het Lauwersmeer zijn begrazen en maaien.
- De damhertenpopulatie in het Lauwersmeer vormt een bedreiging voor het ecosysteem als deze niet wordt beheerd.
- Begrazing en maaien zijn de belangrijkste beheermaatregelen om de successie te sturen.

7 . Synthese/knelpuntenanalyse

7.1 Synthese

Het doel van deze LESA is om inzicht te verkrijgen in het functioneren van het eco(hydro)logische systeem van het Lauwersmeer, zodat de processen die sturend zijn voor verslechtering of herstel van natuurwaarden helder worden.

Hiervoor dienen onderstaande vragen te worden beantwoord (zie ook hoofdstuk 1):

Hoe functioneerde het ecohydrologisch systeem vóór de afsluiting in 1969 van de Lauwerzee?

- a. Beschrijf de geogenese van de Lauwerszee: wanneer en op welke wijze is de Lauwerszee ontstaan?
- b. Welke invloed heeft de mens gehad op het ecohydrologisch functioneren van het systeem?

Aan het einde van de laatste ijstijd en gedurende het Holoceen is de Groningse en oost-Friese kustzone gevormd door tal van geomorfologische processen. Het fluvioglaciale Hunzedal mondde tot in de vroege Middeleeuwen uit in de Waddenzee nabij Pieterburen. Het huidige Lauwersmeergebied vormde geruime tijd onderdeel van een westelijk gelegen veengebied, waarin het riviertje de Lauwers en de Sennaer vanuit het achterland afwaterden. Hiertussen bevond zich een omvangrijk kwelder- en intergetijdengebied met herhaaldelijk zich verleggende (Hunze-)geulsystemen met een meer westwaartse oriëntatie.

In het midden van de 9^e eeuw vond een mariene inbraak plaats in het veengebied, dat het ontstaan van de Lauwerszee markeert. De inbraak was het gevolg van natuurlijke processen en menselijke activiteiten in het gebied.

Deze processen veroorzaakten een vergroting van het kombergingsgebied met de grootste uitbreiding rond 1250 AD. De hoofdgeul binnen het projectgebied bevond zich nog meer oostwaarts dan tegenwoordig. Het sub/intergetijdegebied werd meer dan verviervoudigd. Vanuit deze geul liep een grote geul, de voorloper van het huidige Nieuwe Robbengat, oostwaarts richting het noorden met de huidige Marnewaard. De Rug, het westelijke deel van het Ballastplaatbos, de Zuidelijke Lob en westelijk gedeelte van de Zuidelijke Ballastplaat en Schoenerbult zijn volledig gesitueerd binnen de gereconstrueerde begrenzing van de hoofdgeul. Deze zandplaten bestonden (waarschijnlijk) nog niet. Vanuit zuidwaartse richting werd het estuarium gevoed door de voorlopers van het Dokkumerdiep (ook een door de mens gegraven waterverbinding, die uiteindelijk veranderde in een getijdegeul), het Kommerzijldiep en het huidige Reitdiep.

Na 1000 AD veranderde het natuurlijke landschap dat gedomineerd werd door mariene en fluviale processen, in een in grote mate door de mens beïnvloed cultuurlandschap door de aanleg van dijken, inpolderingen en sluizen. De Lauwerszee bleef echter tot 1969 een voornamelijk estuarien, getijdendynamiek gestuurd systeem met zoete, brakke en zoute zones.

Hoe functioneert het ecohydrologisch systeem in de huidige situatie, dus na de afsluiting in 1969 van de Lauwerszee?

- a. In hoeverre is het ecohydrologisch systeem veranderd na de afsluiting van de Lauwerszee?
- b. Welke leefgebieden (equivalent Natura 2000-habitattypen) worden onderscheiden en welke eisen stellen de soorten aan het leefgebied?

Oorspronkelijk vormde de Lauwerszee onderdeel van de vloedkom van de Zoutkamperlaag (afbeelding 2.16). Na de afsluiting van het estuarium in 1969 verdween de getijdendynamiek met bijbehorende zoute en brakke zones. Mede door aanvoer van zoet water uit het achterland ontstond er een nieuw, grotendeels door mensen aangelegd en ingericht landschap (hoofdstuk 5). Het oorspronkelijke systeem van geulen en wadslikken, zandplaten, kwelders- en kwelderwallen (hoofdstuk 2) werd vervangen door duizenden hectaren droogliggende zandplaten doorsneden door geulen met een vast waterpeil van -0,93 m onder NAP. Mariene en fluviale sedimentatie van zand en klei in het estuarium kwam tot stilstand. Dit had enorme gevolgen voor de morfologie (hoofdstuk 2), de hydrologie (hoofdstuk 3), de bodem (hoofdstuk 4) en de natuur (hoofdstuk 6).



Afbeelding 7.1 Zoutwaterschelpen op De Rug verraden de mariene ontstaansgeschiedenis van het gebied.

De **morfologie** van het huidige Lauwersmeer is aan verandering onderhevig. Als gevolg van windgolven treedt afkalving van de slikkige oevers van de zandplaten op. Dit wordt versterkt door afvoer van regenwater in de winter van de lage gedeelten. Bodemdaling kan dit proces eveneens versterken. De grote geulen verontdiepen als gevolg van sedimentatie uit het achterland, lokale erosie en afzetting en geringe aanvoer van sediment uit de Waddenzee.

