

Natuur, peilbeheer en klimaatverandering in het IJsselmeergebied

Bouwsteen Tweede herijking Deltaprogramma IJsselmeergebied



Natuur, peilbeheer en klimaatverandering in het IJsselmeergebied
Bouwsteen Tweede herijking Deltaprogramma IJsselmeergebied

Auteur(s)

Ruurd Noordhuis
Menno Genseberger

Natuur, peilbeheer en klimaatverandering in het IJsselmeergebied
Bouwsteen Tweede herijking Deltaprogramma IJsselmeergebied

Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Midden-Nederland District IJsselmeergebied
Contactpersoon	Ton de Vrieze
Referenties	Zie hoofdstuk 6
Trefwoorden	Klimaatverandering, Deltaprogramma, Natuur, Peilbeheer, IJsselmeergebied

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	23-09-2025
Projectnummer	11211551-002
Document ID	11211551-002-ZWS-0001
Pagina's	107
Classificatie	
Status	Definitief

Auteur(s)

	Ruurd Noordhuis	Menno Genseberger

Gebruik van deze tabel is voor de controle van de juiste uitvoering door Deltares van de opdracht. Ieder ander klantgebruik en externe verspreiding is niet toegestaan.

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord
1.0	Ruurd Noordhuis 	Sam Boerlijst 	Reinaldo Penailillo Burgos 

Samenvatting

De in dit rapport gepresenteerde analyse behandelt de relatie tussen natuur, peilbeheer en klimaatverandering in het IJsselmeergebied. Het rapport is bedoeld als bouwsteen ten behoeve van een systeemrapportage in het proces van de herijking van het Deltaprogramma IJsselmeergebied. Het is opgesteld op basis van kennis uit relevante programma's zoals KAKATOE (LIFE-IP NAS programma Klimaatverandering Grote Wateren) en met behulp van input van gebiedsbeheerders en andere betrokken experts tijdens een tweetal workshops. Het rapport is opgezet in vier stappen:

- Hoofdstuk 2: Het schetsen van de huidige situatie met betrekking tot peil en natuur in het IJsselmeergebied
- Hoofdstuk 3: Het schetsen van de huidige situatie en autonome ontwikkeling van klimaatverandering met betrekking tot het IJsselmeergebied, in het licht van de opgaven uit het Deltaprogramma (prognoses tot 2050 (/2100)).
- Hoofdstuk 4: Het in kaart brengen van de interacties tussen natuur, klimaatverandering en peilbeheer en het effect daarvan in het licht van de prognoses en de beheersopties
- Hoofdstuk 5: Het opstellen van een doorkijk naar oplossingsrichtingen

Advies met betrekking tot ecologie in relatie tot veranderend peilbeheer en klimaatverandering is van belang omdat in de meren behalve waterveiligheid en zoetwatervoorziening ook grote natuurbelangen spelen. Vanuit de landelijke en internationale natuurdoelen is het noodzakelijk dat deze belangen in beeld zijn bij de herijking van het Deltaprogramma IJsselmeergebied. Deze rapportage is bedoeld om daaraan invulling te geven en dient als bouwsteen voor de herijking.

Huidige situatie peil en natuur

Sinds de afsluiting van de Zuiderzee in 1932 is het peilverloop in het IJsselmeergebied gereguleerd en getransformeerd in een kunstmatig watersysteem, waarbij waterveiligheid en zoetwatervoorziening voorop zijn gezet. Een jaarlijkse peil-amplitude van orde grootte 4 meter (Genemuiden; combinatie van getij, rivierafoer en windwerking) werd gereduceerd tot ongeveer een meter. In de praktijk kan het zomerpeil strak worden gehandhaafd. In het Peilbesluit IJsselmeergebied is het beoogd peilverloop in de zomer hoger dan in de winter. Vanuit de ecologie betekent dit in aansluiting op de transformatie van een zout naar een zoet watersysteem vooral degeneratie van land-water overgangen, areaal- en kwaliteitsverlies van moerasnatuur en ondiepten met waterplanten en bijbehorende diverse fauna. Ook de vermindering van de peilamplitude heeft tot degeneratie van land-water overgangen geleid. In het water zelf is de problematiek rond overmatige toevoer van voedingsstoffen sinds 1985 sterk verminderd. De hoeveelheid voedingsstoffen (fosfaten) die via de riviertakken naar het IJsselmeergebied komt is nu min of meer natuurlijk. De benutting ervan blijft echter achter, waardoor de primaire productie aan de basis van het voedselweg sterker is afgenomen dan op basis van natuurlijke referentiestudies werd verwacht, het meest in het Markermeer. Dit heeft waarschijnlijk te maken met gebrek aan (peil)dynamiek. Natuurlijke referentie systemen met een goede ecologische conditie laten binnen op jaarbasis een peil-amplitude van een halve tot een hele meter zien, met uitzakkend peil vanaf het voorjaar naar een minimum in de nazomer. De grootste ecologische diversiteit en habitatkwaliteit wordt bereikt als daar bovenop verschillen tussen jaren voorkomen.

De introductie van het flexibel peilbeheer in het Peilbesluit IJsselmeergebied (2018) met een voorjaarsopzet en een zomerbandbreedte van 20 cm geeft enige ruimte voor verbetering. Deze marge wordt echter in droge zomers ook gebruikt voor het opzetten van het peil in verband met de vraag naar zoet water, soms met schade ten aanzien van natuurdoelen (bijv. bij grondbroedvogels).

Meerdere natuurdoelen in het IJsselmeergebied worden niet gehaald, waarbij vooral twee factoren een rol spelen. Voor watervogels ("niet-broedvogels") heeft het vooral te maken met veranderd voedselaanbod. Teruglopende aantallen bij doelsoorten onder de broedvogels zoals Grote Karekiet, Porseleinhoen of Purperreiger hebben vooral te maken met de kwaliteit van moerashabitats, die achteruitgaat in relatie tot de beperkte peildynamiek als gevolg van de compartimentering van het gebied.

Ontwikkelingen klimaatverandering IJsselmeergebied

Klimaatverandering heeft op verschillende manieren invloed het IJsselmeergebied. De waterbalans verandert door verschuivingen in de wateraanvoer (bijv. toename van rivieraanvoer in de winter, afname in de zomer), toename van verdamping en van de zoetwatervraag en door zeespiegelstijging. Daarnaast nemen de extremen in zomer en winter toe. Daardoor wordt zowel het peilbeheer als de ecologie beïnvloed.

Daarnaast is er invloed van de opwarming van het water. Door combinatie van wereldopwarming met toename van westenwind in de winter en van straling door schonere lucht is de temperatuur in Nederland relatief sterk gestegen. Dat geldt ook voor het water in het IJsselmeergebied, dat sinds 1970 gemiddeld met ongeveer anderhalve graad is opgewarmd. Opwarming van water betekent blootstelling van organismen aan hogere temperaturen, maar ook aan temperatuur gerelateerde veranderingen in waterkwaliteit en biochemische processen. Zuurstof lost bijvoorbeeld minder goed op in warmer water, terwijl de vraag naar zuurstof toeneemt door toename van algenbloei en mineralisatie van organisch stof. In extreme situaties (bijv. hittegolven) kan hierdoor sterfte optreden in de hogere niveaus van het voedselweb. Voorbeelden van massale sterfte, gerelateerd aan hittegolven zijn er m.b.t. de populaties van spiering en driehoeksmosselen in het IJsselmeer, beide belangrijke prooi-soorten voor watervogels.

Doordat water primair door instraling opwarmt, ontstaat in situaties met weinig waterbeweging (convectorie), zoals in de meren, een verticale temperatuurgradiënt. Die gaat gepaard met een dichtheidsgradiënt, die ervoor kan zorgen dat de onderlaag zich gaat onttrekken aan menging (stratificatie). In diepe putten (>20 meter) kan dat maanden duren, daarbuiten vaak maar een dag. Als die situatie langer aanhoudt, bijv. tijdens hittegolven of in dieper water, kan echter ook in ondieper water (5 meter) de zuurstofconcentratie in de onderlaag verder dalen, met een grotere kans op sterfte incidenten tot gevolg. Het ontstaan van een dichtheidsgradiënt is mede afhankelijk van de waterhoogte en de helderheid van het water (o.a. via diepte afhankelijke opwarming van sediment).

Een ander aspect is dat fluctuaties in temperatuur (dag-nacht ritmiek en verschillen tussen dagen) in de meren van boven naar beneden in de waterkolom sterk worden gedempt. Enerzijds betekent dit dat vissen en mobiele ongewervelden de meest extreme temperaturen kunnen mijden (waar de zuurstofbeschikbaarheid dat toelaat). Anderzijds betekent het dat, naar mate het water dieper is, de vervroeging van het voorjaar en verlenging van het groeiseizoen met minder fluctuaties gepaard gaat dan op land. Veranderingen van waterpeil hebben hier dus ook invloed op, en kennis van deze mechanismen kan dus worden ingezet om een balans te vinden tussen natuur, peilbeheer en klimaatverandering.

Relatie natuur, peil en klimaatverandering

De zeespiegelstijging heeft juist in de Waddenzee buiten de Afsluitdijk begin jaren 1990 een versnelling ondergaan. Combinatie met veranderingen in rivierafvoer zorgt zonder aanpassing van het peilbeheer en de afvoercapaciteit op termijn voor een autonome peilstijging in het IJsselmeergebied (onderzoek HKV; Botterhuis et al. 2024).

Peilstijging heeft effect op de ecologie via inundaties, negatief of positief afhankelijk van waterhoogte, frequentie en timing in relatie tot de gestelde natuurwaarden. Veel van de resterende buitendijkse oeverlanden liggen grotendeels enkele decimeters boven NAP, al snel een halve meter boven zomerstreefpeil. Recent aangelegde natuurontwikkelingsgebieden liggen vaak grotendeels vlak boven NAP en zijn dus kwetsbaarder voor peilverhoging.

Bepaalde natuurdoelen, zoals kievitsbloem hooilanden (IJsselmondingsgebied) of Noordse Woelmuizen (Friese waarden, Waterland), zijn gebaat bij enige inundatie. Andere worden erdoor bedreigd, bijvoorbeeld door areaalverlies van het habitat. Ook door de verzoeting of verrijking met voedingsstoffen die met inundatie gepaard gaat (waarden gerelateerd aan brak water, kwelwater of veenvorming) kunnen negatieve effecten hebben. Peilopzet in de loop van het broedseizoen kan daarbij zeer schadelijk zijn.

Fluctuaties in het winterpeil (in combinatie met uitzakkend peil richting nazomer) zijn gunstig voor de kwaliteit van oevermoerassen en daarmee ook voor moerasbroedvogels.

Broedvogels die op de grond nestelen of met kuikens die moeten foerageren in zeer ondiep water (Kluut) worden direct beïnvloed door peilverandering. Hoewel populaties van soorten van dynamische estuaria bestand zijn tegen wisselend broedsucces over de jaren, kan trendmatige toename van de kans op een slecht jaar (met inundaties in het broedseizoen) leiden tot populatie afname.

In het water betekent peilstijging in de zomer minder licht op de bodem voor waterplanten ("begroeibaar areaal" volgens de KRW tot 3 meter waterdiepte neemt af), hoewel dat deels gecompenseerd wordt door helderder water als gevolg van minder bodemopwerveling. Peilstijging in de winter betekent vergroting van de duikdiepte voor watervogels die op bodemfauna foerageren ("mosseleiders"), waardoor een deel van het voedsel niet meer bereikbaar is. De aantallen van enkele van die soorten liggen in de huidige situatie al ruim onder hun instandhoudingsdoel door andere oorzaken, zoals afname van de voedselrijkdom (bijv. Kuifeend).

Oplossingsrichtingen natuurwaarden

De natuur in het IJsselmeergebied, met name in de grote meren, is vooral gebaat bij het vergroten van habitatdiversiteit met een accent op ondiepten, kustmoerassen en (overstromings)grasland. Behoud en duurzame ontwikkeling van vooral nieuw aan te leggen areaal van de laatste twee habitattypen vraagt om een grotere peildynamiek dan in de huidige situatie.

Niet alle huidige, aangewezen natuurwaarden worden op dezelfde manier beïnvloed door peilstijging. Sommige doelsoorten zijn bijv. gebaat bij periodieke inundatie, sommige habitats en soorten juist niet. Bepaalde voedseltypen worden moeilijker bereikbaar, maar er ontstaat ook nieuw habitat. Ook andere gevolgen van klimaatverandering pakken verschillend uit per soort of habitat.

Oplossingen vergen dus enerzijds maatwerk, bijvoorbeeld in de vorm van compartimentering of suppleties. Anderzijds, waar dat niet mogelijk is, verkenning van binnendijkse oplossingen of zelfs evaluatie en heroverweging van doelen. Vanuit de ecologie zijn keuzes nodig doelen prioriteit moeten krijgen, mede op basis van kennis over de mogelijkheden om doelen klimaatbestendig te maken.

Ook het tijdsaspect is in dat verband van belang. Ten aanzien van de peilvarianten die in het kader van de herijking Deltaprogramma IJsselmeergebied zijn voorgesteld is in dit licht het onderscheid tussen korte en lange termijn effecten relevant, zeker in combinatie met natuurontwikkeling. Vooral bij de varianten met meer peilstijging zullen op korte termijn areaal verliezen optreden van oevergebonden habitats en de daarbij aangewezen natuurwaarden.

Op langere termijn kunnen daarbij echter nieuwe ondiepten ontstaan, terwijl er kansen zijn voor de ontwikkeling van duurzame, kwalitatief goede habitats rond en vlak boven de waterlijn. Dat geldt met name voor de varianten waarbij het winterpeil hoger wordt dan het zomerpeil, terwijl bij het instellen van marges rond het streefpeil beter kan worden geanticipeerd op de mogelijkheden voor uitzakkend peil in de zomer, in combinatie met extra watervraag in droge zomers. Volledige compensatie van verloren arealen zal echter ook hoge kosten met zich meebrengen.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	11
1.1	Aanleiding en context	11
1.2	Onderzoeksvragen	12
1.3	Aanpak	13
1.3.1	Kennisinventarisatie	13
1.3.2	Workshops	13
1.3.3	Rapportage	13
2	Peilverloop en natuur in het IJsselmeergebied	14
2.1	Natuurwaarden in het IJsselmeergebied	14
2.2	Waterdiepte en aquatische natuurwaarden	14
2.2.1	Waterplanten	14
2.2.2	Duikdiepte en nek lengte watervogels	18
2.2.3	Stratificatie	20
2.3	Fluctuaties: Natuurlijk peil en moeraskwaliteit	21
2.3.1	Zuiderzee en Friese boezem	21
2.3.2	Buitenlandse referentiegebieden	22
2.3.3	Betekenis voor habitatdiversiteit en -kwaliteit	23
2.4	Huidig peilbesluit	23
2.4.1	Fixatie (marges) en omkering natuurlijk peil	23
2.4.2	Resterende dynamiek (scheefstand)	25
2.4.3	Praktijkvoorbeelden van effecten peilopzet binnen de bandbreedte (Marker Wadden)	26
2.5	Buitendijks land en inundaties	28
3	Autonome ontwikkelingen klimaat (en natuur) IJsselmeergebied	31
3.1	Het wordt warmer	31
3.1.1	Opwarming op wereldschaal	31
3.1.2	Opwarming in Nederland	31
3.1.3	Opwarming in het IJsselmeergebied	32
3.1.3.1	Lucht- en watertemperatuur	32
3.1.3.2	Meer westenwind	34
3.2	Het wordt natter, het wordt droger	34
3.2.1	Neerslag en verdamping	34
3.2.1.1	Rivieraanvoer en watervraag	35
3.2.2	Wateraanvoer	35
3.2.2.1	Rivierdebieten	35
3.2.2.2	Landbouwgebieden	37
3.3	De zeespiegel stijgt	37
3.4	Klimaatverandering en natuur	42
3.4.1	Watertemperatuur	42
3.4.1.1	Zuurstofbeschikbaarheid	43

3.4.1.2	Algen en waterplanten	45
3.4.1.3	Waterfauna	45
3.4.1.4	Diversiteit en natuurdoelen	46
3.4.2	Wind	47
3.4.3	Zout indringing en zoet water uitstoot	47
3.4.4	Overige klimaatfactoren: verzuring	47
3.5	Klimaatverandering en peil	47
3.5.1	Autonome peilverandering	47
3.5.2	Verblijftijd	48
4	Interactie tussen klimaateffecten op natuur en peil en effect op gebiedsopgaven	49
4.1	Interacties natuur, peil en klimaat	49
4.1.1	Diep open water	49
4.1.1.1	Stratificatie en micro-stratificatie	49
4.1.1.2	Start en lengte groeiseizoen	50
4.1.2	Oeverzones: scheefstand en golfaanval	52
4.1.2.1	Oevervegetatie en buitendijks land: inundaties	54
4.1.3	Connectiviteit	59
4.1.3.1	Zoet water Waddenzee	59
4.1.3.2	Extra Spuicapaciteit Afsluitdijk.	60
4.1.3.3	Natuurgebieden omliggende regio's.	60
4.2	Relatie met gebiedsopgaven	61
4.2.1	Kaderrichtlijn Water	61
4.2.1.1	Waterkwaliteit en plankton	63
4.2.1.2	Vegetatie	63
4.2.1.3	Macrofauna en vis	65
4.2.2	Natura 2000	65
4.2.2.1	Natura 2000 habitats	65
4.2.2.2	Natura 2000 Habitatrichtlijnsoorten	68
4.2.2.3	Natura 2000 Broedvogels	69
4.2.2.4	Natura 2000 Niet-broedvogels	72
4.2.3	Programmatiese Aanpak Grote Wateren	75
4.3	Effectschetsen per DPIJ strategie	75
4.3.1	Voortzetten huidige beheersing	75
4.3.1.1	Huidig peilbeheer handhaven door vergroten afvoercapaciteit Afsluitdijk	75
4.3.2	Beheerst bufferen	77
4.3.2.1	Beperkt vergroten zoetwaterbuffer van 20 naar 30 cm	78
4.3.2.2	Vergroten buffer van 20 naar 50 cm	78
4.3.3	Meestijden met de zeespiegel	78
4.3.3.1	Beperkt verhogen winterpeil met 15 cm	78
4.3.3.2	Verhogen winterpeil met 30 cm	79
4.3.3.3	Verder verhogen winterpeil met 50-100 cm	79
4.3.4	Ruimte voor de meren	79
4.3.4.1	Beperkt verhogen winterpeil met 15 cm, buffer zomer van 20 naar 30 cm	79
4.3.4.2	Beperkt verhogen winterpeil met 15 cm, buffer zomer van 20 naar 50 cm	79
4.3.4.3	Verhogen winterpeil met 30 cm, buffer zomer van 20 naar 30 cm	79
4.3.4.4	Verhogen winterpeil met 30 cm, buffer zomer van 20 naar 50 cm	80
4.3.4.5	Verder verhogen winterpeil met 50-100 cm, buffer zomer naar 50-100 cm	80
5	Oplossingsrichtingen	81
5.1	Startpunt: aanpak huidig spanningsveld peilbeheer - natuur	81