Na de afsluiting staat het **oppervlaktewatersysteem** van het Lauwersmeer onder invloed van twee systemen en is hiervoor een belangrijke boezem. Zowel het beheergebied van waterschap Noorderzijlvest en het beheergebied van het wetterskip Fryslân watert voor een belangrijk deel erop af. Het gebied beslaat totaal circa 440.000 hectare. Het afstroomgebied is via een aantal gemalen en sluizen aangesloten op het Lauwersmeer. Via de R.J. Cleveringsluizen wordt het water op de Waddenzee gespuid.

Door de aanvoer van water uit het achterland veranderde het oppervlaktewater binnen een jaar van een zout/brak systeem in een zoetwatermilieu met een vast waterpeil. De ontzilting van de

platen verliep langzamer. Op de hogere zandgronden ging het relatief het snelst maar op sommige lage plekken komen ook nu nog zilte vegetaties voor die duiden op de aanwezigheid van zilt grondwater (afbeelding 4.4).

Het onderzoeksgebied vertoont een gradiënt van kalkhoudende zandige **bodems** in het noorden naar kalkrijke, zavelige en kleiige bodems in het zuiden. In het gebied komt een variatie aan vaaggronden voor. Dit duidt op een jonge en/of dynamische bodemontwikkeling. De bovenste decimeters van de bodem zijn op de meeste plaatsen minimaal geheel ontzilt, maar brak water kan nog op lagere delen van de zandige platen voorkomen.

De huidige **ecologische succesie** van het Lauwersmeergebied is gestart na de afsluiting van het Lauwersmeer. Op het land verloopt de successie in hoofdlijnen via twee sporen: op lutumhoudende bodems vormen zilt grasland en riet- en ruigtevegetaties belangrijke successiestadia. Op lutumarm kalkrijkzand vormen strandvlaktevegetatie, duinvalleigraslanden en duinstruwelen een belangrijk onderdeel van de successie. Bovengenoemde stadia zijn belangrijk voor de natuurwaarden van het Lauwersmeer, waaronder Natura 2000 doelen, maar zijn geen climaxstadia. Actief beheer is nodig om deze stadia te handhaven. In het oppervlakte water ontwikkelde zich na de afsluiting fonteinkruidvegetaties, die belangrijk zijn voor de Natura 2000 doelen van onder andere kleine zwaan.

De vanuit Natura 2000 aangewezen **broedvogels en niet-broedvogels** hebben leefgebieden in verschillende successiestadia van het Lauwersmeergebied. De leefgebieden bevinden zich niet in de climaxstadia, dus actief beheer is noodzakelijk. Zilte vegetaties en goed ontwikkelde rietlanden zijn de twee belangrijkste leefgebieden. Deze staan onder druk door onder andere verdere ontzilting, verruiging en het verdwijnen van waterriet.

De R.J. Cleveringsluizen vormen één van de belangrijkste barrières in **vismigratie** tussen de Waddenzee en het Lauwersmeer voor trekvis zoals zeeprik, rivierprik, fint, aal en zeeforel. Visetende vogels in het Lauwersmeergebied en Waddenzee zijn op hun beurt weer van die jonge vissen afhankelijk om hun jongen groot te brengen. Ander spuibeheer kan ervoor zorgen dat het Lauwersmeer weer een rol als estuarium kan vervullen. Dit draagt ook bij aan het behalen van de KRW-doelstellingen.

Leefgebieden

De bescherming van leefgebieden vormt de basis voor de bescherming van vogelsoorten. De volgende leefgebieden worden onderscheiden:

- Rietkragen: vitale rietkragen zijn belangrijk voor verschillende broedvogels. De omvang van dit leefgebied is achteruitgegaan in de tijd en staat onder druk.
- Zilte vegetaties en slikkige oevers: zilte vegetaties komen ook 50 jaar na afsluiting nog steeds voor in het Lauwersmeer. De reden dat deze plekken er nog steeds zijn is niet precies bekend. Het kan kwel van zeewater onder de dijk door zijn of lokale zout grondwater dat nog steeds aanwezig is. Voor het behoud en goed beheer is het belangrijk om het mechanisme hierachter in beeld te krijgen.
- Open water met waterplanten: open water met schedefonteinkruiden gaan achteruit. Dit kan door ofwel toegenomen begrazing door watervogels in de zomer ofwel verslechterende waterkwaliteit (Gyimesi 2016). Vanwege het belang voor Natura 2000

doelstellingen moet onderzocht worden welke maatregelen genomen kunnen worden om schedefonteinkruiden te bevorderen.

7.2 Knelpuntenanalyse

Welke eco(hydro)logische knelpunten vanuit de natuuropgave dienen te worden opgelost?

De knelpunten die hieronder worden beschreven, zijn gerelateerd aan de eco(hydro)logische randvoorwaarden noodzakelijk voor het behalen van de Natura 2000-doelstellingen van het gebied. Daar waar relevant worden ook knelpunten vanuit de KRW benoemd.

Knelpunten ten aanzien van leefgebieden voor doelsoorten zijn:

- a. Afname van vitaal-rietland en waterriet.
- c. Afname geschikte broedbiotoop voor vogels van slik- en droogvallende oevers.
- d. Afname bedekking schedefonteinkruid als voedsel voor watervogels.
- e. Goede toegankelijkheid van het gebied voor onder andere vos als predator voor bodembroeders en niet-vliegvlugge kuikens, zogenaamde pullen.
- f. Te hoge begraasdruk door begrazingsbeheer en in potentie door verwilderde populatie damherten.

De knelpunten die hier uit voortkomen op systeemniveau zijn:

- g. Het ontbreken van natuurlijke waterdynamiek in de boezem. Deze is noodzakelijk om de vitaliteit van de rietlanden in stand te houden. Ook zorgen hoge winterpeilen ervoor dat het gebied minder geschikt wordt voor vos.
- h. Het ontbreken van een zoet-zoutgradiënt in het oppervlaktewater. Deze is belangrijk voor de doelstellingen voor vogels van slik en droogvallende oevers en ook voor het behoud van schedefonteinkruid. Voor het behalen van de KRW doelstellingen is een goed ontwikkelde zoet-zoutgradiënt ook noodzakelijk.

Is het om de gestelde doelen te bereiken noodzakelijk de begrenzing van het Natura 2000-gebied te handhaven of dient deze te worden aangepast? En zo ja, op welke wijze?

Aanpassing van de begrenzing van het Natura 2000-gebied is niet nodig om de gestelde doelen te bereiken, omdat de benodigde uit te voeren maatregelen effectief zijn binnen het plangebied.

Op welke wijze kunnen de ecohydrologische knelpunten worden opgelost?

In het beheerplan worden diverse varianten/maatregelen ten aanzien van het oplossen van bovengenoemde knelpunten benoemd en besproken.

Welke en in hoeverre kunnen maatregelen in gebieden buiten het Natura2000-Lauwersmeer bijdragen aan herstel van natuurwaarden binnen de begrenzing?

In het verlengde hiervan komen in het beheerplan ook bovengenoemde maatregelen in beeld. Maatregelen buiten het gebied, die met name bijdragen aan extra foerageergebied voor de

doelsoorten, zouden kunnen helpen om de doelen te halen. Het leefgebied voor grauwe kiekendief en velduil bijvoorbeeld is zo goed als verdwenen door voortschrijdende successie. Voor hen en andere soorten zijn ontwikkelingen ten behoeve van het vergroten en/of optimaliseren van foerageergebieden buiten de begrenzing belangrijk.

7.3 Kennislacunes

Welke kennislacunes dienen te worden aangevuld ten behoeve van een volledig systeembegrip?

- Er bestaat beperkt inzicht in de werking het grondwatersysteem. Een betere kennis van dit systeem is belangrijk voor het beheer en behoud van zilte vegetaties. Maar het is ook belangrijk voor het duurzaam behoud van de vegetatiekundig waardevolle duinvalleivegetaties. Met een goed grondwatermodel kan de herkomst van zilte kwel in beeld worden gebracht alsmede de effecten van zeespiegelstijging door klimaatverandering.
 - Inzicht in het lokaal voorkomen van stagnerende lagen bestaande uit potklei en keileem zijn van groot belang voor het geohydrologisch model en daarmee het systeembegrip.
 - Inzicht in de toekomstige dynamiek, mogelijk versterkt door relatieve zeespiegelstijging, van de relatief grote paleogeusystemen op het lokale grondwatersysteem, de bodems, de zoetwatervoorraad en de zuidelijk gelegen landbouwgebieden.
 - Inzicht in de grondwaterdynamiek in relatie tot bodemdaling en zeespiegelstijging: in hoeverre versterkt dit elkaar?
 - Inzicht in de invloed van een mogelijk toenemend chloridegehalte op de kwetsbare vegetatie in de duinvalleien.
- Het effect van de afsluiting van de Lauwerszee op de sedimentatie- en erosieprocessen in de slenken is groot. Erosie van platen maar ook sedimentatie in de geulen zijn processen die worden waargenomen. Voor antwoord op de vraag hoe deze slenken het beste beheerd kunnen worden om de Natura 2000- en KRW-doelstellingen te behalen, alsmede om de effecten van toekomstige inrichtingsmaatregelen en verschillende klimaatscenario's in beeld te krijgen, is kennisontwikkeling noodzakelijk.
- Overige kennislacunes:
 - Vanwege het belang voor Natura 2000-doelstellingen moet onderzocht worden welke maatregelen genomen kunnen worden om schedefonteinkruiden te bevorderen.
 - Impact op de aquatische ecologische als gevolg van temperatuurstijging van het oppervlaktewater is nog onbekend.
 - De quaggamossel is de meest dominante dreissenasoort. Deze verdringt driehoeksmossel. De concequenties voor de voedselbeschikbaarheid en -kwaliteit zijn niet eenduidig aan te geven. Dit is een kennisleemte die in kaart moet worden gebracht.
 - Impact en effect activiteiten van Defensie op de ecologie zijn nog onbekend.

Bronnen

Literatuur

Arcadis, 2003. *Beheer- en inrichtingsplan Nationaal Park Lauwersmeer*.

110202/NA3/1U8/000466/001, 12 mei 2003.

Arcadis, 2021. *Toelichting Peilbesluit 1e Schil Electraboezem*. Ref: 083794706 A.

Bakker R. en 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, Veenwouden.