5.1.1	Inrichting en robuustheid ecosystemen (PAGW)	81
5.1.1.1	Waterkwaliteit	82
5.1.1.2	Dynamiek en diversiteit	82
5.1.1.3	Connectiviteit	83
5.2	DPIJ scenario's, natuurdoelen en ecologische veerkracht	84
5.2.1	Seizoensgebonden peil	84
5.2.2	De huidige natuurdoelen	85
5.2.3	Verschillen per compartiment, relatie binnendijkse gebieden	85
5.3	Aanvullende klimaataanpak	87
5.3.1	Inzetten op beperking stratificatie	87
5.3.2	Vergroten helderheid via voortzetting eutrofiëringsaanpak	87
5.3.3	Inzetten op beperking opwarming via beschaduwing (water- en oeverplanten, bomen)	87
5.3.4	Inzetten op CO ₂ opslag via wortelende planten en reductie methaan emissie	88
6	Referenties	89
A	Bijlage I: Hoogteligging buitendijks land	91
B	Bijlage II: Notities workshop 20 november 2024	95
C	Bijlage III: Notities workshop 26 maart 2025	100
D	Bijlage IV: Schema t.b.v. Oplossingsrichtingen	106

1 Inleiding

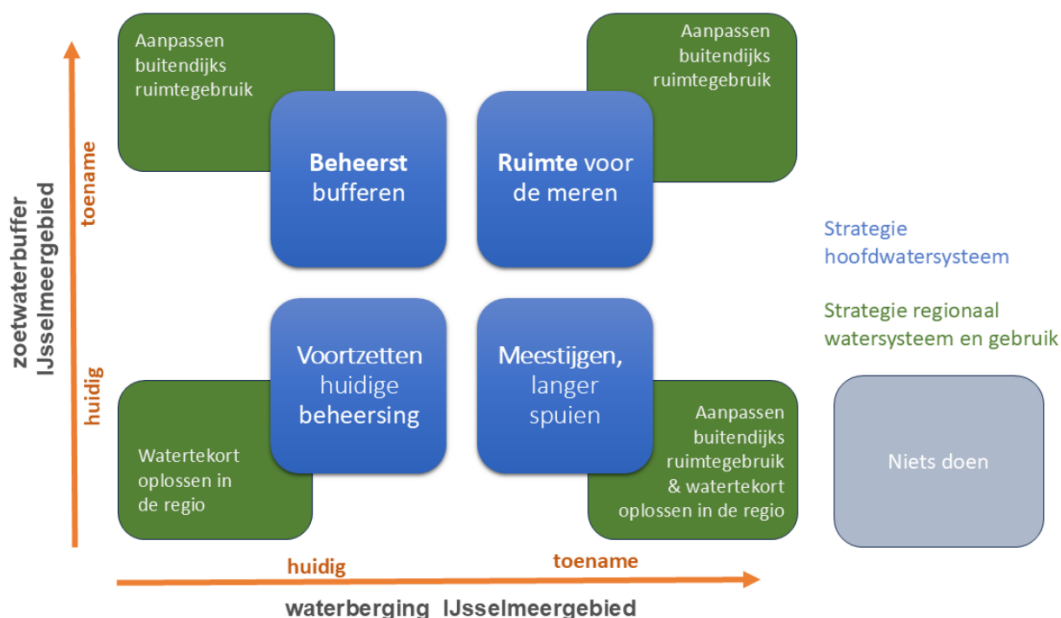
1.1 Aanleiding en context

Het IJsselmeergebied is in diverse opzichten de spil van de Nederlandse waterhuishouding. Het Deltaprogramma IJsselmeergebied (DPIJ) en de Deltabeslissing IJsselmeergebied zijn dan ook belangrijke onderdelen van de uitvoering van het Nationaal Deltaprogramma.

DPIJ helpt de robuustheid van Nederland tegen de gevolgen van klimaatverandering waarborgen, door middel van het handhaven van waterveiligheid en het garanderen van voldoende zoetwater. De Deltabeslissing IJsselmeergebied speelt hierbij een belangrijke rol voor alle gebieden die vanwege hun zoetwatervoorziening of waterveiligheid een relatie hebben met het IJsselmeergebied. Deze Deltabeslissing wordt in 2026 herijkt. Daarbij wordt opnieuw bepaald of het gemiddelde winterpeil in het IJsselmeergebied in de toekomst beperkt mee gaat stijgen met de zeespiegel en of de bandbreedte van de zomerstreefpeilen wordt vergroot.

Als ondersteuning wordt een Syntheserapport opgesteld. Het resultaat van de bouwsteen 'Natuur, peilbeheer en klimaatverandering' zal worden opgenomen in dat Syntheserapport. Voor de onderbouwing van de noodzaak tot een eventuele herijking is het namelijk ook van belang dat de relatie tussen het waterpeil van het IJsselmeergebied, natuur en de voorziene gevolgen van klimaatverandering inzichtelijk wordt gemaakt. Het draaien aan de knop van het peil heeft immers invloed op de samenhang tussen deze relaties. Dit rapport beschrijft die relatie.

Een van de handvaten daarvoor is het overzicht met de vier strategieën en bijbehorende opties voor peilverloop dat binnen DPIJ is voorgesteld in december 2024 (figuur 1.1).



Figuur 1.1. Overzicht van DPIJ strategieën (Deltaprogramma IJsselmeergebied 2024).

1.2 Onderzoeksvragen

Binnen het project Natuur, Peilbeheer en Klimaatverandering is invulling gegeven aan de gelijknamige bouwsteen voor het Syntheserapport ten behoeve van de herijking. Het project omvatte de volgende onderdelen:

- Het schetsen van de huidige situatie en autonome ontwikkeling van klimaatverandering met betrekking tot het IJsselmeergebied, in het licht van de opgaven uit het Deltaprogramma (prognoses tot 2050 (/2100).
 - Wat zijn de autonome gevolgen (die onafhankelijk van onze invloed plaats zullen vinden) van klimaatverandering voor de huidige natuur in het IJsselmeergebied?
 - Wat zijn de autonome gevolgen (die onafhankelijk van onze invloed plaats zullen vinden) van klimaatveranderingen voor het huidige peilbeheer en peilverloop in het IJsselmeergebied?
- Het in kaart brengen van de interacties tussen natuur, klimaatverandering en peilbeheer en het effect daarvan in het licht van de prognoses en de beheersopties
 - Op welke manier beïnvloeden de gevolgen van klimaatveranderingen, natuur en peilbeheer uit stap 1 elkaar?
 - Wat zijn de gevolgen (positief/ negatief) voor natuur van de beleidsopties voor het toekomstig peilbeheer in het IJsselmeergebied voor de zomer en winterperiode?
- Het opstellen van een doorkijk naar oplossingsrichtingen

1.3 Aanpak

De aanpak van het project Natuur, Peilbeheer en Klimaatverandering is gericht op de in paragraaf 1.2 genoemde onderzoeksvragen. De beantwoording van deze vragen steunt op kennisinventarisatie en consultatie van beheers instanties middels een tweetal workshops. De keuzes omtrent de verhouding tussen deze onderdelen zijn gemaakt in overleg met de Begeleidingsgroep Bouwsteen Natuur, Peilbeheer en Klimaat met daarin de volgende personen:

- Ton de Vrieze (RWS Midden Nederland, opdrachtgever)
- Eva Ruiter (Wetterskip Fryslan)
- Gerben Kalkman (Landschap Noord-Holland)
- Kevin Verdel (Ministerie van LNV)
- Remmelt Scheringa (Provincie Drenthe)
- Laura Tack (RWS WVL, tot mei 2025)
- Madeleine den Hartog (RWS Midden Nederland)
- Paul van Veen (RWS Midden Nederland)
- Koen Kaffener (DGWB)
- Judith Zomer (RWS Midden Nederland)

1.3.1 Kennisinventarisatie

De basis van dit project bestaat uit het verzamelen van beschikbare kennis over ecologische effecten van klimaatverandering in het IJsselmeergebied en een verkenning van de relatie met waterpeil en peilfluctuaties. Deze kennis is voor een groot deel afkomstig uit de Klimaatscan Grote Wateren die in 2019 in opdracht van RWS door Deltares is opgeleverd (Noordhuis et al. 2019) en de update die daarvan in het kader van RWS (LIFE-IP) project KAKATOE wordt gemaakt (op te leveren in 2025). De kennis die hiervoor is verzameld, is aangevuld met analyses met behulp van KNMI en RWS data (MWTL).

1.3.2 Workshops

Met behulp van deze kennis inventarisatie is op 20 november 2024 te Biddinghuizen een workshop gehouden met inbreng van deelnemers van diverse instanties met een binding met het beheer van de wateren van het IJsselmeergebied. Deze workshop was met name bedoeld voor het ophalen van kennis van deelgebieden en relevante problematiek bij deze instanties.

Op 26 maart 2025 heeft te Lelystad een tweede workshop plaatsgevonden met genodigden vanuit grotendeels dezelfde groep van instanties. In deze workshop lag het accent op het bespreking van effecten van de verschillende DPIJ-scenario's op onder meer de natuurdoelen, en van de oplossingsrichtingen.

1.3.3 Rapportage

Het eindproduct is de onderhavige rapportage, bedoeld als bouwsteen voor de Herijking van het Deltaprogramma IJsselmeergebied. In dit rapport zijn de bovengenoemde onderdelen samengevat en zijn de bevindingen gekoppeld aan de natuurdoelen en aan de afzonderlijke DPIJ-scenario's met betrekking tot peilaanpassing. Tenslotte worden de oplossingsrichtingen besproken en worden de openstaande vragen belicht en opties voor vervolgstudie gegeven. In het rapport wordt ook de oogst van de beide workshops gebruikt. Een weerslag van deze oogst wordt aan het rapport toegevoegd in de vorm van twee bijlagen.

2 Peilverloop en natuur in het IJsselmeergebied

2.1 Natuurwaarden in het IJsselmeergebied

De natuurwaarden van het IJsselmeergebied kunnen grofweg worden verdeeld in gemeenschappen die in de waterkolom en op de waterbodem leven en natuurwaarden die zijn gebonden aan de oeverzones. Een deel van die waarden is beschermd, bijvoorbeeld in het kader van Natura 2000, meer indirect ook via de Europese Kaderrichtlijn water. In het water gaat het bijvoorbeeld om gemeenschappen van waterplanten (kranswieren en fonteinkruiden), enkele vissoorten en vooral watervogels. In de oeverzones gaat het om moerasgemeenschappen, enkele zoogdieren (noordse woelmuis, otter, meervleermuis) en broedvogels. In hoofdstuk 4 zijn de natuurdoelen meer specifiek uitgewerkt.

Het waterpeil en het verloop daarvan staat op verschillende manieren in verband met de natuurwaarden en de natuurkwaliteit in het IJsselmeergebied. Dat betreft enerzijds directe relaties met waterhoogte c.q. diepte, anderzijds de fluctuaties in waterstanden en de interactie met de oeverzones. Relevante relaties met peil en peilfluctuaties zijn:

Onder water:

1. Diepte en de hoeveelheid licht op de bodem voor waterplanten.
2. Duikdiepte voor bodemfauna-etende watervogels.
3. Foerageerdiepte voor niet-duikende watervogels.
4. Diepte en kans op gelaagdheid en zuurstoftekort.

Oeverzones:

5. Fluctuaties in waterpeilen en het seizoenspatroon daarvan hebben effect op de oeverzones, de interacties tussen diepte- en hoogtezones en de kwaliteit van oevermoerassen.
6. Inundaties met effect op broedvogels met grondnesten of foeragerende kuikens.

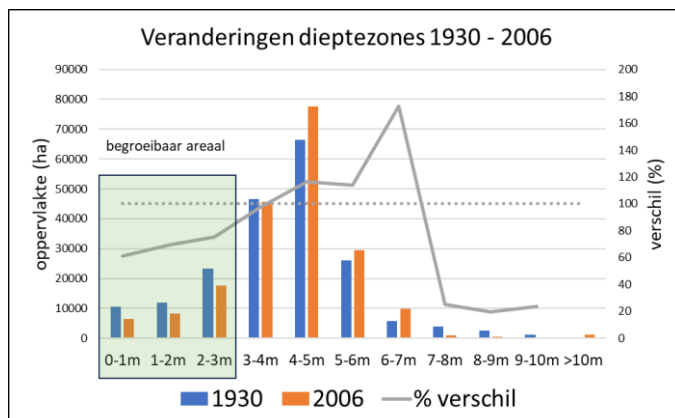
2.2 Waterdiepte en aquatische natuurwaarden

2.2.1 Waterplanten

Waterplanten hebben in het voorjaar een zekere hoeveelheid licht op de bodem nodig om te ontkiemen. Afhankelijk van de soort moet ongeveer 1-10% van het invallende licht de bodem bereiken. Die hoeveelheid is afhankelijk van de diepte en van de helderheid van het water. In het IJsselmeergebied behoren het IJsselmeer en het Markermeer tot het watertype M21 (grote diepe gebufferde meren) en de randmeren tot type M14 (ondiepe, matig grote, gebufferde plassen). Voor beide typen geldt de zone tot 3 meter diepte als begroeibaar areaal (Pot 2012). Op basis van het zomerstreefpeil bij beoogd peil onder normale omstandigheden betreft dit dus de zone van -0,2 tot -3,2 meter NAP in IJsselmeer en Markermeer en van -0,05 tot -3,05 meter NAP in de Veluwerandmeren. Er zijn geen eisen voor de relatieve omvang van dit areaal binnen de KRW-systematiek. De beoordeling op de maatlat macrofyten betreft de gemiddelde dichtheid binnen dit areaal. Wel worden bijv. binnen de PAGW-streefwaarden gebruikt voor het relatieve areaal.

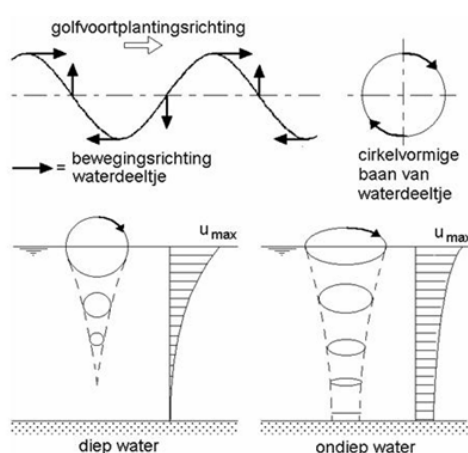
Van het huidige wateroppervlak in het IJsselmeergebied (inclusief randmeren ca. 200.000 ha) lag in 1930 ongeveer 46.000 ha van de waterbodem, oftewel 23%, in deze dieptezone. In 2006 was dat als gevolg van erosie van ondiepten nog 32.000 ha (16%).

Met name verdieping van het huidige Markermeer-IJmeer en verdieping van de oude geulen in het IJsselmeer valt op, die zich waarschijnlijk grotendeels voor 1975 (aanleg dijk Enkhuizen-Lelystad) heeft afgespeeld. Beperkte veranderingen van het gemiddelde peil hebben een direct effect op het begroeibare areaal voor waterplanten, doordat areaal rond het huidige peil door erosie en verlanding is ondervertegenwoordigd (figuur 2.1).



Figuur 2.1. Diepteverdeling van het huidige watergebied van het IJsselmeergebied in 1930 en in 2006, met accent op veranderingen in het begroeibare areaal voor waterplanten (KRW; naar Sterk 2010).

Verandering van diepte heeft echter ook effect op de helderheid van het water, omdat de golfwerking op de bodem eveneens verandert (zie ook box 1). De energie van de golven en de erosie die ze eventueel veroorzaken hangen af van de windsnelheid, de duur van de windwerking, de strijklengte (afstand tot de kust in de windrichting) en de diepte. Onder de golven maken de watermoleculen een cirkelvormige, of in ondiep water een ellipsvormige beweging (orbitaalbeweging). In principe keert een watermolecuul in de loop van de golfperiode terug op zijn punt van oorsprong, en wordt op dat moment onderdeel van de volgende golf. De amplitude (energie) van deze beweging is afhankelijk van de golfhoogte, maar neemt ook af met toenemende diepte. De energie is bij de bodem uitgedoofd als de diepte groter is dan de helft van de golflengte (figuur 2.2). De golflengte wordt groter met de windsnelheid en met de strijklengte, dus de afstand tot de kust in de richting waar de wind vandaan komt. Door de orbitaalbeweging ontstaat stroming die in de golfperiode telkens geheel omkeert (kustwaarts onder de kam, terug onder de trog), de orbitaalstroming. Grote ondiepe meren zijn gevoeliger voor erosie door golven dan door wind geïndiceerde stroming, met name ondieptes aan lagerwal. In dergelijke wateren is de erosie door golfwerking meestal veel sterker dan die van door wind geïndiceerde stroming.



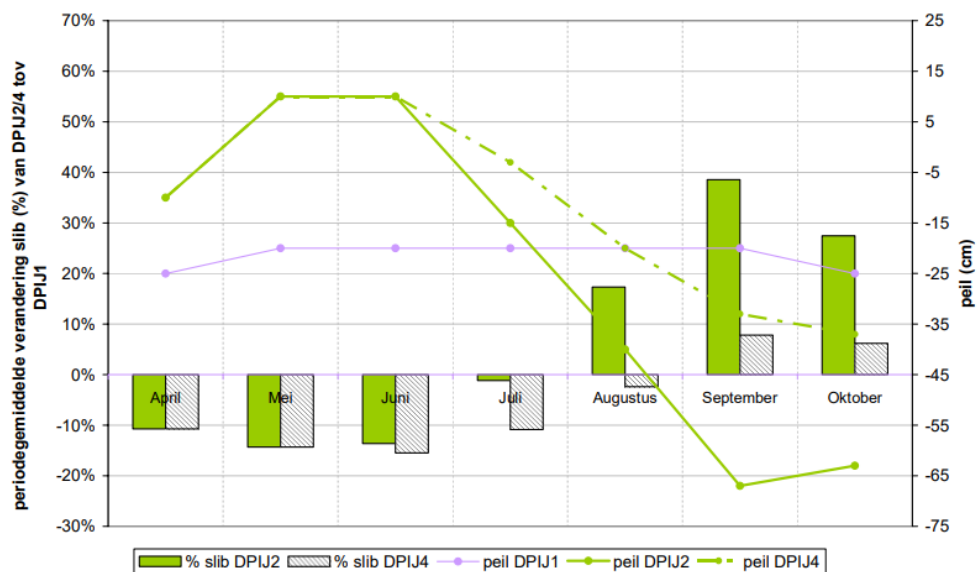
Figuur 2.2. Orbitaalbewegingen van waterdeeltjes onder golven en het effect van diepte op golfkracht en bodemerosie.

Met betrekking tot de hoeveelheid licht die op de bodem valt voor de ontkieming van waterplanten heeft peilverhoging dus twee tegengestelde effecten: minder licht op de bodem door dieper water, maar in ondiep water ook helderder water door beperking van resuspensie van sediment. Afhankelijk van de lokale omstandigheden kan een deel van het verlies van areaal voor planten bij peilverhoging dus worden gecompenseerd door toename van de helderheid. Dit is in box 1 verder uitgewerkt.

Box 1: Peil en lichtbeschikbaarheid in het Markermeer

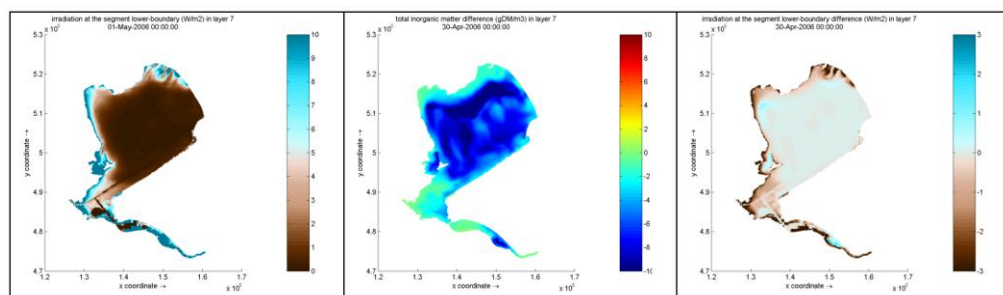
In het kader van de lange termijn peilontwikkeling voor het IJsselmeergebied zijn in 2011 al peil strategieën door het programmabureau DPIJ bepaald. Voor het Markermeer is destijds met behulp van de toenmalige versie van het slibmodel (Van Kessel et al. 2009) onderzocht welke invloed deze peilverandering zouden hebben op de slibdynamiek (Boderie 2012). De resultaten daarvan indiceerden een duidelijke relatie:

- Een peilverhoging van 30 cm in het voorjaar geeft een verlaging van 10 tot 15% in het gemiddelde slibgehalte in het groeiseizoen.
- Een peilverlaging van 40 cm door uitzakken tot -65 cm NAP in de nazomer leidt tot een verhoging van de slibgehalten met 40%.



Bestaand peilverloop (DPIJ1, roze) en twee peilscenario's (DPIJ 2 en 4) voor het Markermeer in de maanden april t/m oktober en de berekende effecten van de laatste twee op de concentratie zwevend stof (% toename t.o.v. DPIJ1). Uit Boderie 2012.

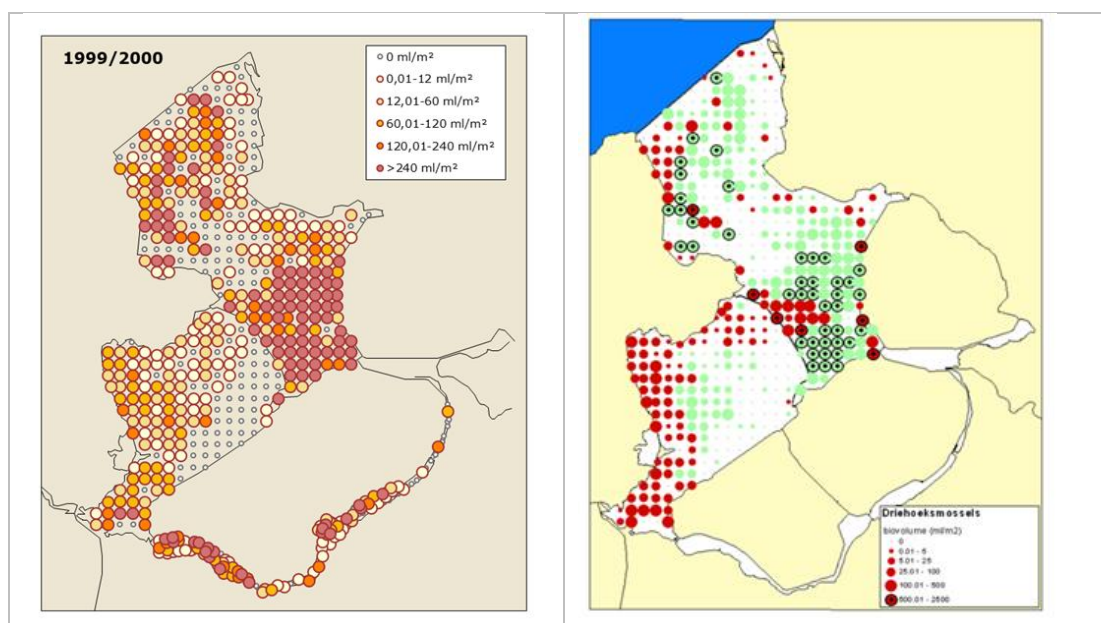
Deze resultaten laten zien dat in ondiepe gebieden lichtverlies op de bodem door peilverhoging voor een deel wordt gecompenseerd door afname van slibconcentraties. Ruimtelijke uitwerking laat zien dat door de combinatie van de twee effecten bij peilverhoging in het voorjaar met 30 cm de hoeveelheid licht op de bodem in de begroeibare zone iets afneemt (tot 5%).



2.2.2 Duikdiepte en nek lengte watervogels

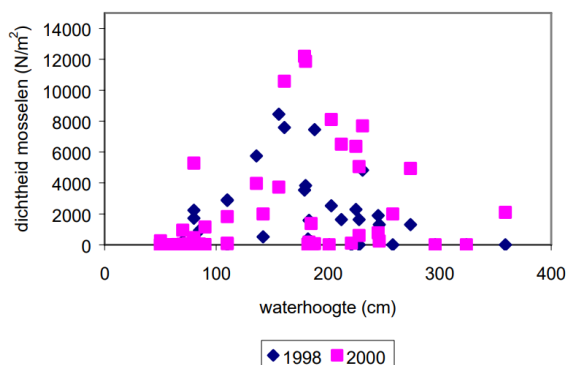
Het IJsselmeergebied is van groot belang voor watervogels die gebruikmaken van het voedselaanbod van onder meer vis, ongewervelden en waterplanten. Veel van die vogels foerageren op voedsel dat zich onder water bevindt. In hoeverre dat bereikbaar is, is afhankelijk van het duikvermogen van de betreffende soort, en als dat ontbreekt van de nek lengte. Als het gaat om voedsel dat zich in of op de bodem bevindt of in de bodem wortelt (waterplanten), dan is die bereikbaarheid dus ook afhankelijk van de waterhoogte.

Duikende vogels, zoals diverse soorten eenden die mosselen van de bodem eten, kunnen een zekere diepte overbruggen. Omdat duiken energie kost, vooral als het water in de winter koud is, is er een maximum diepte, waarboven de duikkosten niet meer opwegen tegen de energie die is te onttrekken aan het opgedoken voedsel (mede afhankelijk van de voedingswaarde van de voedselsoorten en de dichtheid waarin die voorkomen). Op basis van onderzoek aan mosseletende eenden in het IJsselmeergebied (De Leeuw 1997; De Leeuw & Van Eerden 1995; Van Eerden et al. 2005, figuur 2.3) is deze diepte begin jaren 1990 vastgesteld op ca 4,5 meter in het IJsselmeer en 4 meter in het Markermeer (lagere kwaliteit mosselen). Verandering van het peil hebben effect op het deel van de populatie bodemdieren die als voedsel beschikbaar is.



Figuur 2.3. Voorbeeld van gridkartering van Driehoeksmosselen in 1999/2000 in het gehele IJsselmeergebied (links; Noordhuis 2010) en van koppeling van dichtheden met bereikbaarheid voor duikenden (rechts; rood is beschikbaar, groen/grijs niet. Uit Van Eerden et al. 2005).

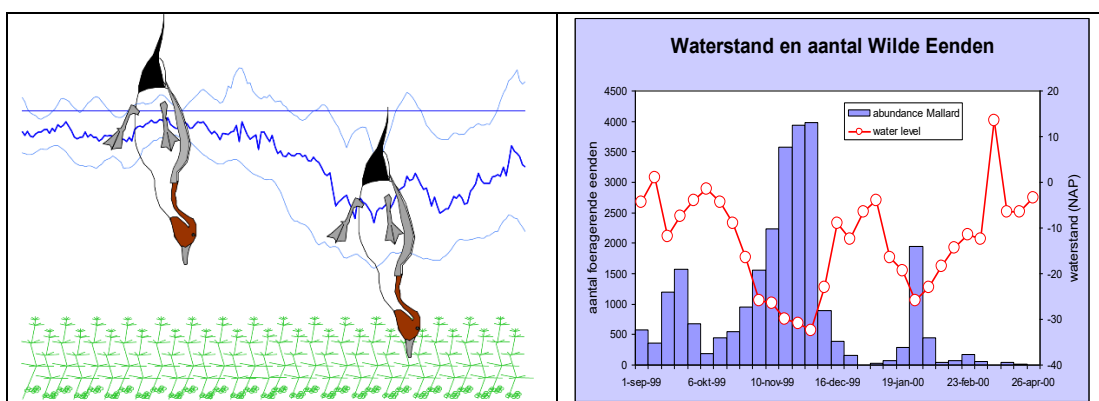
In de randmeren komen de mosselen (noodgedwongen) op geringere diepte voor (figuur 2.4), waardoor het effect van peilverhoging niet zo groot is als in de grote meren. Alleen voor de Meerkoet, die tot ongeveer 2,5 m diepte duikt, is er mogelijk wat effect, maar dit is een omnivoor die ook op planten foerageert.



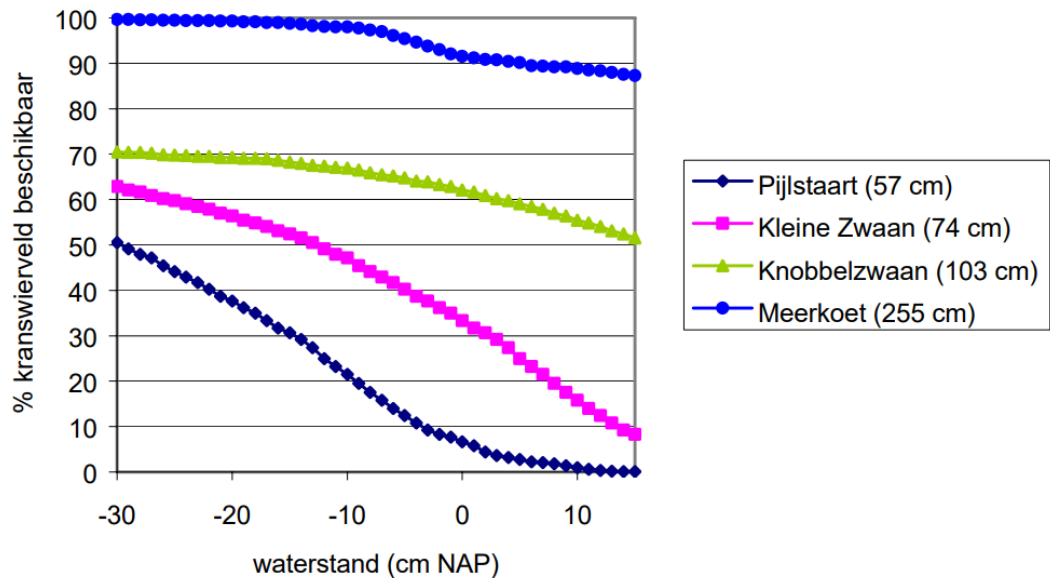
Figuur 2.4. Verband tussen de dichtheid van Driehoeksmosselen in Veluwemeer en Wolderwijd (totale dichtheid, incl. mosselen <7 mm) en de waterdiepte tijdens de karteringen.

Watervogelsoorten die mosselen eten, zijn niet allemaal even sterk afhankelijk van deze voedselbron. Alternatiever voedselbronnen als andere macrofaunasoorten en planten zijn toegenomen en belangrijker geworden, ook omdat de kwaliteit van de mosselen is verslechterd (groeï en vleesinhoud is afgenomen met de afname van de eutrofiering). Veel van die alternatieve prooien zijn echter gekoppeld de begroeide ondiepten en dus aan het begroeibaar areaal, dat bij peilverhoging ook afneemt.

In het IJsselmeer en Markermeer gaat het door de ondervertegenwoordiging van zeer ondiep water tot voor kort vooral om duikende watervogels, weerspiegeld in de soortverdeling van de instandhoudingsdoelen. In de randmeren is veel meer zeer ondiep water met waterplanten (kranswieren) aanwezig, waar ook ruimte is voor onder meer watervogels die grondelend hun voedsel verzamelen, zoals zwanen en zwemeenden. Het areaal dat beschikbaar is hangt dan af van de nek lengte. Daardoor is de samenstelling van de vogelgemeenschap sterk gerelateerd aan de waterhoogte en leidt peilstijging tot sterke veranderingen in die gemeenschap (en de haalbaarheid van de doelen). In figuur 2.5 is dit verbeeld voor Pijlstaarten die grondelend op kranswier foerageren en door een actuele, directe relatie tussen fluctuaties in de waterstand in het Veluwemeer en het aantal aanwezige Wilde Eenden die op waterplanten foerageerden. Figuur 2.6 laat zien, op basis van veldwaarnemingen, hoe Pijlstaart en Kleine Zwaan (kortere nek dan Knobbelzwaan) uit het gebied verdwijnen als het peil stijgt in de richting van 10 cm boven NAP. De Meerkoet duikt tot ongeveer 2,5 meter en laat daardoor relatief weinig effect zien (Noordhuis et al. 2000, Noordhuis 2001).



Figuur 2.5. Plantenetende grondeleenden en fluctuaties in de waterstand in de Veluwerandmeren. Links impressie van kranswieren die al dan niet bereikbaar zijn in relatie tot de waterhoogte. Rechts het aantal aanwezige Wilde Eenden in het Veluwemeer in combinatie met actuele fluctuaties in het Veluwemeer, september 1999 – april 2000 (R. Noordhuis, RIZA presentatie "Verhoging van zomerpeil en natuurwaarden", okt. 2008).



Figuur 2.6. Relatie tussen de waterstand en het percentage van het totale kranswierveld dat voor Pijlstaart, Kleine Zwaan, Knobbelzwaan en Meerkoet beschikbaar is bij de tussen haakjes aangegeven maximum bereikbare diepte. Veluwemeer, volgens kranswier verspreiding in 1999. Uit Noordhuis 2001.

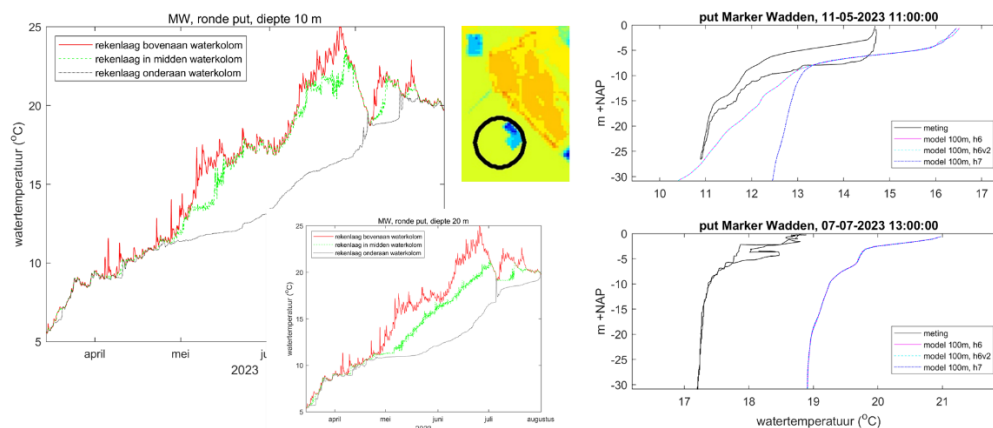
Sommige van de aanwezige vogelsoorten zullen niet of niet alleen reageren op verlies van het huidige habitat, maar juist of ook op de ontwikkeling van nieuwe kansen. Soms is dat specifiek een pioniersituatie, bijvoorbeeld door zaadzetting van pionierplanten die na grote veranderingen tijdelijk (gedurende enkele jaren) massaal kunnen optreden, zoals meldes, goudzuring of blaartrekkende boterbloem. De Wintertaling als zaadeter laat vaak grote aantallen zien in zo'n periode. Dit geldt ook voor sommige broedvogels, vooral als tijdelijk kale grond beschikbaar komt.

2.2.3 Stratificatie

Zowel veranderingen in waterdiepte als in watertemperatuur hebben effecten op de kans op het optreden van stratificatie in het IJsselmeergebied. Stratificatie ontstaat als onder invloed van opwarming van het bovenste deel van de waterkolom door instraling verschillen in dichtheid ontstaan (dichtheid van warm water is lager). Een dichtheidsgradiënt kan zodanig sterk worden dat het onderste, koelere deel van de waterkolom niet meer mee mengt. Er ontwikkelt zich dan een grenslaag (thermoclyne) waaronder het water in effect stil staat. In deze onderlaag kan door zuurstofverbruik bij afbraak van organisch materiaal op termijn zuurstoftekort ontstaan.

Er zijn twee typen stratificatie in het IJsselmeergebied. Langdurige stratificatie, die enkele weken tot maanden kan aanhouden, komt alleen voor in de diepere delen, met name in putten met een diepte van meer dan 20 meter, zoals zandwinputten en de diepere slibvangputten van Marker Wadden (zie voorbeeld metingen en modelstudie Noordhuis et al. 2024, figuur 2.7).

Het tweede type ontwikkelt zich op warme, windarme dagen in het zomerhalfjaar op beperkte diepte (orde grootte 5 meter). Deze "dagstratificatie" wordt meestal 's avonds weer opgeheven. Tijdens hittegolven kan de stratificatie ook op deze diepte enkele dagen in stand blijven, waarbij ook hier in de onderlaag afname van zuurstofconcentraties op kan treden. Door klimaatverandering wordt de kans op zulk aanhouden groter, en wordt ook het seizoen waarin deze omstandigheden kunnen optreden langer.



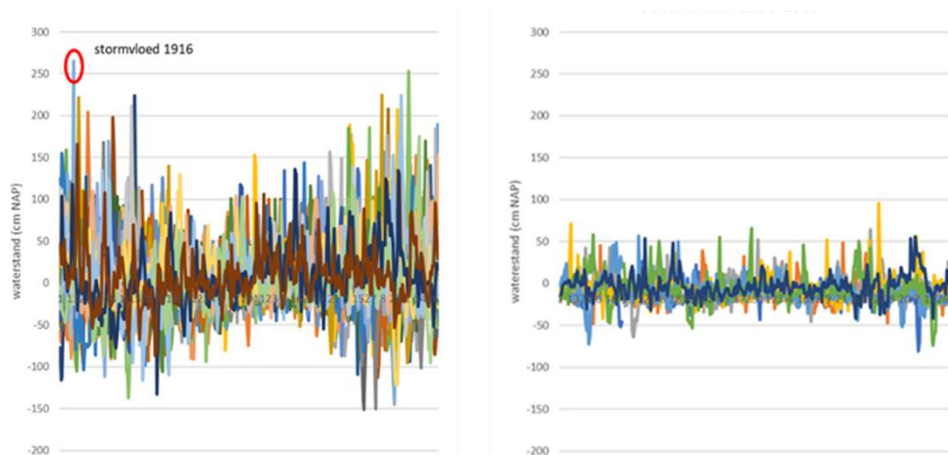
Figuur 2.7. Voorbeeld van onderzoek aan stratificatie in diepe putten in het Markermeer. Links modelresultaten van het verloop van watertemperatuur door het seizoen op drie diepten in een hypothetische slibvang/zandwinput bij Marker Wadden. Rechts modelresultaten en validatiemetingen van het verticale temperatuurverloop in een van de werkelijke putten. Uit Noordhuis et al. 2024.

2.3 Fluctuaties: Natuurlijk peil en moeraskwaliteit

Wat het natuurlijke peilverloop zou zijn voor de meren van het IJsselmeergebied is lastig vast te stellen omdat de meren van oorsprong onderdelen zijn van een estuarium of binnensee, met een combinatie van getij, opstuwing en rivierdynamiek, elk met eigen seizoensdynamiek. De natuurlijke peildynamiek die hoort bij meren van de dimensies van de wateren van het IJsselmeergebied moet dus vooral indirect worden vastgesteld. Behulpzaam daarbij zijn het seizoensverloop van de aanvoer van de rivieren, historische gegevens over het peilverloop in de Friese boezem (Claassen 2008) en peilverloop in vergelijkbare meren. Daarbij wordt vaak het Peipsi meer op de grens van Estland en Rusland gebruikt (Van Eerden et al. 2007).