<https://www.commissiemer.nl/docs/mer/p15/p1510/1510-267natuurwaarden.pdf>

Beemster, N. & R. Kleefstra 2022 De rol van de Vos en andere predatoren op de ontwikkeling van op de grond broedende vogels in het Lauwersmeer. A&W-rapport 20-479. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

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

Boekema, E.J., 2022. *Vogels van het Lauwersmeer*. Haren. Bladzijde 11.

Boogaard, B. van den, A. Potiek, H. A. van der Jagt, A. Gyimesi, M. Dorenbosch & B.W.R. Engels. 2020. Duikeenden in het Lauwersmeer. Trends, verspreiding en voedsel van duikeenden in het Lauwersmeer. Bureau Waardenburg Rapportnr. 20-047. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Bos, D., N. Beemster, W. Bijkerk 2021 Effecten van Damherten op de Natura 2000-doelen van het Lauwersmeer. A&W-rapport 21-030 Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden

Buursma, A., *Beteugeld estuarium. Cultureel erfgoed in het Lauwerszee- en het Lauwersmeergebied*. Waddenacademie mei 2019.

Canon van Nederland (2024) Dijken en Zijlvesten. Dijken en Zijlvesten - Canon van Nederland

Commissie Natuurontwikkeling Lauwerszee (1996). *Beheers- en ontwikkelingsvisie voor de grote eenheid natuurgebied Lauwersmeer*. Lelystad.

Damen, C. I. Geschiedenis van de Benediktijnenkloosters in de provincie Groningen. Proefschrift.

De Ruiter, T. (2022) Het waterstaatslandschap van het Lauwerszeegebied en de functieveranderingen van het Reitdiepcomplex. Masterscriptie.

Fouw de, J., R.M.G. van der Hut, E.S. Bakker, A.J.P. Smolders, J. van der Winden en P.J. Westendorp, 2021. Inrichting, ontwikkeling en beheer van moerassen op voormalige landbouwgrond: Een eerste verkenning van de ontwikkeling van eutrofe moerassen. Rapport nummer 2021/OBN249-LZ, Kennisnetwerk OBN, Driebergen.

Griede, J.W., 1978. *Het ontstaan van Frieslands Noordhoek*. Proefschrift, VU Amsterdam, 186p.

- Grootjans, A. P., Lammerts, E. J., van Beusekom, F., Berendse, F., Dijk, E., & Ernst, W. H. O. 1995. Kalkrijke duinvalleien op de Waddeneilanden: ecologie en regeneratiemogelijkheden. Stichting Uitgeverij van de KNNV.
- Gyimesi, A., J.W. de Jong, B. Hidding & D. Wielakker, 2016. Bedekking van schedefonteinkruid in het Lauwersmeer in 2016. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Gyimesi, A., P.P. de Vries, T. de Boer & B.A. Nolet, 2011. Reduced tuber banks of fennel pondweed due to summer grazing by waterfowl. *Aquatic Botany* 94: 24-28.
- Haan, H., Ijbema, R. en D.T. Reitsma, 1983. Engelsmanplaat. Geschiedenis van en gebeurtenissen rond een zandbank. Stichting 't Fiskershuiske, 2e druk, 168 p.
- Hoekstra & Rozendaal, De ontwateringstoestand van de landbouwgronden in de Kollumerwaard, 1989.
- Huijser, M.P. & Y.J.B. Röling. 1994. Vegetatieonderzoek in het Lauwersmeergebied op basis van opnamen van permanente kwadraten uit 1980, 1987 en 1993. Intern rapport 1994-22 Lio. Rijkswaterstaat directie Flevoland. Lelystad.
- Jonge Poerink B. & J.Dekker 2018. Migratieperioden van de ruige dwergvleermuis in Nederland. Ecosensys – ecologisch onderzoek en advies & Jasja Dekker Dierecologie, gepubliceerd door Rijkswaterstaat
- Karatayev, A.Y., Burlakova, L.E. What we know and don't know about the invasive zebra (*Dreissena polymorpha*) and quagga (*Dreissena rostriformis bugensis*) mussels. *Hydrobiologia* (2022). <https://doi.org/10.1007/s10750-022-04950-5>
- Kleefstra et al., 2020/2022. Analyse van effecten van bodemdaling op hydrologie, vegetatie en vogels in het Lauwersmeer in 2019. Sovon rapport 2020/22 en A&W rapport 19-347.
- Kleefstra et al., 2020/2022. Analyse van effecten van bodemdaling op hydrologie, vegetatie en vogels in het Lauwersmeer in 2019. Sovon rapport 2020/22 en A&W rapport 19-347.
- Knol, E., in voorbereiding in 1992. Toelichting archeologische kaart Noord-Nederland in de Vroege Middeleeuwen. VU Amsterdam.
- Kolen B., Klopstra D., Swenne A., Logemann D. (2004). *Watervisie Lauwersmeer*. Ref: PR613.10. <https://edepot.wur.nl/116490>
- Leemans, W.F., 1904. Verslag der Commissie, benoemd bij gemeenschappelijk besluit van de collegiën van Gedeputeerde Staten van Friesland en Groningen van 7 Februari 1902 tot het instellen van een nader onderzoek in zake de indijking der Lauwerzee, in verband met eene verbeterde afstroming van boezemwater in de provinciën Friesland en Groningen. Groningen: Hoitsema.
- Leeuw, Joep J. de & Susanne C. van Donk (2020). Hypothesen voor afname van de visstand in het IJsselmeer. Wageningen University & Research rapport C051/20a
- Meijles, E. (2015): De ondergrond van Groningen: een geologische geschiedenis. Rijksuniversiteit Groningen, Juni 2015.
- Meijles E.W, Patrick Kiden, Harm-Jan Streurman, Johannes van der Plicht, Peter C. Vos, W. Roland Gehrels, Robert E. Kopp, 2018. *Holocene relative sea-level changes in the Wadden Sea area, northern Netherlands*. *Journal of Quaternary Science*, 33(8) p. 905–923.