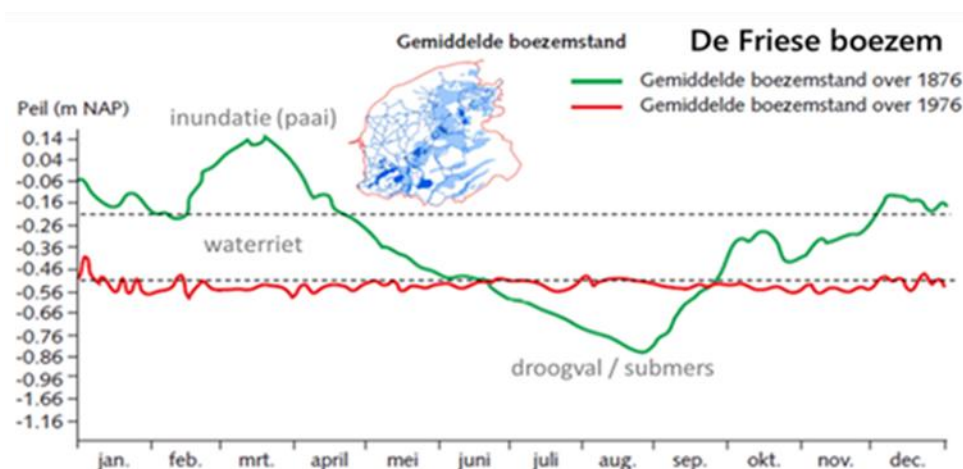
2.3.1 Zuiderzee en Friese boezem

De Zuiderzee was onderhevig aan getij, waarvan de amplitude in zuidelijk richting afnam tot enkele decimeters. Daarbij kwam een variabele mate van opstuwing, afhankelijk van de wind. Tenslotte was er de dynamiek van de IJssel. In het IJsselmondingsgebied kwamen die factoren samen. Bij Genemuiden bedroeg de totale amplitude van de waterhoogten in de winter daardoor ongeveer vier meter, in de zomer afnemend tot anderhalf of twee meter (figuur 2.8). Na de afsluiting bleef daar jaarrond ongeveer een meter tot anderhalve meter van over. De aanleg van de polders en tenslotte de balgstuw en bypass Kampen betekenden een verdere reductie van peilfluctuatie in dit deel van het gebied.



Figuur 2.8. Peilverloop bij Genemuiden in afzonderlijke jaren, in de Zuiderzee voor 1932 (links) en in de eerste tien jaar daarna (rechts). Data Rijkswaterstaat.

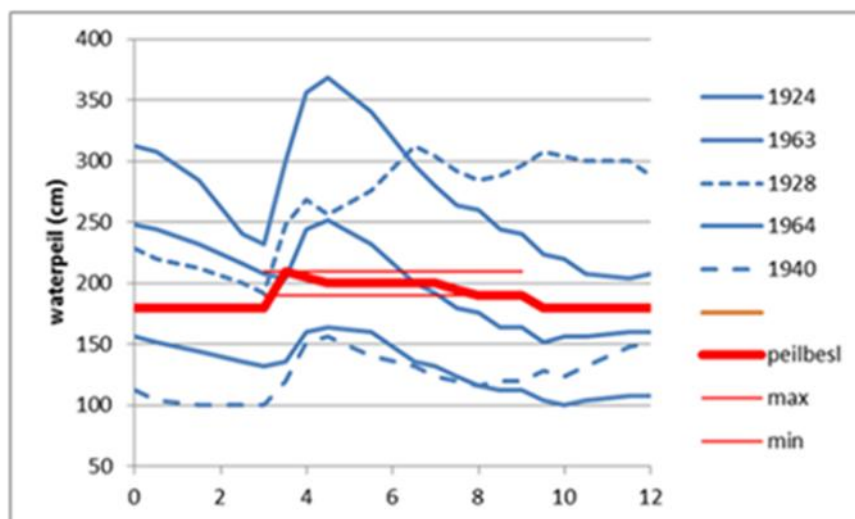
De Friese boezem, waarvan het peil tegenwoordig jaarrond op -52 cm NAP wordt gehandhaafd, kende 120 jaar geleden seizoensgebonden fluctuaties met een piek in maart van gemiddeld +15 cm NAP, uitzakkend naar een nazomerpeil (eind augustus) van gemiddeld ongeveer -80 cm NAP, dus een amplitude van bijna een meter (figuur 2.9). Dit verloop is enigszins vergelijkbaar met het seizoenspatroon van de afvoer van de IJssel, en zou de peildynamiek van een natuurlijk meer in dit gebied kunnen benaderen.



Figuur 2.9. Peilverloop in de Friese boezem in 1896 en het verloop honderd jaar later (Claassen 2008).

2.3.2 Buitenlandse referentiegebieden

Het Peipsi meer op de grens tussen Estland en Rusland heeft nog steeds een natuurlijke inrichting en een min of meer natuurlijk peilverloop, en is qua dimensies vergelijkbaar met het IJsselmeer en Markermeer. Het peilverloop en de amplitude zijn vergelijkbaar met die van de Friese Boezem in het verleden (1876; figuur 2.9), met ongeveer een halve meter in droge jaren, tot anderhalve meter in natte jaren. Daarbij verschilt het gemiddelde peil tussen droge en natte jaren nog eens met ruim een meter. De voorjaarspiek valt hier later in het seizoen, in overeenstemming met de meer noordelijke ligging. In figuur 2.10 is deze variatie vergeleken met het seizoensverloop van de streefpeilen in het geldende peilbesluit voor het IJsselmeer.



Figuur 2.10. Selectie van het seizoensverloop van het waterpeil in het Peipsi-meer in Estland in natte, gemiddelde en droge jaren (blauw), vergeleken met het verloop volgens het peilbesluit in het IJsselmeer (rood; streefpeilen met marge rond het zomerpeil). Gegevens K. Kangur, Centre for Limnology, Estonian University of Life Sciences, zie o.a. Van Eerden et al. 2007.

2.3.3 Betekenis voor habitatdiversiteit en -kwaliteit

Variabel, seizoensgebonden peil betekent dat buitendijkse oeverlanden in wisselende mate worden overstroomd of droogvallen. Hoge waterstanden en golfslag in de winter spoelen strooisel weg en remmen de ontwikkeling van ruigtevegetaties en bos. Uitzakkende peilen in de zomer maken kolonisatie van ondiep water door riet en andere oeverplanten mogelijk. Door de afwisseling in samenhang met weersomstandigheden blijft een meer geleidelijke land-water overgang in stand met moerasranden en de daarbij behorende fauna. Verschillen tussen jaren zorgen voor extra ruimtelijke diversiteit.



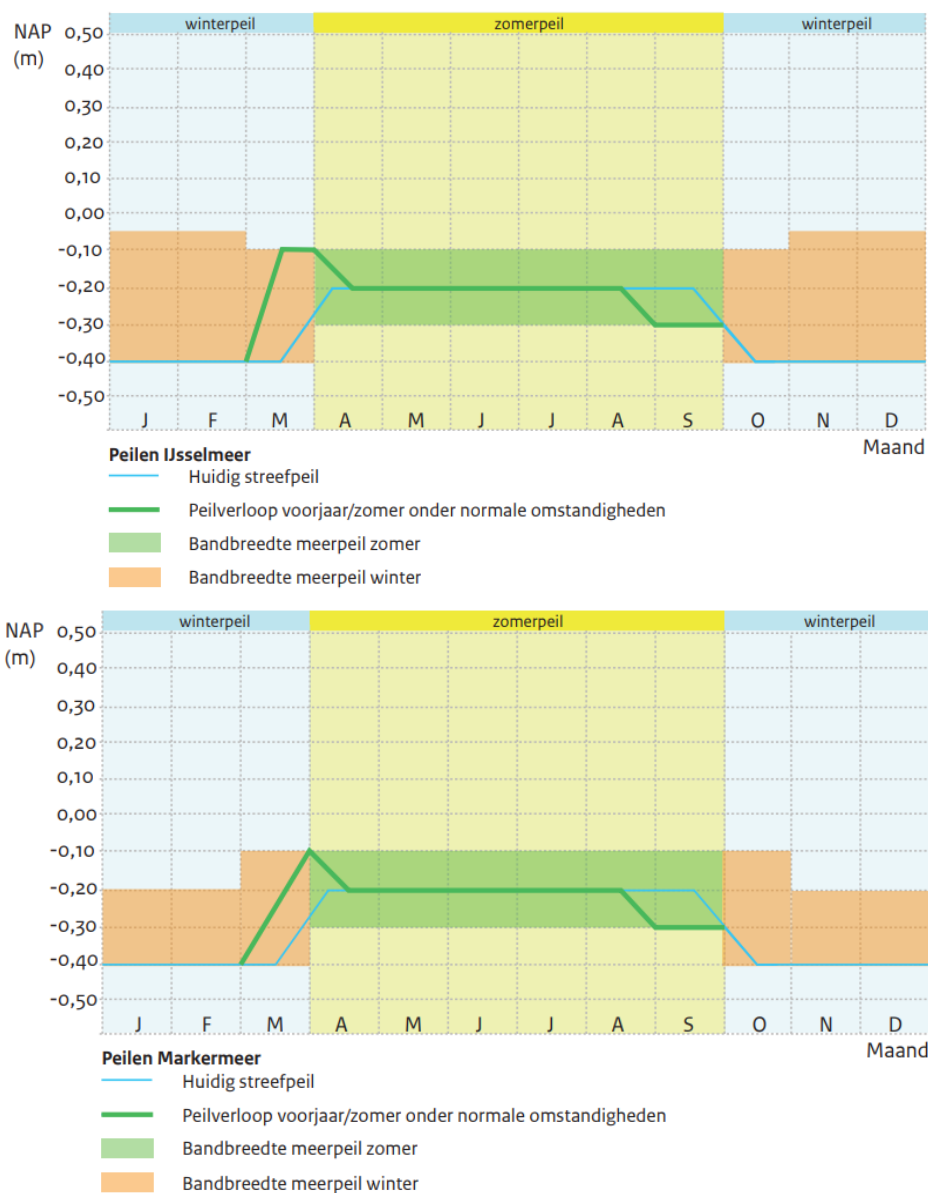
Figuur 2.11. Geleidelijke land-water overgang met riet en biezengroei die in het water staan, langs het Peipsimeer in Estland.

De beteugeling van stroming, opstuwing en peildynamiek in het IJsselmeergebied betekent vooral in de zomer dat golven sterk geconcentreerd op de streefhoogte op de kust aanvallen. Daardoor vindt afslag plaats en erosie van ondieptes, terwijl op de hoger gelegen delen geen sprake is van verjonging, waardoor de kans op bosontwikkeling groot is. Erosie van ondiepten en transport van gesuspendeerd sediment zorgen voor een vervlakking van de bodem, met verdieping van ondiepten en opvulling van diepe delen van de meren (verg. zandhonger Oosterschelde). Tussen 1930 en 2006 is op deze manier het areaal dat volgens de KRW begroeibaar hoort te zijn voor waterplanten (diepte zone tot 3 m waterdiepte) met ca 13,500 ha afgenomen (30%; zie Sterk 2010, waarschijnlijk grotendeels voor 1975).

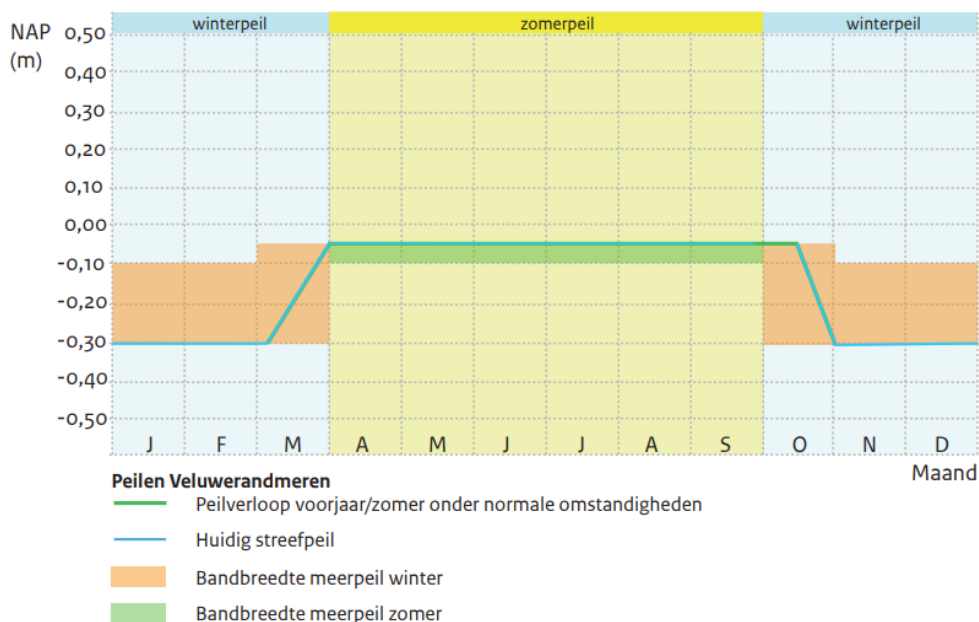
2.4 Huidig peilbesluit

2.4.1 Fixatie (marges) en omkering natuurlijk peil

Het geldende peilbesluit stamt uit 2018. Ten opzichte van het voorgaande peilbesluit zijn vooral bandbreedtes rond het zomerpeil en boven het winterpeil toegevoegd, en een vervroeging van de opzet en tijdelijke verhoging van het zomerstreefpeil. Binnen de marges mag het zomerpeil in de loop van de zomer worden verhoogd en uitzakken. In combinatie met de verhoging van het streefpeil in maart/april biedt dit iets meer mogelijkheden voor de ontwikkeling en het onderhoud van oever- en moerasvegetatie (figuur 2.12, 2.13).



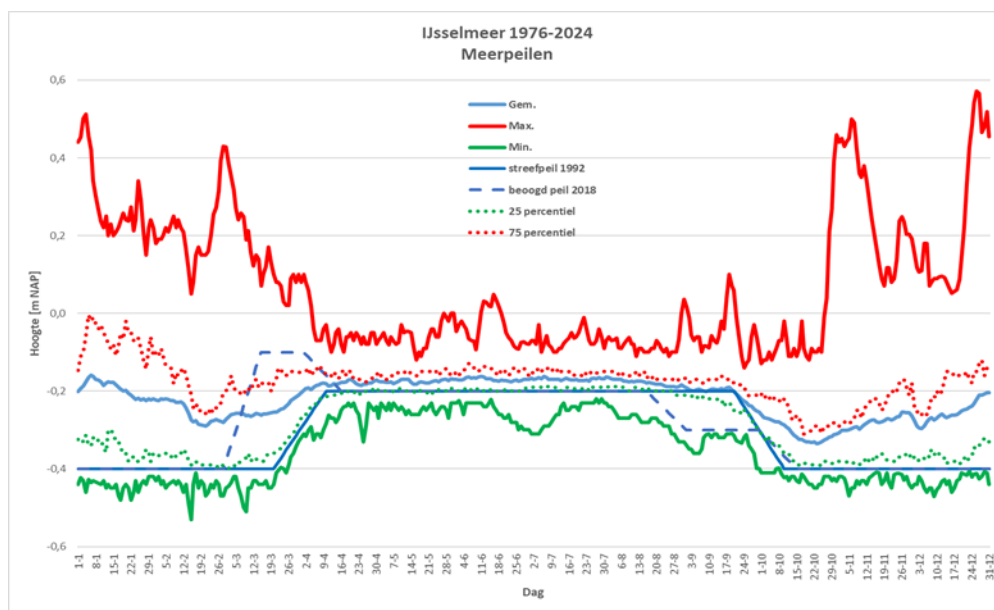
Figuur 2.12. Weergave van streefpeilen en bandbreedtes uit het peilbesluit van 2018 voor IJsselmeer en Markermeer.



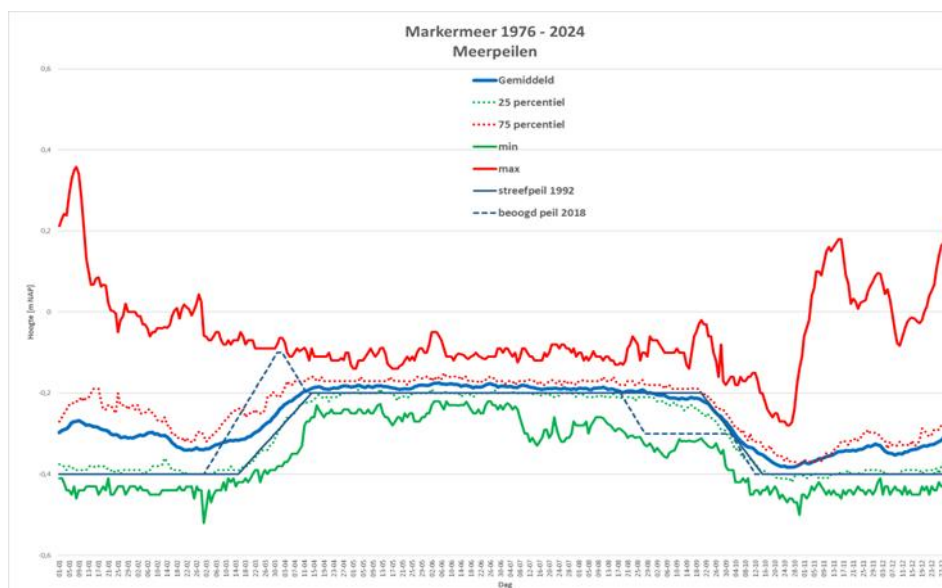
Figuur 2.13. Weergave van streefpeilen en bandbreedtes uit het peilbesluit van 2018 voor de Veluwerandmeren.

2.4.2 Resterende dynamiek (scheefstand)

De bandbreedtes in het peilbesluit faciliteren ook de fluctuaties die in de praktijk optreden rond de streefpeilen. In de zomer vallen de werkelijke peilen meestal binnen de nieuwe bandbreedte, in de winter kan het peil nog enkele decimeters verder oplopen. Vooral in de winter ligt het gemiddelde peil daardoor aanzienlijk hoger dan het streefpeil, terwijl de gemiddelde maxima hoger zijn dan in de zomer (figuur 2.14).



2.14a. Variatie van werkelijke peilen in het IJsselmeer in de periode 1976-2024, streefpeilen en gemiddeld verloop. Gegevens RWS.



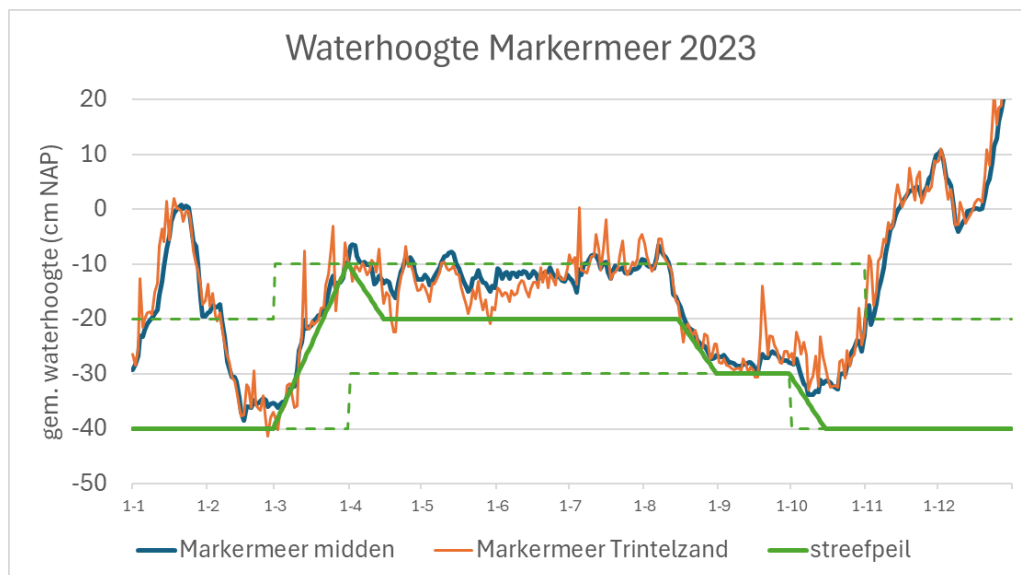
Figuur 2.14b. Variatie van werkelijke peilen in het Markermeer in de periode 1976-2024, streefpeilen en gemiddeld verloop. Gegevens RWS.

2.4.3 Praktijkvoorbeelden van effecten peilopzet binnen de bandbreedte (Marker Wadden)

De bandbreedte rond het zomerpeil die in het peilbesluit is afgesproken is primair gericht op het borgen van de zoetwatervoorziening, maar maakt het ook mogelijk dat het peil in de loop van de zomer daalt ten behoeve van ontwikkeling van de oevervegetatie, met name gericht op uitbreiding van riet in de oeverzones en het ontstaan van geleidelijke land-water overgangen met riet en andere overplanten die in het water staan. Dit habitat, met doelsoorten als Roerdomp, Porseleinhoen en Grote Karekiet, is als gevolg van het gefixeerde peil nagenoeg verdwenen. In het huidige peilbesluit biedt in beperkte mate ruimte voor ontwikkelingen in deze richting, vooral waar het streefpeil vanaf half augustus al 10 cm daalt (figuur 2.12).

De bandbreedte kan echter ook gebruikt worden voor peilverhoging in de zomer, als de watervraag in perioden van droogte toeneemt. Dergelijke verhogingen kunnen, afhankelijk van de timing en de duur, gevolgen hebben voor broedvogels van de oeverzones. In het begin van het seizoen kunnen nesten van “kale grondbroeders”, met name van Kluten, die dicht boven de waterlijn kunnen broeden, wegspoelen. Later in het seizoen kan peilstijging effect hebben op het beschikbare areaal foerageergebied voor kuikens. Dat geldt opnieuw in het bijzonder voor de Kluut, waarvan de kuikens onder de hoede van de ouders vanaf het uitkomen zelf moeten foerageren in zeer ondiep water.

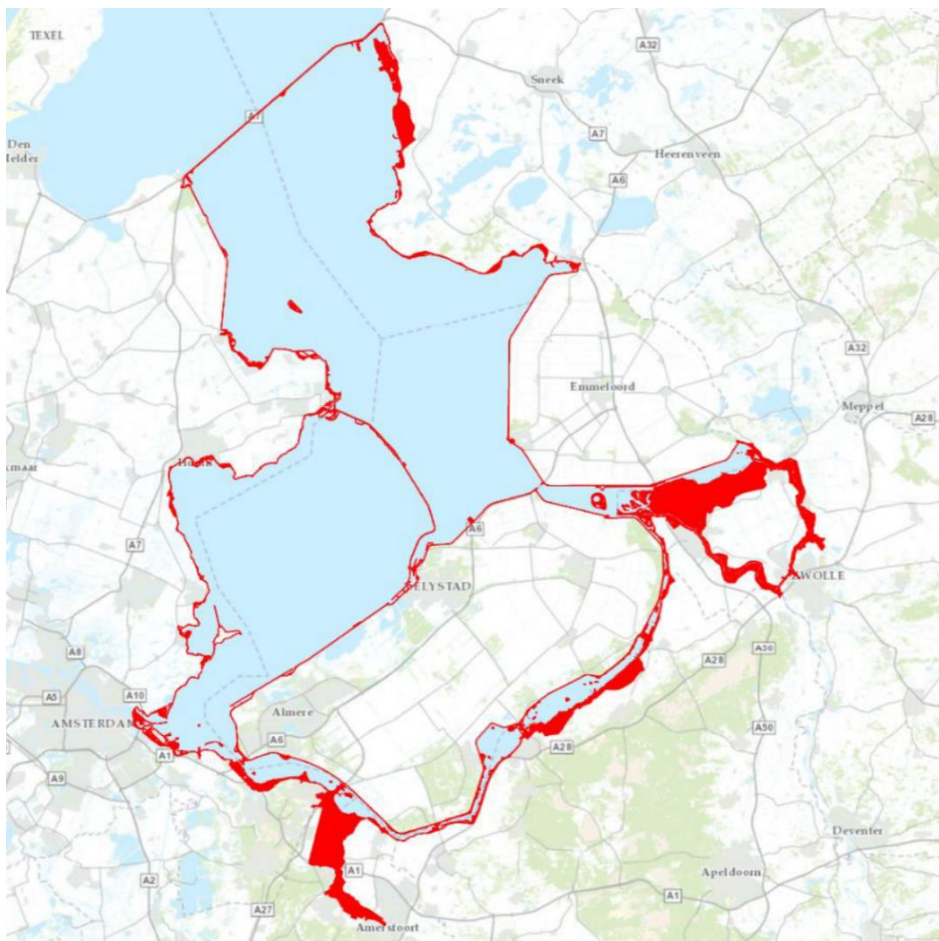
In 2023 is het broedseizoen voor de Kluut op Marker Waddendoor een dergelijke ongelukkige ontwikkeling (figuur 2.15) geheel mislukt.



Figuur 2.15. Streefpeil en actueel peil in de nazomer van 2023. Gegevens van meetpaal Markermeer Midden en een meetpaal tussen Trintelzand en Marker Wadden (oranje), waar de waterstand meer fluctueert door windopzet. Relevant is dat de waterstand in het broedseizoen (kuikenfase) langdurig structureel hoger was dan het streefpeil. Gegevens RWS, www.waterinfo.nl

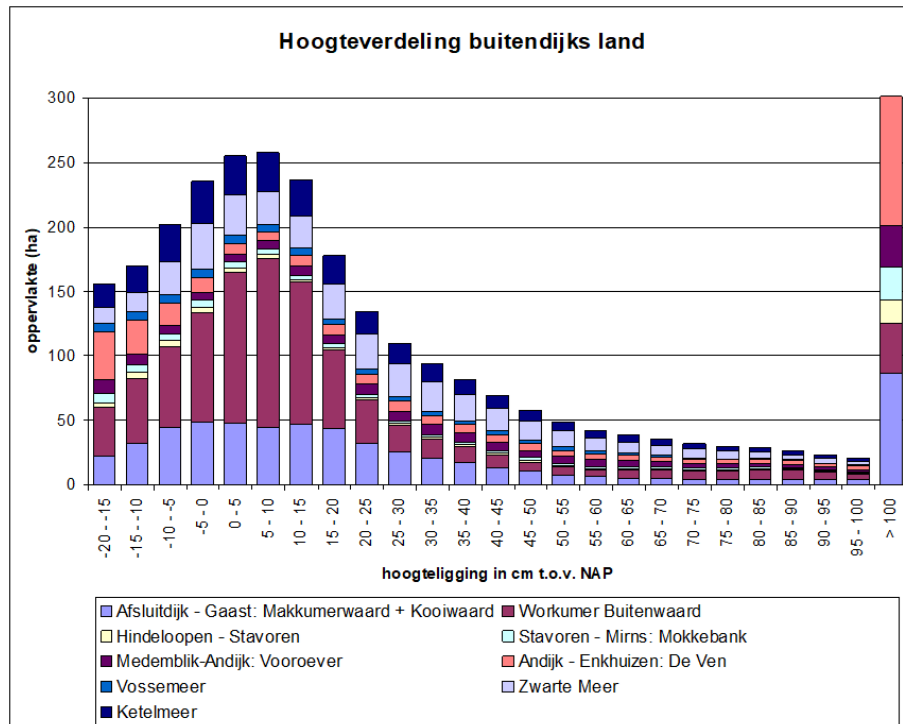
Pioniersoorten zoals de Kluut zijn in principe relatief lang levende soorten die ook in natuurlijke omstandigheden kans lopen op een ongunstig of mislukt seizoen. Op populatieniveau kan dit gecompenseerd worden in gunstige jaren. Klimaatverandering kan de kans op ongunstige jaren via beheersbeslissingen echter doen toenemen, waardoor alsnog effecten op populatieniveau optreden.

2.5 Buitendijks land en inundaties



Figuur 2.16. Buitendijks land in het IJsselmeergebied.

Figuur 2.16 laat zien waar in het IJsselmeergebied landzones buiten de primaire keringen voorkomen. Voor een groot deel gaat het om oudere gebieden, zoals in de mondingsgebieden van de Eem en de IJssel en Vecht/Zwarte Water, of gebieden die na 1932 zijn ontstaan vanuit de oude intergetijdezones (Friese Waarden). Deze gebieden liggen vaak grotendeels enkele decimeters boven NAP (figuur 2.17, zie ook bijlage I). Voor een ander deel gaat het om nieuwe natuur, zoals in het Ketelmeer, De Kreupel in het IJsselmeer of Marker Wadden (nog niet aangegeven in figuur 2.16). Die gebieden zijn vaak lager, min of meer rond NAP of nog lager (figuur 2.18).



Figuur 2.17. Hoogteverdeling van de buitendijkse gebieden boven water in het IJsselmeer, Ketelmeer, Vossemeer en Zwarte Meer (Gegevens RWS CIV, uit Noordhuis et al. 2009). Areaal hoger dan een meter boven NAP betreft voornamelijk kades en bebouwde grond.



Figuur 2.18. Voorbeeld van hoogteligging (cm t.o.v. NAP) van nieuwe natuur: Vooroever bij Andijk in het IJsselmeer (Actueel Hoogtebestand Nederland).

In figuur 2.14 is te zien dat de waterpeilen in de winter in sommige situaties kunnen oplopen tot een halve meter boven NAP. In zulke situaties kan buitendijks land dus geïnundeerd raken. Omdat door het gefixeerde peil de land-water overgangen in het algemeen zijn verhard (steilranden), terwijl soms ook lage kades zijn aangelegd, blijft inundatie beperkt tot de situaties met de hoogste waterstanden.

Zoals in paragraaf 2.3 is uitgelegd, zijn inundaties in de winter goed voor vernieuwing en duurzaamheid van moerasvegetaties.

Bepaalde doelsoorten in het IJsselmeergebied, bijvoorbeeld de kievitsbloemen in de mondingsgebied van IJssel en Zwarte Water of de noordse woelmuis, zijn gebaat bij (winter)inundaties. Voor de kwaliteit en duurzaamheid van moeras zijn de inundaties bij het huidige peilregime echter niet frequent genoeg.

De kans op inundaties hangt niet alleen af van de gemiddelde waterhoogte, maar ook van de mate van windopzet. Sommige gebieden zijn daarvoor relatief gevoelig, omdat de mate van scheefstand afhankelijk is van de strijklengte (afstand die de wind over water kan afleggen) en het diepteverloop. Dat laatste betekent dat met een hogere gemiddelde waterstand ook de scheefstand kan toenemen, zodat met een hogere waterstand de kans op inundaties op “wind-gedomineerde” locaties extra kan toenemen, vergeleken met “meerpeil-gedomineerde” locaties (HKV studie, Botterhuis et al. 2024).

Als op die manier inundaties substantieel zijn kunnen bepaalde natuurdoelen min of meer permanent worden geschaad, met name bepaalde aangewezen vegetatietypen die afhankelijk zijn van voedselarm (regen)water die langs de Friese kust voorkomen. De kans hierop wordt groter door autonome peilstijging als gevolg van klimaatverandering of bij de keuze voor hogere streefpeilen.

3 Autonome ontwikkelingen klimaat (en natuur) IJsselmeergebied

Klimaatverandering begint bij de toename van broeikasgassen, waardoor de temperatuur in de atmosfeer toeneemt. Daarnaast treden in diverse andere klimaatfactoren veranderingen op. Dat kunnen andere gevolgen zijn van de toename van broeikasgassen, zoals verzuring van zeewater door toename van opgelost kooldioxide. Gevolgen van toename van de temperatuur zijn toenames van neerslag en verdamping of zeespiegelstijging door smeltend ijs en (bij ons vooral) uitzettend zeewater.

Het KNMI heeft de veranderingen die zich intussen afspelen in 2024 als volgt samengevat:

1. Het wordt warmer
2. Het wordt natter (in de winter)
3. Het wordt droger (in de zomer)
4. De zeespiegel stijgt.

In de klimaatscan is geconstateerd dat de gevoeligheid voor de verschillende klimaatfactoren in het IJsselmeergebied vooral bij toename van de watertemperatuur en van waterkwantiteit (m.n. peil, via neerslag en verdamping) ligt (Noordhuis et al. 2019). Daarbij verlopen de veranderingen met betrekking tot de eerstgenoemde factor min of meer autonoom, bij de tweede in de eerste plaats via beheersbeslissingen (peilbesluiten en aanleg spuimiddelen en pompen).

3.1 Het wordt warmer

3.1.1 Opwarming op wereldschaal

De wereld warmt op als gevolg van de uitstoot van broeikasgassen, vooral kooldioxide, maar ook methaan en lachgas (stikstofoxide). Door de toename van deze gassen wordt meer zonnewarmte in de atmosfeer vastgehouden.

Dit heeft allerlei andere gevolgen, waaronder veranderingen in windpatronen, neerslag en verdamping en zeespiegelstijging, als gevolg van smeltend landijs, maar vooral het uitzetten van opwarmend zeewater in de oceanen.

3.1.2 Opwarming in Nederland

In Nederland is de luchttemperatuur tot nu toe ongeveer twee keer zo sterk toegenomen dan gemiddeld op wereldschaal (resp. ca 2°C en 1°C).

Dat komt doordat in onze regio nog twee andere mechanismen dan de wereld opwarming een rol spelen: Toename van westenwind in de winter (ook als onderdeel van een langjarige cyclus in luchtstromingen boven de Atlantische Oceaan) en het schoner worden van de lucht ten opzichte van de periode van vervuiling met zwaveldioxide in de jaren 1970 (zure regen). Daardoor is de hoeveelheid mist sinds 1980 gehalveerd en bereikt meer zonnestraling onze bodem.

De hoeveelheid neerslag in Nederland is fors toegenomen en zal volgens de KNMI voorspellingen verder toenemen, vooral in de winter en met name in de westelijke helft van Nederland. In de zomer neemt de verdamping toe.

De resultante is dat de rivieren in de winter meer water aanvoeren en in de zomer minder, terwijl het neerslagtekort en de watervraag in de zomer zullen toenemen (tabel 3.1).

Tabel 3.1. Deltascenario's t.a.v. temperatuur, zeespiegelstijging en rivierafvoer.

FACTOREN	REFERENTIE Klimaat 1991-2020* Maatschappij en land- gebruik 2018-2023**	2050				2100	
		Vlуг '24	Ruim '24	Stoom '24	Warm '24	Vlуг '24 Ruim '24	Stoom '24 Warm '24
ALGEMEEN							
Mondiale temperatuurstijging (tov 1850-1900)	0,9 °C	+1,7°C	+1,7°C	+2,4°C	+2,4°C	+1,7°C	+4,9°C
Gemiddelde temperatuur in Nederland	10,5°C	+0,9°C	+0,9°C	+1,5 -1,6°C	+1,5 -1,6°C	+0,9°C	+4,1 -4,4°C
Temperatuur in de winter (gemiddeld)	3,9°C	+0,7°C	+0,7°C	+1,2 -1,3°C	+1,2 -1,3°C	+0,7°C	+3,7 -3,9°C
Temperatuur in de zomer (gemiddeld)	17,3°C	+1,1 tot 1,2°C	+1,1 tot 1,2°C	+1,7 tot 2,1°C	+1,7 tot 2,1°C	+1,1 tot 1,2°C	+4,7 tot 5,1°C
Dagmaximum in de zomer (gemiddeld)	21,7°C	+1,2 tot 1,4°C	+1,2 tot 1,4°C	+1,4 tot 1,7°C	+1,4 tot 1,7°C	+1,2 tot 1,4°C	+4,7 tot 5,4°C
WATERVEILIGHEID							
Zeespiegelstijging (referentie 1995-2014)	0 cm	+24 (16-34) cm	+24 (16-34) cm	+27 (19-38) cm	+27 (19-38) cm	+44 (26-73) cm	+82 (59-124) cm
Tempo zeespiegelstijging	3 mm/jr	+3 (1-6) mm/jr	+3 (1-6) mm/jr	+5 (4-8) mm/jr	+5 (4-8) mm/jr	-1 (-4-4) mm/jr	+11 (6-23) mm/jr
Jaarlijks maximale afvoer Rijn bij Lobith (mediaan)	6.137 m³/s	-1% tot +1%	-1% tot +1%	+7% tot +10%	+7 tot +10%	-1% tot +1%	+11% tot +30%
Jaarlijks maximale afvoer Maas bij Borgharen (mediaan)	1.577 m³/s	-5% tot +4%	-5% tot +4%	0% tot +4%	0% tot +4%	-5% tot +4%	0% tot +22%

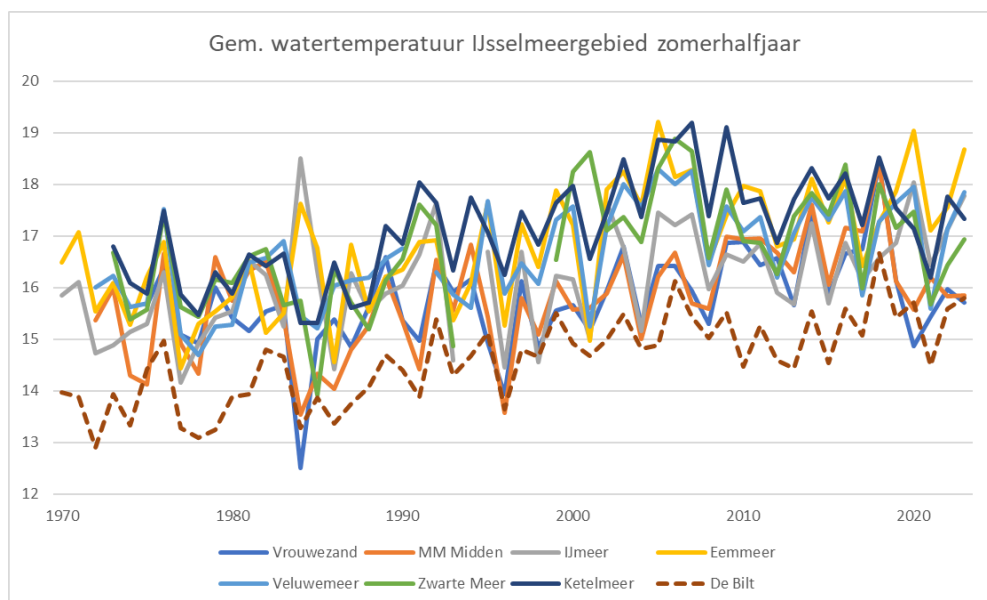
3.1.3 Opwarming in het IJsselmeergebied

3.1.3.1 Lucht- en watertemperatuur

Er zijn aanwijzingen dat het water in ondiepe meren wereldwijd vaak sterker opwarmt dan de lucht erboven. Vooral in het voorjaar geldt dat mogelijk ook voor de wateren in het IJsselmeergebied.