- Mol, J.A., P.N. Noomen en J.H.P. van der Vaart, 1990. Achtkarspelen-Zuid/Eestrum, een historisch-geografisch onderzoek voor de landinrichting. Fryske Akademy, Leeuwarden p. 33- 35.
- Noordhuis, R., Groot, S., Dionisio Pires, M., & Maarse, M. (2014). Wetenschappelijk eindadvies ANT-IJsselmeergebied : vijf jaar studie naar kansen voor het ecosysteem van het IJsselmeer, Markermeer en IJmeer met het oog op de Natura-2000 doelen.
- Nouta, R., 1987. *De voorgeschiedenis, afsluiting, ontginning en de verbouw van cultuurgewassen gedurende de tijdelijke exploitatie in de jaren 1971 t/m 1978 in de Lauwerszee*. Flevobericht, nr 279. 65-69. De voorgeschiedenis, afsluiting, ontginning en de verbouw van cultuurgewassen gedurende de tijdelijke exploitatie in de jaren 1971 t/m 1978 in de Lauwerszee - Rijkswaterstaat Publicatie Platform.
- Reitsma, D.T., 1991. Historie oostelijk waddengebied. Waddenbulletin 4, p. 176-178.
- Rijkswaterstaat, 1970. Lauwerszeewerken als afsluiting in het Waddengebied.
- Roeleveld, W., 1974. The holocene evolution of the Groningen marine-clay district. Supplement, B.R.O.B. 24, 's-Gravenhage, 132 p.
- Rooij, S.A.M. van & H.J. Drost (Eindredactie); 1996: Het Lauwersmeergebied, 25 jaar onderzoek ten dienste van natuurontwikkeling en beheer. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, directie IJsselmeergebied - Lelystad: RWS, RDIJ, 1996. Flevobericht 387). ISBN 90-369-1170-
- Schroor, M. *Landschapsbiografie van de Wadden* 2018
- Smit, M. D. 1988 Begrazing van Schedefonteinkruid (*Potamogeton Pectinatus*) door de Kleine Zwaan (*Cygnus bewickii*) in het Lauwersmeer in 1984. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, - Lelystad : RIJP
- SOVON 2016. Sovon-Nieuws_2016-3-p24_Kleine-Zwaan-buigt-af.pdf
- Staatsbosbeheer. (2021). Begrazingsbeheer in het Lauwersmeer. Lauwersoog: Beheereenheid Lauwersmeer, Wad & Hogeland.
- Staatsbosbeheer. 1984. Ontwikkelingsvisie voor het Lauwersmeergebied. Inspectie natuurbehoud, Staatsbosbeheer 1984-22.
- Termes A.P.P. & Eysink W.D. (2005). *Watervisie Lauwersmeer, Quick Scan Gedempt Tij*. Ref: PR958. <https://edepot.wur.nl/116489>
- Uibel, E. 2003. EGV-metingen in het Lauwersmeer-zomer 2002. Royal Haskoning; 9M1617/R00001/EU/Gron
- Van Berkel, G. Groninger plaatsnamen verklaard (2016) <https://docplayer.nl/27112242-Groningse-plaatsnamen-verklaard.html>
- Vos P.C., 1992. Paleogeografische reconstructie van het Lauwersmeergebied. Rijks Geologische Dienst – Distrikt Noord, Oosterwolde, 22 pp. Vos, P., M. van der Meulen, H. Weerts en J. Bazelmans 2018: Atlas van Nederland in het Holoceen. Landschap en bewoning vanaf de laatste ijstijd tot nu, Amsterdam (Prometheus).
- Vos, P.C., 2023. Hoofdstuk 1. De vorming en het verdwijnen van het holocene veen in Noord-Nederland. In: A. Nieuwhof (red.), Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek 104, 11-24.

- Vos, P.J. & E. Knol, 2015. Holocene landscape reconstruction of the Wadden Sea area between Marsdiep and Weser, Netherlands Journal of Geosciences/ Geologie en Mijnbouw 94, 157-183, Waterbolk, H.T., 1970: Terpen, milieu en bewoning, in J.W. Boersma
- Vos, P. en De Vries, S., Het ontstaan van de Waddenzee. Geografie oktober 2020.
- Vries De, I., 2022. Origin saline groundwater of De Rug (Lauwersmeer). Wietsema & Partners B.V. TU Delft. 15-4-2022.
- Vrooman, Jip, Paulien de Bruijn, Jouke Kampen*, Marieken van der Sluis & Pepijn de Vries (2020) Op weg naar een duurzame visserij op het IJsselmeer- Markermeer; gezamenlijke bestandopnamen als stap naar breed gedragen vangstadadviezen. Aanvulling 2019 en Evaluatie. Wageningen University & Research rapport C042/20.
- Werkgroep Lauwersmeer 1979, De Lauwersmeer, Harlingen 1979.
- Westerhuis, G., Spek, T., & Wiersma, J. (2023). Landschapsbiografie van het Reitdiepgebied. Rijksuniversiteit Groningen/Kenniscentrum Landschap.
https://pure.rug.nl/ws/portalfiles/portal/589707168/Landschapsbiografie_van_het_Reitdiepgebied_februari_2023.pdf
- Wetterskip Fryslân (2021). *Revisiepeilbesluit Friese Boezem*. <https://repository.officiële-overheidspublicaties.nl/externebijlagen/exb-2022-12843/1/bijlage/exb-2022-12843.pdf>
- Wigchert, Anouk 2023. Afstudeeronderzoek naar het effect van begrazing op de rietvegetatie. Afstudeerscriptie, Hogeschool van Hall Larenstein.
- Wolters, G. 2023. KRW visstandmonitoring Lauwersmeer, meetjaar 2023. Waardenburg Ecology Rapportnr. 23-451. Waardenburg Ecology, Culemborg.
- Wösten, J.H.M., G.J. Veerman, W.J.M. de Groot en J. Stolte. 2001. Waterretentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden in Nederland: de Staringreeks. Vernieuwde uitgave 2001. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 153.
- Zoetendal, J.R., Y. de Leeuw & N. Zwaanswijk. 2005. Effectenstudie aardgaswinningen Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Grontmij, Drachten
- Zomer, J. Middeleeuwse veenontginningen in het getijdenbekken van de Hunze. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.
https://pure.rug.nl/ws/portalfiles/portal/35326469/Complete_thesis.pdf

Geraadpleegde links

www.dinoloket.nl

<https://edepot.wur.nl/144244>

<https://edepot.wur.nl/116489> Watervisie gedempt getij

www.geografie.nl

[Geologie van Nederland](http://Geologie_van_Nederland)

<https://www.hwbp.nl/projecten/overzicht-projecten/fryslan/koehool-lauwersmeer>

<https://www.hwbp.nl/actueel/nieuws/2023/04/05/uitvoering-dijkversterking-lauwersmeerdijk-vierhuizergat-van->

[start#:~:text=In%202050%20moeten%20alle%20Nederlandse,onderdeel%20van%20het%20nat
ionaal%20Deltaprogramma](#)

http://landschapsgeschiedenis.nl/deelgebieden/7-De_Marne.html

<http://landschapsgeschiedenis.nl/deelgebieden/6-Lauwersland.html>

[http://landschapsgeschiedenis.nl/deelgebieden/12-
Middag_Humsterland_en_Reitdiepgebied.html](http://landschapsgeschiedenis.nl/deelgebieden/12-
Middag_Humsterland_en_Reitdiepgebied.html)

<https://lauwersmeerdijk.noorderzijlvest.nl/achtergrondinformatie>

<https://namen-van-platen-en-geulen-lauwersmeer>

[https://sites.google.com/site/waddenplek/nederlandse-wad/groninger-kuststreek/namen-van-
platen-en-geulen-lauwersmeer](https://sites.google.com/site/waddenplek/nederlandse-wad/groninger-kuststreek/namen-van-
platen-en-geulen-lauwersmeer)

<https://www.volkoomen.nl/Plaatsnamen%20en%20hun%20betekenis.htm>

<https://www.np-lauwersmeer.nl/regionale-keringen-lauwersmeer-dit-jaar-versterkt/>

[https://www.rug.nl/research/kenniscentrum-landschap/voor-studenten/masterscripties/2022-
mascr-waterstaatslandschap-lauwersmeergebied-reitdiepcomplex-t-de-ruiter.pdf](https://www.rug.nl/research/kenniscentrum-landschap/voor-studenten/masterscripties/2022-
mascr-waterstaatslandschap-lauwersmeergebied-reitdiepcomplex-t-de-ruiter.pdf)

[Paleogeografische kaarten \(GIS \(fgdb\) | zip\) | Publicatie | Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed](#)

[Palaeogeographical maps, 500 BC, AD 100 and AD 800, with locations... | Download Scientific
Diagram \(researchgate.net\)](#)

https://publications.deltares.nl/1220040_002b.pdf

www.regis.nl

*TNO-GDN (2023). Formatie van Breda. In: Stratigrafische Nomenclator van Nederland, TNO –
Geologische Dienst Nederland. Geraadpleegd op 16-10-2023 op*

<https://www.dinoloket.nl/stratigrafische-nomenclator/formatie-van-breda>.

Van Boxcel, M. (1996) De wijze mannen van Esonstad. De Revisor, 1996/2, p. 66.

https://www.dbnl.org/tekst/_rev002199601_01/_rev002199601_01_0024.php

[De geschiedenis van NP Lauwersmeer | Visit Groningen](#)

<https://www.visitwadden.nl/nl/verhalen/bundel/dokkumer-nieuwe-zijlen>

<http://landschapsgeschiedenis.nl/deelgebieden/6-Lauwersland.html>

[PR958 Quickscan rapport def 3.doc \(wur.nl\)](#)

<https://zoutkamp.net/geschiedenis/lauwerszee/>

Bijlagen

Bijlage 1: Overzicht formatienamen en afzettingmilieus (Meijles, 2015)