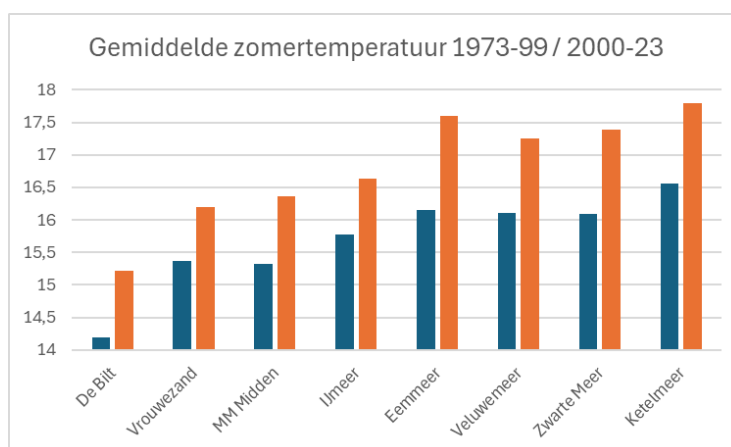
Er zijn voor het IJsselmeergebied geen gedetailleerde tijdreeksen van watertemperatuur die meerdere decennia omspannen en tevens tot in de huidige tijd rijken. Temperatuurmetingen in het kader van MWTL zijn er wel sinds begin jaren 1972. Deze gegevens zijn waardevol, maar kunnen het best op een hoog aggregatieniveau worden gebruikt vanwege de lage en wisselende frequentie van de metingen. Dan ontstaat echter een beeld dat opvallend veel overeenkomst vertoont met het verloop van de luchttemperatuur in De Bilt (figuur 3.1).

De zomerhalfjaargemiddelde watertemperatuur op basis van deze MWTL data is in het IJsselmeergebied sinds 1975 met ongeveer anderhalve graad gestegen. De ondiepere randmeren zijn gemiddeld ongeveer een graad warmer dan het IJsselmeer en Markermeer (in de vaargeul gemeten). De randmeren lijken ook iets sterker te zijn opgewarmd (figuur 3.2), maar door de frequentie van de metingen (meest vierwekelijks, dus 6 of 7 getallen per zomerhalfjaar) en de systematische verschuiving van de datum binnen elke maand in de loop van een reeks van jaren (als gevolg van vierwekelijkse i.p.v. maandelijkse bemonstering) is dit lastig te interpreteren.



Figuur 3.1. Zomergemiddelde watertemperaturen in het IJsselmeergebied op basis van RWS-MWTL gegevens, vergeleken met het verloop van de zomergemiddelde luchttemperatuur in De Bilt (KNMI).

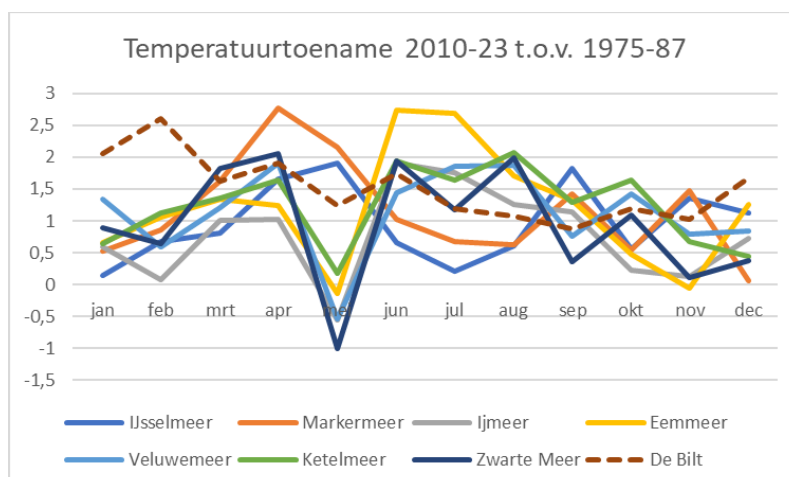
Water warmt primair op door straling. De in de vorige paragraaf geïntroduceerde toename van straling (door afname van mist) is in het voorjaar (maart/april) relatief gezien tot nu toe het sterkst geweest. Bovendien is het water in het voorjaar in het IJsselmeergebied gemiddeld helderder geworden door de combinatie van afname van de voedselrijkdom van het water en de opkomst van filterende Quagga-mosselen vanaf 2007. Vooral naar mate het seizoen vordert en de zon hoger staat, kan de straling daardoor dieper doordringen dan voorheen.



Figuur 3.2. Vergelijking van de gemiddelde temperaturen in diverse meren in het IJsselmeergebied en de veranderingen daarin. RWS-MWTL data voor de meren en KNMI data voor De Bilt.

In het seizoensverloop van de temperatuuroptocht in het water van het IJsselmeergebied is vooral voor de grote meren een sterk accent op het voorjaar te zien (figuur 3.3). In de Randmeren is er nauwelijks sprake geweest van toename in mei, maar des te meer in april en juni. Het verschil tussen de watertemperatuur in april en die in mei is daardoor afgenomen van 5-6°C naar 2-3°C. Door dit accent op het voorjaar resulteert de opwarming niet alleen in hogere watertemperaturen en meer extremen in de zomer, maar ook in een forse vervroeging van de start (en verlenging) van het groeiseizoen, inmiddels met ca 3 weken. De relatief sterke toename van de luchttemperatuur in De Bilt in de wintermaanden (januari-februari) is in het water niet zichtbaar.

Mogelijk komt dat doordat toename onder 0°C in het water niet tot uiting komt. In de KNMI 2023 scenario's is de verwachte toename niet meer zo geconcentreerd in het voorjaar, maar meer gespreid.



Figuur 3.3. Seizoenspatroon van de temperatuuroptename in de meren van het IJsselmeergebied op basis van MWTl data van 2010-2023 ten opzichte van 1975-1987.

3.1.3.2 Meer westenwind

De toename van westenwind heeft betrekking op de wintermaanden (december-maart). De zachte Atlantische lucht brengt sinds eind jaren 1980 relatief hoge wintertemperaturen. Bij wind uit het westen zijn de windsnelheden gemiddeld relatief hoog, waardoor effecten kunnen optreden op resuspensie en consolidatie van sediment, versterkt door de afname van de kans op ijsbedekking. De toename van westenwind en storm heeft zich recent niet voortgezet, de laatste jaren is eerder sprake van afname. Overigens betrof de toename ook hier uitsluitend de winterperiode. Daarnaast wordt het IJsselmeergebied beïnvloed door een afname van wind die boven land wordt gemeten, en die waarschijnlijk verband houdt met verruwing van het landschap door bebouwing. In de KNMI '23 scenario's is alleen aangegeven dat de kans op stormvloeden niet verandert, wel de mogelijke impact, als gevolg van zeespiegelstijging.

3.2 Het wordt natter, het wordt droger

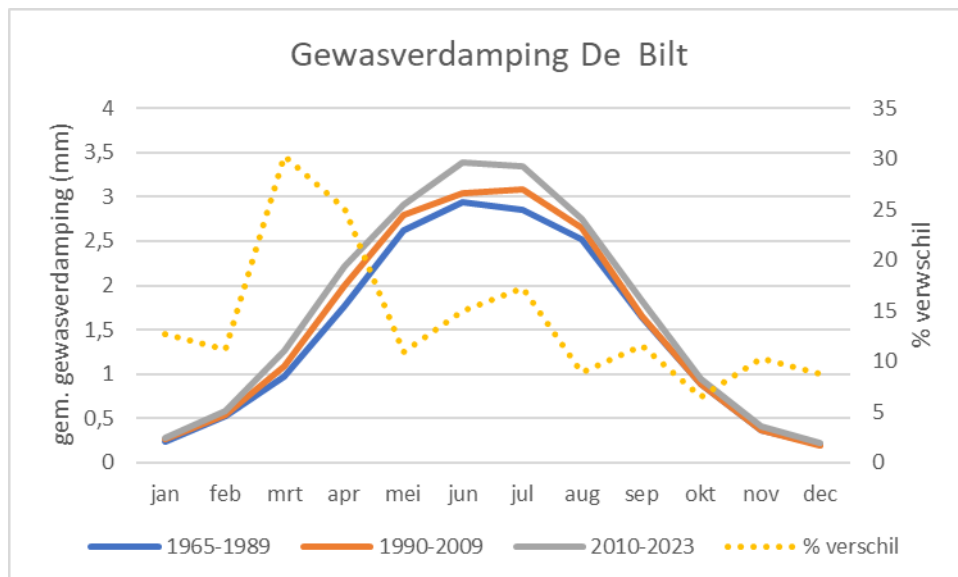
3.2.1 Neerslag en verdamping

Neerslag en verdamping hebben voor de ondiepe meren van het IJsselmeergebied een relatief grote rol in de waterbalans, vooral als de verblijftijd lang is, zoals in het Markermeer. Met een verblijftijd van meer dan een jaar vormen deze parameters ongeveer een kwart van de water aan- en afvoer. Veranderingen door klimaatverandering hebben hier dus relatief veel effect. In de andere meren, met verblijftijden van enkele dagen (Ketelmeer) tot ongeveer 4 maanden (IJsselmeer in de zomer) is dat effect kleiner.

Neerslag is vooral in het westen van het land toegenomen. In principe zou dit gevolgen kunnen hebben gehad voor de waterbalans in het IJsselmeergebied. Belangrijker is echter waarschijnlijk de toename van verdamping in de zomer, die direct van invloed moet zijn geweest op het peil(beheer) in het IJsselmeergebied, zowel via verdamping vanuit de meren zelf als via verminderde aanvoer vanuit de rivieren en andere aanvoerbronnen.

De gemiddelde potentiële gewasverdamping ("Makkink") is al duidelijk toegenomen (figuur 3.4). Vooral in ondiepe wateren met een lange verblijftijd, zoals in het Markermeer, heeft dit effect op de waterbalans.

De toename is absoluut gezien het hoogst geweest in juni en juli, maar was in april vrijwel even hoog, waardoor de relatieve toename in het vroege voorjaar (maart/april) het sterkst is geweest. De jaargemiddelde verdamping zal verder toenemen met 7-9% in 2050 en maximaal 17% in 2100 (Deltascenario's). De relatief sterke toename in het voorjaar is gekoppeld aan toename van straling in het verleden en zal zich waarschijnlijk niet in dezelfde mate doorzetten. De verdamping vanaf het oppervlak van open water is behalve van temperatuur en straling ook sterk afhankelijk van wind en golven, en wordt in modelstudies voor de zomer geschat op een kwart meer dan op land.



Figuur 3.4. Seizoenspatroon van toename van de gewasverdamping in De Bilt (data KNMI).

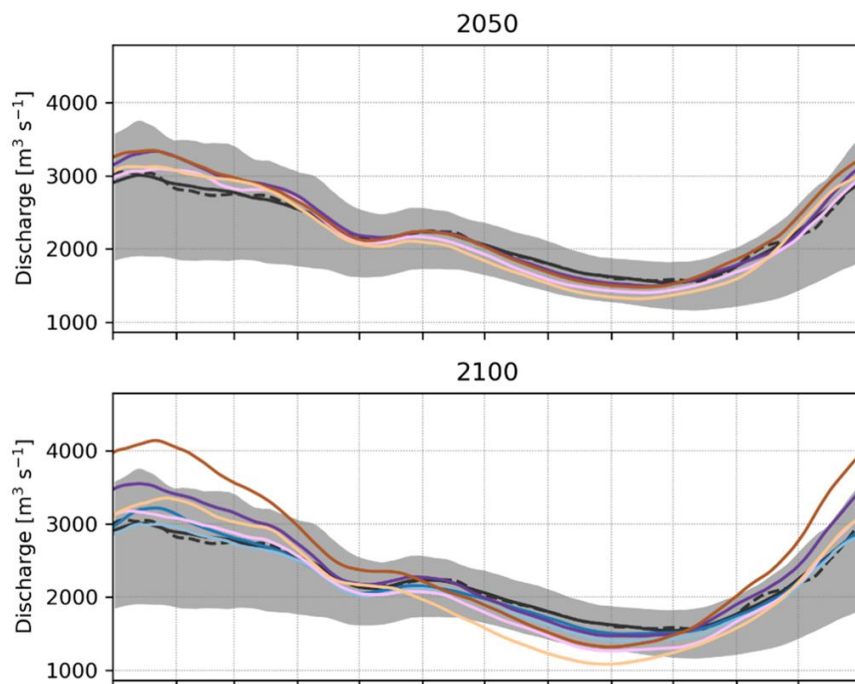
3.2.1.1 Rivieraanvoer en watervraag

In het IJsselmeer wordt ongeveer 80% van de wateraanvoer geleverd door de Rijntakken (IJssel en Vecht/Zwarte Water). Hier heeft verandering van de rivierdebieten dus relatief veel effect op de waterbalans, met een toename in de winter die al gaande is, en een voorspelde afname in de zomer.

3.2.2 Wateraanvoer

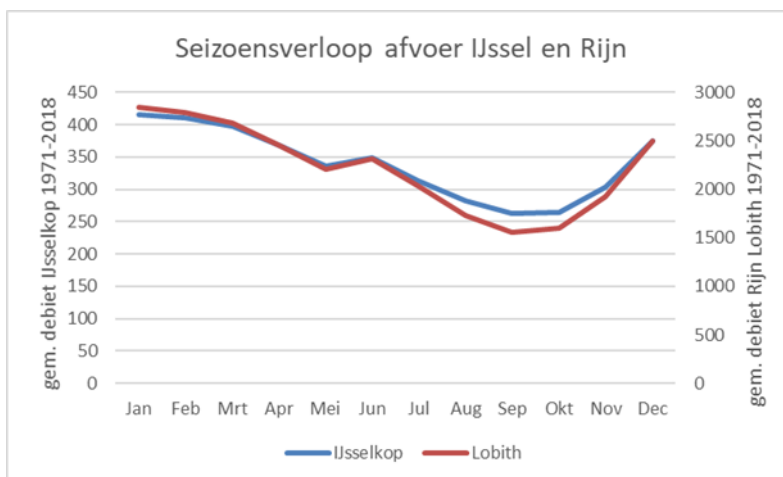
3.2.2.1 Rivierdebieten

Rivierdebieten voor de Rijn zijn in de vier scenario's van het KNMI uit 2023 doorgerekend (Buitink et al. 2023). In het algemeen neemt de afvoer bij Lobith in de winter (december-maart) toe en in de (na)zomer af (juni-oktober; figuur 3.5).

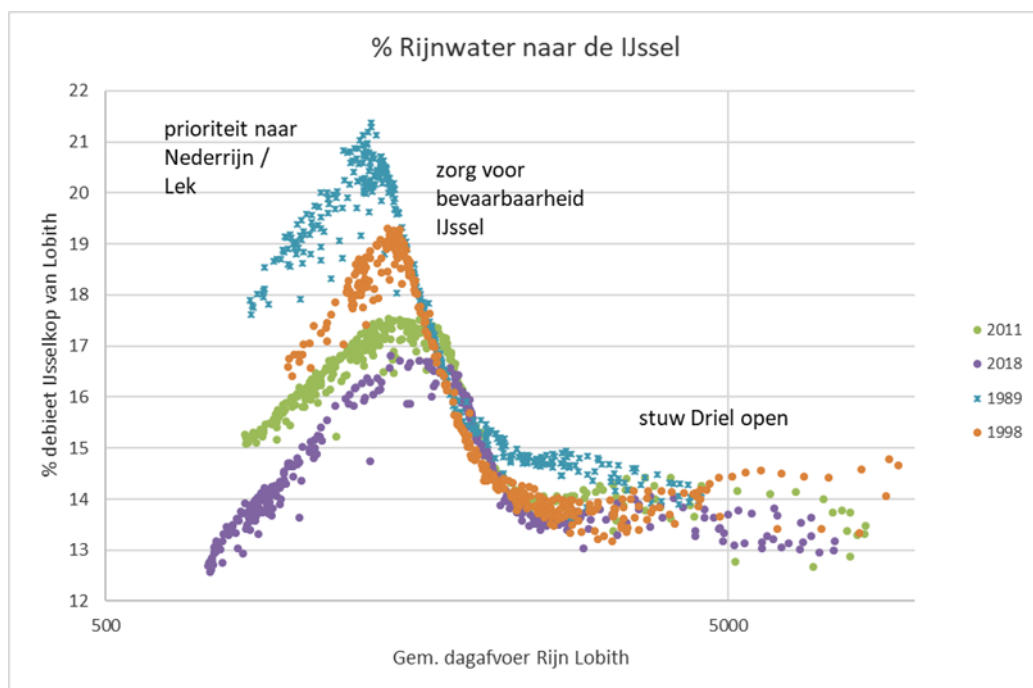


Figuur 3.5. Scenario berekeningen van het seizoensverloop van de afvoer van de Rijn bij Lobith in 2050 en 2100 (Buitink et al. 2023).

In principe krijgt de IJssel via de verdeling bij Pannerden (2/3 naar de Waal) en Westervoort (2/3 naar de Nederrijn) een negende van het water uit de Rijn. Bij lage debieten in de Rijn wordt de IJssel aanvankelijk bevoordeeld om die rivier bevaarbaar te houden. Met behulp van de stuw bij Driel in de Nederrijn wordt gestuurd op een debiet van ca 285 m³/s in de IJssel (inzet Driel beneden 1600 m³/s bij Lobith, maar percentage naar IJssel gaat al eerder omhoog). Daardoor zakt het water hier in de zomer minder uit dan in de Rijn (figuur 3.6). Bij de laagste debieten (<1300 m³/s bij Lobith) gaat de prioriteit echter alsnog naar de Nederrijn (om daar het debiet boven 25 of 30 m³/s te houden), waardoor de IJssel alsnog versneld uitzakt. De frequentie waarmee dat gebeurt (aantal dagen <280 m³/s) neemt fors toe en bedraagt nu orde grootte 200 dagen per jaar, een waarde die lange tijd niet voorkwam sinds de extreem droge zomer van 1976. In de loop der jaren is het percentage van het Rijnwater dat bij lage afvoer naar de IJssel gaat dus afgenomen (figuur 3.7).



Figuur 3.6. Gemiddeld seizoensverloop van het debiet in de Rijn bij Lobith versus de IJsselkop.



Figuur 3.7. Relatie tussen de afvoer van de Rijn bij Lobith en het percentage van het afgevoerde water dat door de IJssel stroomt in enkele recente jaren. Gegevens RWS; www.waterinfo.nl.