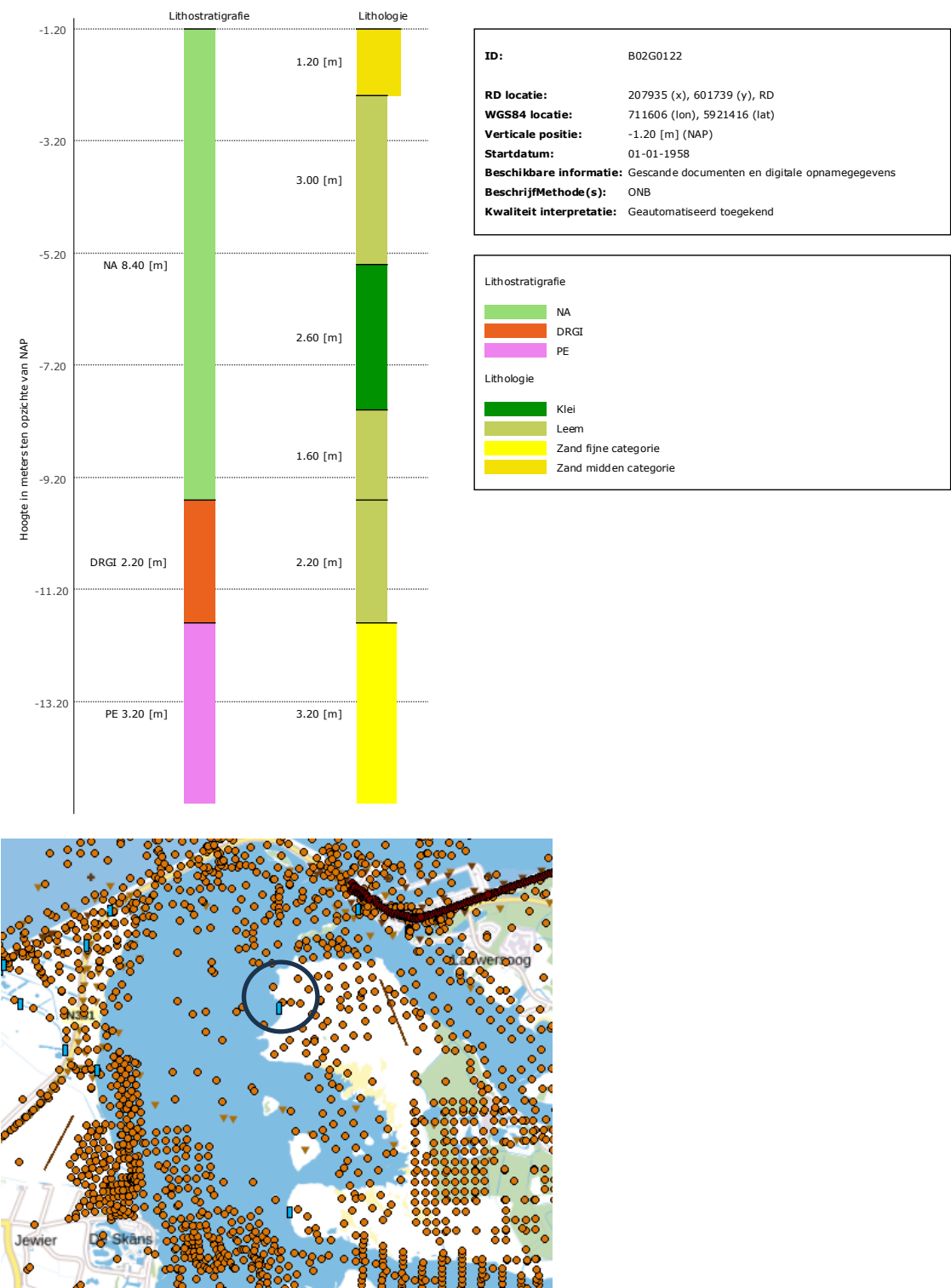
Formatienaam	Laagpakket*	Code**	Afzettingmilieu	Lithologie	Periode***
Antropogeen		AAop	door de mens	zand, klei, afval	Holoceen
Formatie van Bortel	Laagpakket van Kootwijk	BXKO	windafzetting (stuifzand)	zand	Holoceen
Formatie van Nieuwkoop	Griendtsveen	NIGR	moeras	veen	Holoceen
Naaldwijk formatie	Schoorl	NASC	windafzetting (duinen)	zand	Holoceen
Naaldwijk formatie	Zandvoort	NAZA	strandafzettingen	zand	Holoceen
Formatie van Nieuwkoop	Nij Beets	NINB	moeras	veen	Holoceen
Naaldwijk formatie	Geen onderscheid	NA	getijde	Zand en klei	Holoceen
Naaldwijk formatie	Walcheren	NAWA	getijde, bovenste eenheid	Zand en klei	Holoceen
Formatie van Nieuwkoop	Hollandveen	NIHO	moeras	veen	Holoceen
Naaldwijk formatie	Wormer	NAWO	getijde, onderste eenheid	Klei en zand	Holoceen
Formatie van Nieuwkoop	Basisveen	NIBA	moeras	veen	Holoceen
Formatie van Bortel	Laagpakket van Wierden	BXWI	windafzetting (dekzand)	zand	Weichselien
Formatie van Bortel	Singraven 1	BXS11			
Formatie van Bortel	Singraven 2	BXS12	kleine beken (onderste eenheid)	Zand en klei	Holoceen
Formatie van Bortel		BX	afzettingen van kleine rivieren	Zand en leem	Holoceen
Eem formatie		EE	ondiepe kustnabije zeeafzettingen	Zand en klei	Eemien
Formatie van Drenthe	Laagpakket van Gieten	DRGI	ijzafzettingen (grondmorene)	keileem	Saalien
	Laagpakket van....				Saalien
Formatie van Drachten		DN	windafzettingen en lokale rivieren/meren	zand	
Formatie van Peelo		PE	afzettingen van onder en voor het ijs; afzettingen door smeltwater	Zand en klei	Elsterien
Formatie van Urk	Laagpakket van Tijnje	URTY	riverafzettingen (Rijn)	zand	
Sterksel formatie		ST			
Formatie van Appelscha		AP	riverafzettingen (oostelijke rivieren)	zand	
Formatie van Peize		PZWA	riverafzettingen (Eridanos)	zand	

*In Engelstalige teksten wordt voor "laagpakket" de term "member" gebruikt.

**Codering die wordt gehanteerd in het rapport "Geological schematisation of the shallow subsurface of Groningen for site response to earth quakes".

***Geologische periode bij benadering. Strikt geologisch genomen zijn de formaties niet gedefinieerd op basis van specifiek perioden. Maar als vuistregel is een indicatie van de tijd toch opgenomen in de tabel.

Bijlage 2: Boorbeschrijvingen



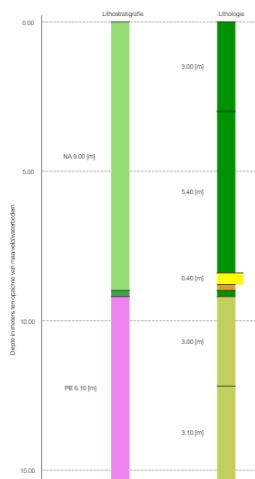
Geologisch booronderzoek (GDN)

B06E2697

Basisgegevens **Boormonsterprofiel**

Referentievlak: ☒ Maaiveld/Waterbodem ☐ NAP

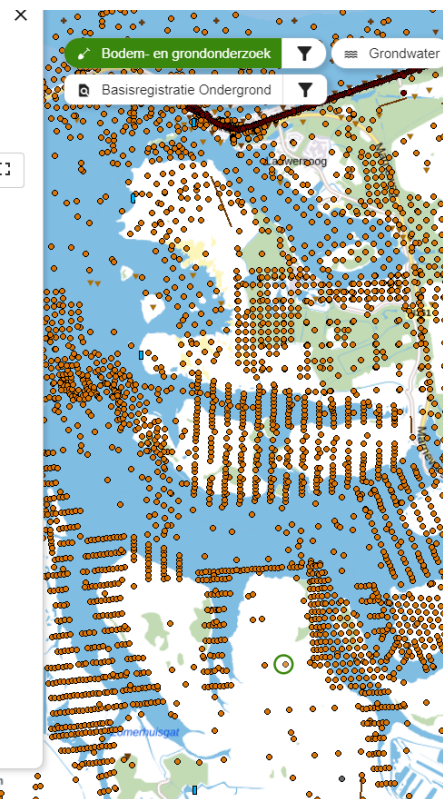
Tussen 0 en 13.8 m



ID: B06E2697
 RD locatie: 208853 (x), 595552 (y), RD
 WGS84 locatie: 713770 (x), 591527 (y)
 Verticale positie: -0.30 [m] (NAP)
 Startdatum: 01-01-1987
 Beschikbare informatie: Gescoorde documenten en digitale opnamgegevens
 Bevestigingsmethode: CHB
 Invoertinterpretatie: Geocodematte/waard toegevoerd

Lithostratigrafie
 NA
 NAWO
 PE
 Lithologie
 Klei
 Leem
 Zand
 Steen

Boorprofiel (SVG)



Geologisch booronderzoek (GDN)

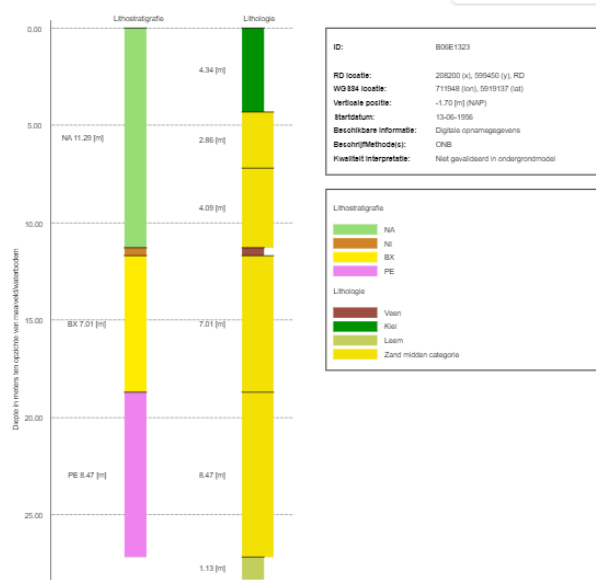
B06E1323

1 van 5

Basisgegevens Boormonsterprofiel

Referentievlak: ☒ Maaiveld/Waterbodem ☐ NAP

Tussen 0 en 13.8 m



Boorprofiel (SVG)