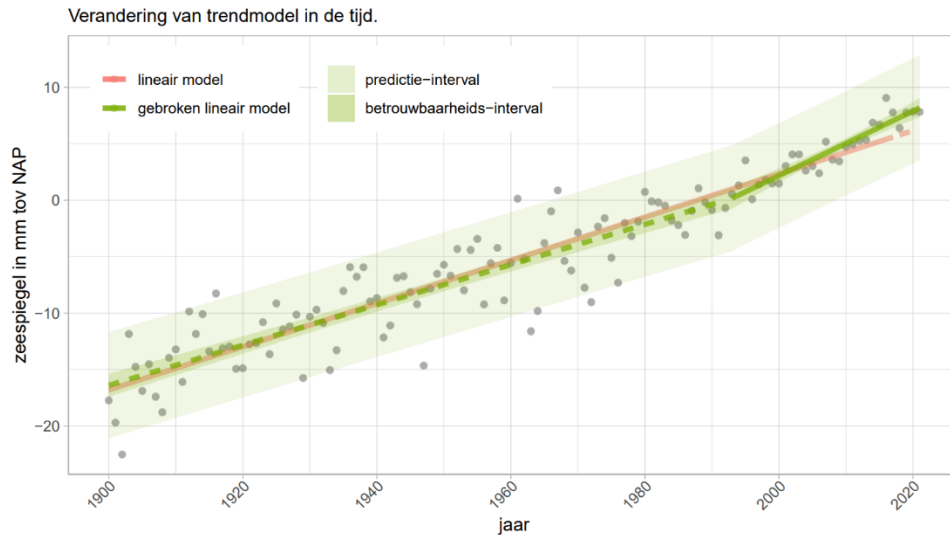
3.2.2.2 Landbouwgebieden

De relatie met de landbouwgebieden rond de meren wordt in dit rapport niet uitgediept, maar die relatie is er natuurlijk wel. Wetterskip Fryslân laat bijvoorbeeld IJsselmeerwater in voor peilbeheer en verziltingsbestrijding van de Friese boezem en ten behoeve van de waterkwaliteit van de boezem en daarmee ook van de kwaliteit van inlaatwater voor de beheergebieden van Waterschap Noorderzijlvest en Hunze & Aa's. De stikstof en fosfaat concentraties in het IJsselmeer zijn tegenwoordig lager dan in de boezem. Om via doorspoeling een impuls te geven aan de kwaliteit van het boezemwater wordt sinds 2016 extra water ingelaten. Hierdoor is onder meer het doorzicht in de boezem verbeterd (Wetterskip Fryslân 2024). Het water dat wordt ingelaten is "overtollig" water, dat anders op de Waddenzee zou worden geloosd. Volgens de Friese Klimaatatlas (Wetterskip Fryslân; <http://www.friese klimaatatlas.nl>) staat de (verhoogde) doorspoeling van de Friese boezem in droge perioden dan ook onder druk. Terwijl de vraag naar zoet water vanuit het IJsselmeer dus toeneemt, gaat ook de wens om dit water in te zetten om verzilting in het IJsselmeer zelf te bestrijden een grotere rol spelen.

3.3 De zeespiegel stijgt

De zeespiegelstijging is in de Noordzee iets geringer dan gemiddeld op wereldschaal, maar in onze kustgebieden wordt dit verschil min of meer aangevuld door bodemdaling.

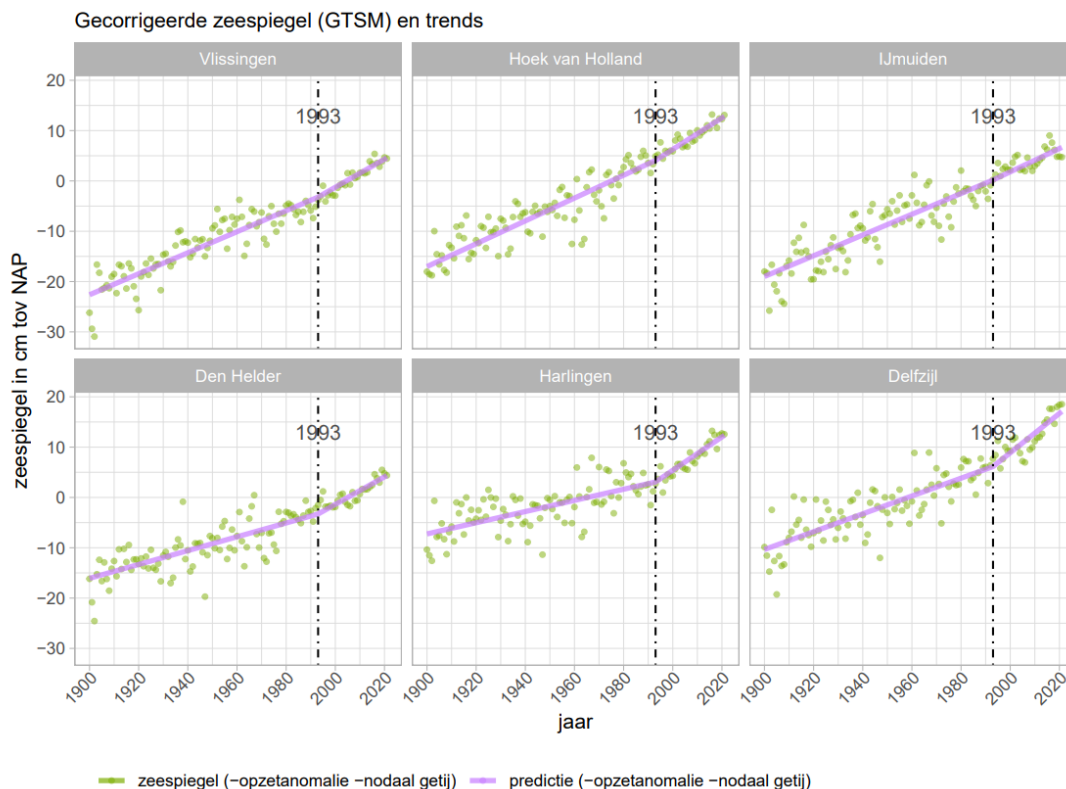
De versnelling van de zeespiegelstijging die wereldwijd wordt voorspeld, is ook terug te vinden in de KNMI-scenario's en het daaronder liggende Kennisprogramma Zeespiegelstijging. Tot voor kort werd versnelling in de Nederlands data nog niet gezien, maar de laatste vierjaarlijkse rapportage van de zeespiegelmonitoring (Stolte et al. 2023) geeft na correctie van de data voor windopzet toch een forse versnelling van 1,8 naar 2,9 mm per jaar, met een knikpunt in 1993 (figuur 3.8).



Figuur 3.8. Meest recente analyse van zeespiegelstijging in de Nederlandse kustgebieden, na correctie voor windopzet. Uit Stolte et al. 2023.

De belangrijkste oorzaak van zeespiegelstijging in onze regio, het uitzetten van het water bij hogere temperaturen, speelt ook in diepe meren. Door de geringe diepte van de meren in het IJsselmeergebied is de peilstijging die dat oplevert te verwaarlozen, bij de meest extreme Deltascenario's in 2050 en 2100 (1,7 en 4,7°C opwarming in de zomer) gaat het bij een diepte van 5 meter om resp. ongeveer 2 en 5 mm peilstijging.

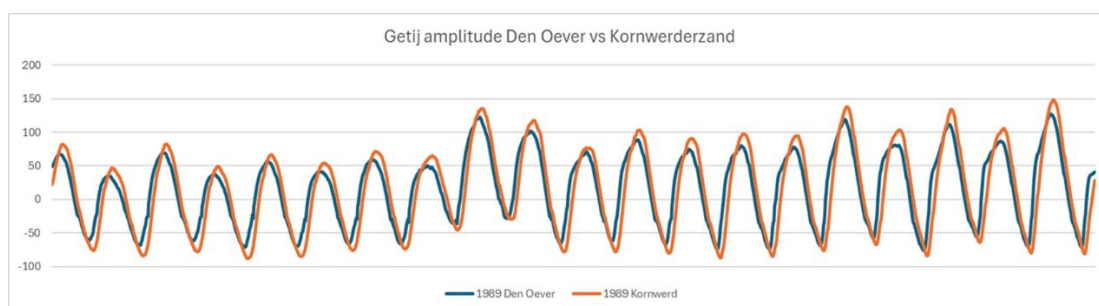
De uitwerking van de zeespiegelstijging in de Noordzee op de spui mogelijkheden aan de Afsluitdijk is complex. Ook hier heeft de uitzetting van het water door de diepte maar een beperkt effect, waardoor de stijging vooral van buiten komt. Tegelijkertijd wordt deze in detail door lokale processen beïnvloed, met name door windopzet. De stijging van het gemiddelde peil bij Den Oever en Kornwerderzand is in grote lijnen vergelijkbaar met de stijging die de zeespiegelmonitoring weergeeft. In detail geeft de zeespiegelstijging echter verschillen aan, waarbij Den Helder, Harlingen en Delfzijl voor 1993 minder stijging lieten zijn dan IJmuiden, Hoek van Holland en Vlissingen. Na 1993 was de stijging in Harlingen (3,3 mm/jr) en Delfzijl (3,9 mm/jr) juist sterker dan op de andere stations (figuur 3.9).



Figuur 3.9. Zeespiegelstijging na correctie voor windopzet, op de zes meetstations van de zeespiegelmonitor (Stolte et al. 2023).

Voor de spui aan de Afsluitdijk is ook de amplitude en de vorm van de getijcurve van belang, omdat alleen bij laag water onder vrij verval kan worden gespuid. Die vorm en amplitude zijn in de loop der jaren veranderd en daarbij zijn er duidelijke verschillen tussen Den Oever en Kornwerderzand.

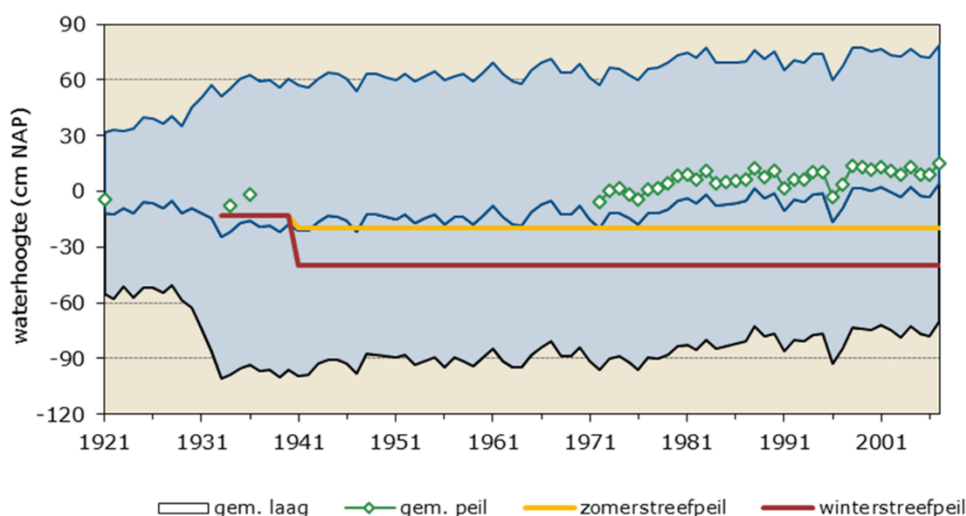
Ten aanzien van de vorm van de getijcurve is van belang dat de getijgolf via het Marsdiep de Waddenzee binnenkomt met een “dubbele kop” (gevolg van de combinatie van vloedgolven via het Kanaal en om Schotland heen). Het resultaat is dat vloed bij Den Oever langer duurt dan eb. Bij Kornwerderzand is dat verschil kleiner. Ook is laag water bij Kornwerderzand lager dan bij Den Oever (en vloed hoger; figuur 3.10). Spui onder vrij verval is daardoor bij Kornwerderzand makkelijker dan bij Den Oever.



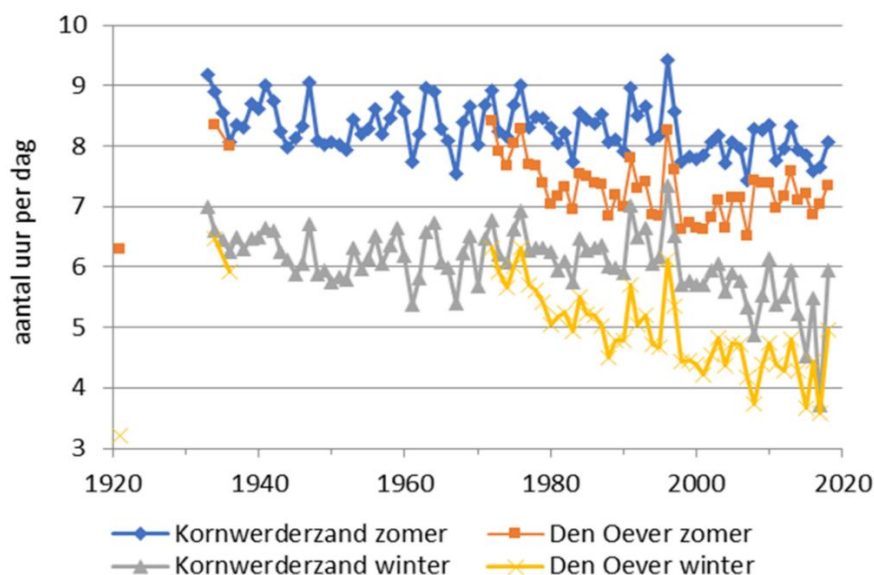
Figuur 3.10. Voorbeeld van getijdencurves bij Den Oever en bij Kornwerderzand: Laag water is lager en duurt langer bij Kornwerderzand. Data RWS; www.waterinfo.nl.

Het verschil tussen eb en vloed, de getij-amplitude, wordt beïnvloed door de morfologische eigenschappen van de Waddenzee en de ligging van de Afsluitdijk en de kusten. De getijgolf die via het Marsdiep binnenkomt kaatst terug op de Afsluitdijk en de Friese kust.

Door de resonantie die zo ontstaat is de getij-amplitude na de bouw van de Afsluitdijk bijna verdubbeld, vooral door verlaging van het laag waterniveau (figuur 3.11). Hiermee is bij de aanleg rekening gehouden, de knik aan de oostkant van de dijk moest voorkomen dat het hoog waterniveau te veel steeg. De verlaging van het laag waterniveau aan de andere kant heeft spui onder vrij verval bij het huidige streefpeil mogelijk gemaakt.



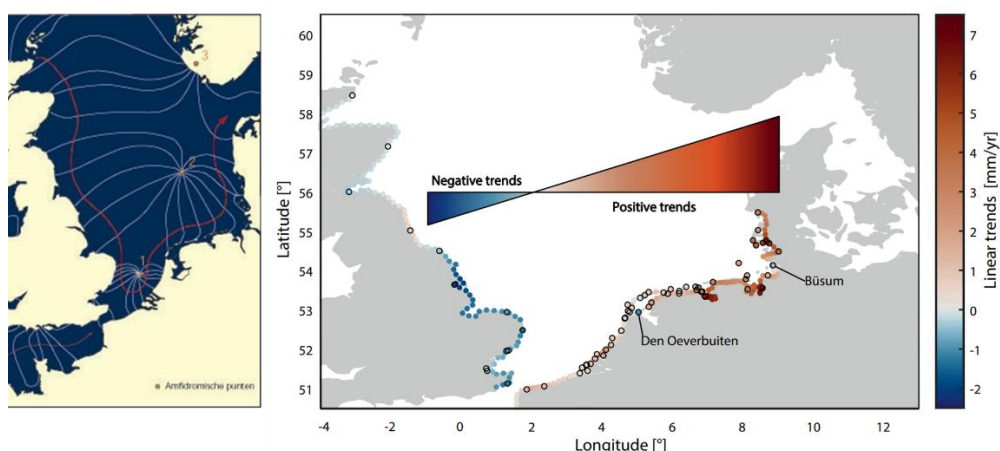
Figuur 3.11. Toename van de amplitude van het getij bij Den Oever door resonantie, na de aanleg van de afsluitdijk. Ook is de zeespiegelstijging herkenbaar, evenals het feit dat de gemiddelde waterhoogte hoger is dan het halftij (midden tussen hoog en laag) als gevolg van de langere duur van hoog water ten opzichte van laag water. Spui onder vrij verval is mogelijk als het tij ten minste 10 cm lager is dan het IJsselmeerpeil, dat werd gestuurd naar de aangegeven streefpeilen. De duur van de periode waarin spui mogelijk is bij handhaving van deze streefpeilen, neemt door zeespiegelstijging af. Uit Noordhuis 2010.



Figuur 3.12. Aantal uren spui dat mogelijk is onder vrij verval, gebaseerd op peilgegevens uit de Waddenzee bij Den Oever en Kornwerderzand en de IJsselmeer streefpeilen voor zomer en winter van -20 en -40 cm NAP (met minstens 10 cm verschil). De afname door zeespiegelstijging is bij Den Oever vanaf de jaren 1970 versneld. Aangevuld naar Noordhuis 2010.

Door stijging van het laag waterniveau, bij Den Oever in combinatie met de korte duur van de laagwaterperiode, maakt spui onder vrij verval bij het huidige streefpeil echter steeds moeilijker (figuur 3.12). Hoe deze ontwikkeling zich in de toekomst voort zal zetten is lastig in detail te voorspellen, omdat met de verdere zeespiegelstijging voor de Nederlandse kust waarschijnlijk ook de getij-amplitude verder zal toenemen. Dat hangt samen met de verwachte (en gaande) west-waartse verplaatsing van de “amfidromische punten” in de Noordzee (figuur 3.13). Dit zijn punten zonder getij, waar de getijgolven in de Noordzee omheen bewegen. Hoe verder van deze punten verwijderd, hoe groter de getij-amplitude.

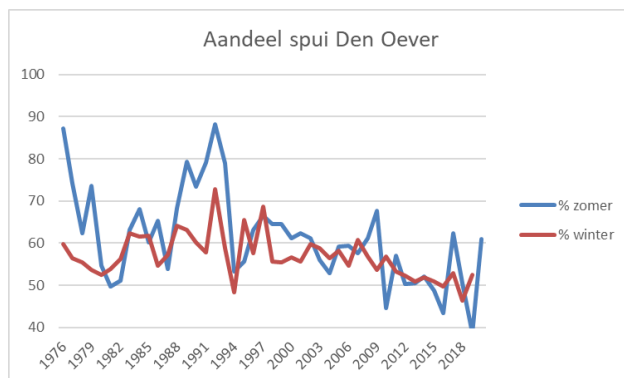
Nog ingewikkelder wordt het voor de Afsluitdijk, omdat de getij-amplitude bij Den Oever juist is afgenomen, waarschijnlijk door veranderingen in de morfologie van de Waddenzee. Vanaf de jaren 1970 is het laagwater niveau hier sneller gestegen dan het hoogwater niveau. Het verschil met Kornwerderzand is daarbij toegenomen, waarbij de spui mogelijkheden onder vrij verval bij Den Oever ten opzichte van Kornwerderzand verder zijn verslechterd. Het aantal uren dat het water in de Waddenzee bij Den Oever lager is dan het winterstreefpeil in het IJsselmeer van -40 cm NAP (met meer dan 10 cm verschil), is afgenomen van ongeveer 6 uur per dag in 1970 tot 4 uur in 2020.



Figuur 3.13. Links: de drie amfidromische punten waaromheen het getij in de Noordzee zich tegen de klok in beweegt, resulterend in een noordoost-waartse verplaatsing van de getijgolf langs de Nederlandse kust (Wikipedia). Hoe verder van deze getijloze punten verwijderd, hoe groter de getijslag. Rechts: door westwaartse verplaatsing van de amfidromische punten als gevolg van klimaatverandering, neemt de amplitude van het getij op de Britse zuidoostkust af en op de Nederlandse en vooral de Duitse en Deense kusten toe. Uitzonderingen zijn Den Oever en Bûsum, waar in samenhang met morfologische veranderingen (aanleg van dammen en de gevolgen daarvan) de amplitude juist is afgenomen. Bij Kornwerderzand is dat niet het geval. Uit Jänicke et al. 2020.

Veranderingen in de seizoensdynamiek in de waterbalans van de meren betekent ook wijzigingen in de afvoer. Minder afvoer in de zomer door lagere rivierdebieten, toenemende watervraag en toenemende verdamping, meer afvoer in de winter.

De veranderingen hangen mede af van de mate waarin de eind 2026 op te leveren pompen en extra spuisluizen bij Den Oever worden ingezet. Den Oever heeft nu in principe met 15 kokers meer spuicapaciteit dan Kornwerderzand (10 kokers), maar laag water is bij Den Oever gemiddeld hoger en duurt korter. Dit verschil is toegenomen. Het aandeel van Den Oever in de spui door de Afsluitdijk is daardoor afgenomen van de (ruim) 60% volgens de verdeling van de spui kokers voor 2010 tot 51% in de jaren daarna (figuur 3.14). Terwijl in absolute zin de totale hoeveelheid spui in de maanden maart en april is afgenomen, is de spui bij Kornwerderzand in de zomer (mei-aug) flink toegenomen. Na oplevering van de pompen bij Den Oever zal deze balans waarschijnlijk weer veranderen.

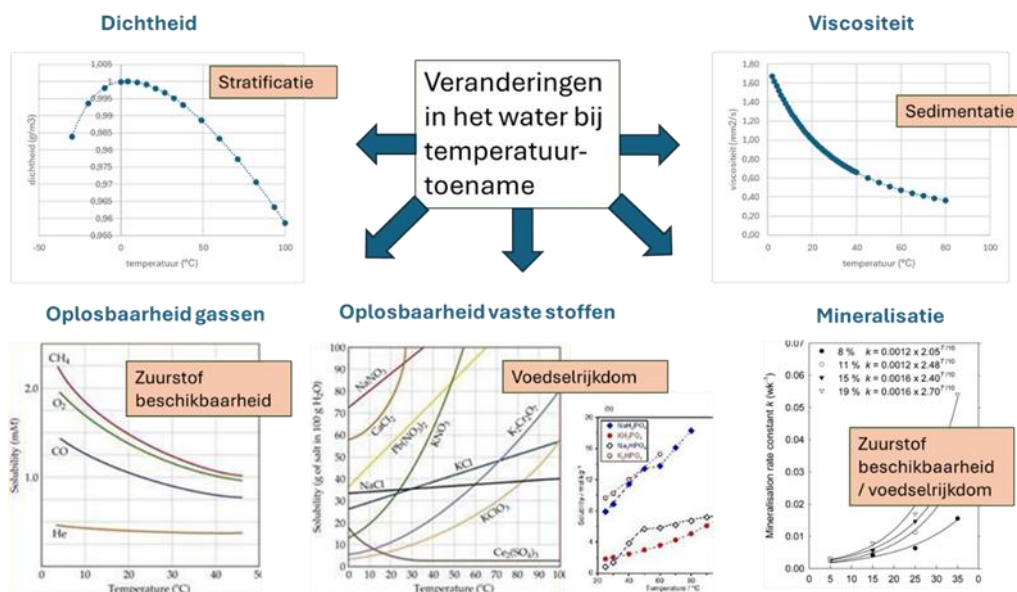


Figuur 3.14. Veranderingen in spuidebieten en de verdeling ervan heeft effect op de menging van zoet met zout water in de Waddenzee. Gegevens RWS; www.waterinfo.nl.

3.4 Klimaatverandering en natuur

3.4.1 Watertemperatuur

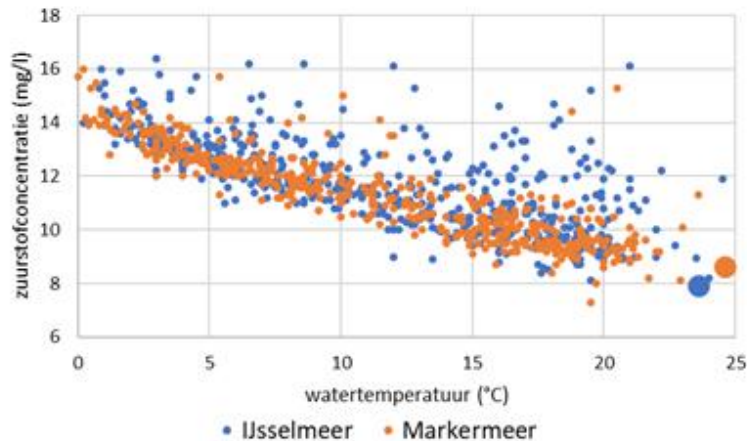
Toename van de watertemperatuur is voor de natuur in het IJsselmeergebied waarschijnlijk het belangrijkste aspect van klimaatverandering. Effecten treden op als gevolg van verschillende mechanismen (figuur 3.15), die zowel met de hogere gemiddelde waarden te maken hebben als met de toenemende kans op extremen. Mechanismen zijn onder meer een slechtere oplosbaarheid van gassen, waaronder zuurstof, verhoogd zuurstofverbruik door versnelde afbraak van organisch stof (mineralisatie), een betere oplosbaarheid van vaste stoffen zoals bepaalde voedingsstoffen en een lagere dichtheid, waardoor de kans op stratificatie kan toenemen. Een hoger waterpeil versterkt daarbij de verticale gradiënten doordat de zonnestraling minder ver doordringt.



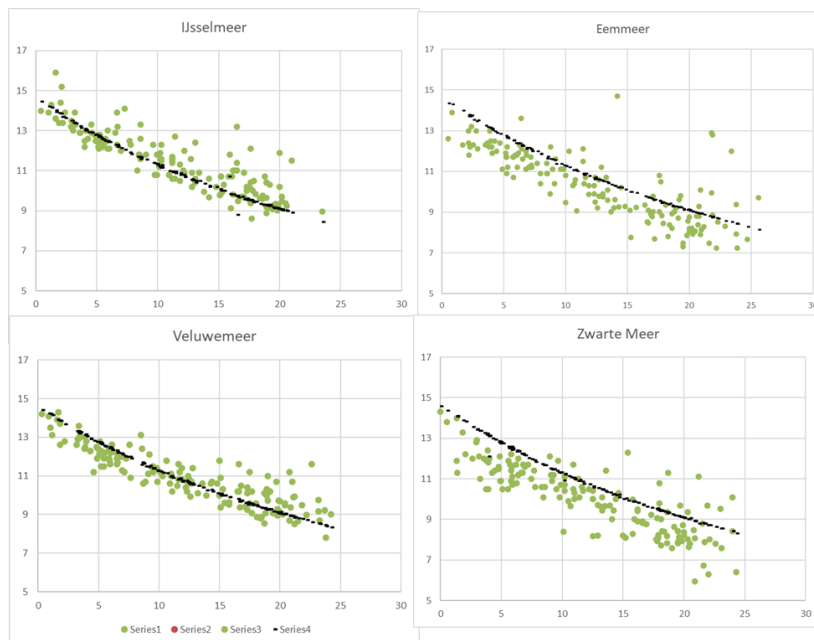
Figuur 3.15. Selectie uit veranderingen in eigenschappen van water onder invloed van temperatuurverandering. Diverse internetbronnen: www.dynamicscience.com.au; W. Volland www.800mainstreet.com; www.researchgate.net

3.4.1.1 Zuurstofbeschikbaarheid

De oplosbaarheid van zuurstof (en andere gassen) neemt af met toenemende temperatuur. Die afname geeft vooral een sterk seizoenseffect, omdat de concentratie bij verzadiging in de winter neerkomt op orde grootte 14 mg/l, en afneemt naar 8 mg/l bij 25°C. In combinatie met verhoogde consumptie en stratificatie tijdens hittegolven kan de concentratie verder afnemen, en dan wordt 't voor sommige organismen kritisch (figuur 3.16). In dergelijke omstandigheden kan in diepere gebieden de gebruikelijke dagstratificatie een aantal dagen aanhouden, waarbij de zuurstofconcentraties in de onderlaag verder dalen (zie par. 4.1.1). In sommige delen van het IJsselmeer (Eemmeer, Zwarte Meer; figuur 3.17) is nog sprake van enige onderverzadiging, waardoor de risico's groter kunnen zijn.

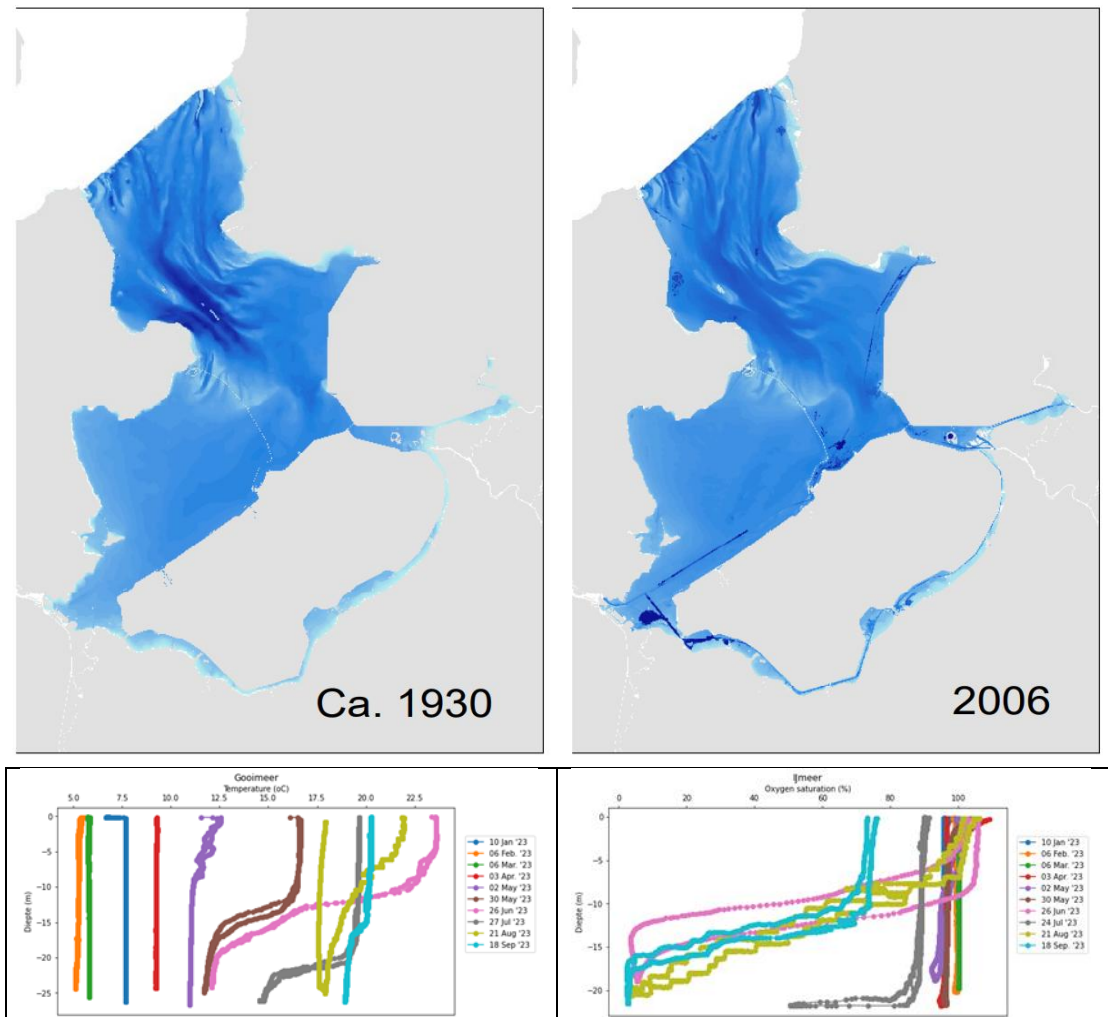


Figuur 3.16. Effecten van de opwarming van het IJsselmeer en het Markermeer in de winter en de zomer. Links: relatie tussen zomertemperatuur en zuurstof (afzonderlijke meetwaarden). Bij hogere watertemperaturen neemt de zuurstofconcentratie af. De hittegolf van 2006 is weergegeven met vergrote symbolen: er trad toen massale sterfte van zowel spiering als driehoeksmossel op. Gegevens RWS, www.waterinfo.nl.

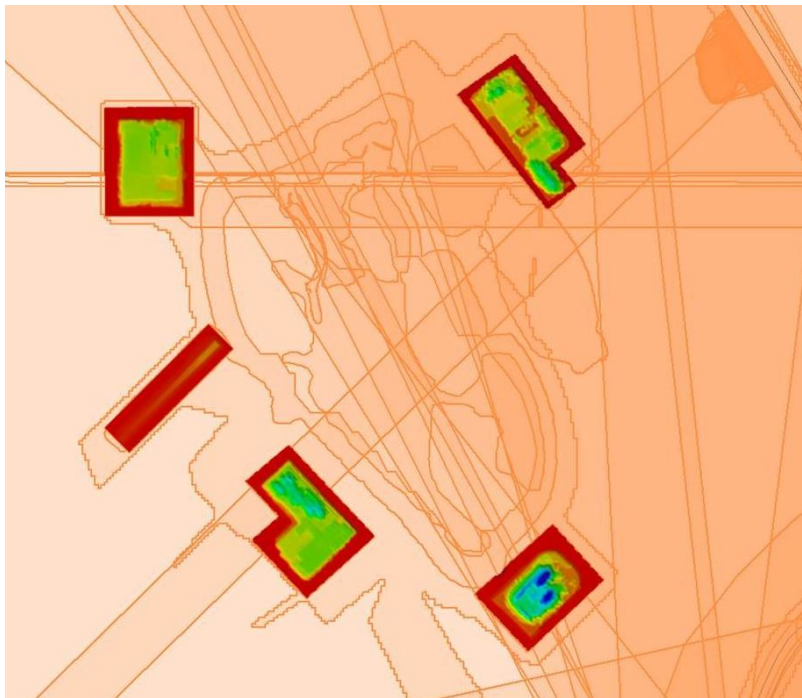


Figuur 3.17. Zuurstofconcentraties in enkele van de meren van het IJsselmeergebied in relatie tot de watertemperatuur. Zwart = concentraties bij 100% verzadiging. Oververzadiging bij hogere temperaturen kan veroorzaakt zijn door algenbloei. In het Eemmeer en Zwarte Meer gemiddeld enige onderverzadiging. Gegevens RWS, www.waterinfo.nl

In diepere delen van de meren, vooral in zandwinputten met een diepte van meer dan ca 20 meter, zoals de grote zandwinputten in het Gooimeer en het IJmeer, kan langdurige stratificatie voorkomen waarbij de zuurstofconcentraties in de onderlaag soms zeer laag worden (Noordhuis et al. 2024; figuur 3.18). Ook in de slibvangputten die zijn gegraven in samenhang met de aanleg van Marker Wadden (figuur 3.19) kan dit het geval zijn.



Figuur 3.18. Boven: Vergelijking van dieptekaarten iot 1930 en 2006, waaruit het opvullen van de oude geulen in het IJsselmeer en de komst van de belangrijkste zandwinputten naar voren komt. Uit Sterk 2010. Onder: Voorbeelden van langdurige stratificatie van temperatuur (links) en zuurstof (rechts) in diepe putten in het Gooimeer en IJmeer (uit Noordhuis et al. 2024).



Figuur 3.19. Recente lodingskaart van de slibvangputten rond de compartimenten van Marker Wadden in het Markermeer (10 april 2024; gegevens RWS-CIV, project Onderwaternatuurkaarten).

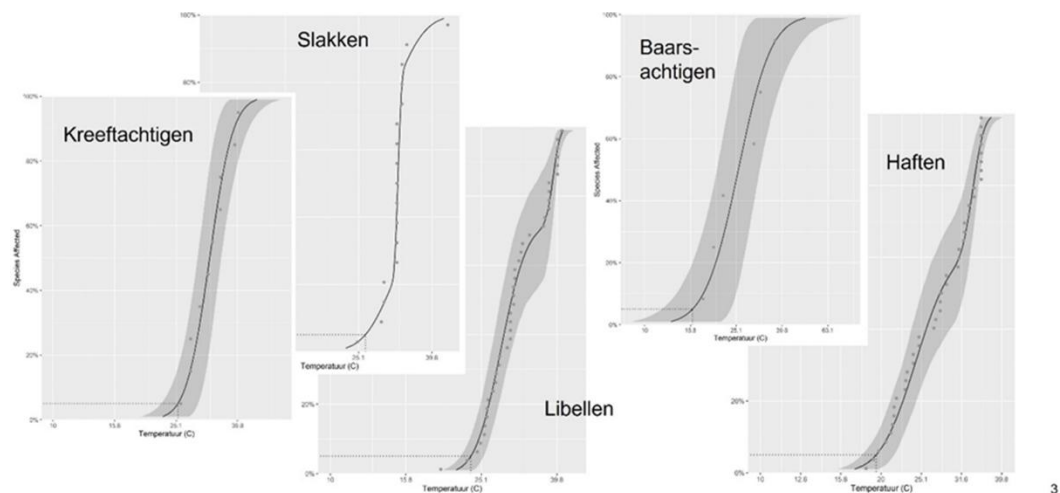
3.4.1.2 Algen en waterplanten

Planten groeien in het algemeen harder bij hogere temperaturen, totdat een bepaald optimum is gepasseerd. In combinatie met de vervroeging van het voorjaar betekent dat vooral dat het groeiseizoen langer is geworden (en wordt). Opwarming kan ook betekenen dat de voedselrijkdom toeneemt, bijvoorbeeld doordat de afbraak van organisch stof wordt versneld, waarbij voedingsstoffen weer vrijkomen (interne eutrofiëring). Daardoor wordt de kans op algenbloei versterkt, over een verlengend seizoen. In ondiepe wateren met waterplanten kan dat juist in seizoenspatroon en biomassa van waterplanten tot uiting komen. Daarbij kan echter ook de opwarming onder in de waterkolom worden beperkt, doordat waterplanten de zonnestraling naar onderen toe blokkeren.

3.4.1.3 Waterfauna

Bijna alle waterfauna is koudbloedig, wat betekent dat de activiteit wordt aangepast aan de watertemperatuur. Die balans heeft een optimum in termen van energie-uitgave, waarbij in het geval van opwarming wel enige adaptatie kan plaatsvinden (optimum verschuift naar hogere temperaturen). Tenslotte neemt echter de activiteit en eventueel de overleving af, vooral als door plotselinge veranderingen niet snel genoeg adaptatie mogelijk is. Dan treedt sterfte op, direct of eventueel enkele weken later, als de reservestoffen zijn uitgeput (voorbeelden massale schelpdiersterfte in de Waddenzee, enkele weken na een hitte-event). Massale sterfte kan ook optreden in samenhang met lage zuurstofconcentraties. De oplosbaarheid van zuurstof (en andere gassen) heeft een sterke negatieve relatie met de watertemperatuur. Zo kan de zuurstofconcentratie in de loop van het seizoen op basis van oplosbaarheid afnemen van ca 14 mg/l tot 8 mg/l bij 25°C. Dit is voor waterfauna nog geen probleem, tenzij de afname wordt versterkt door andere oorzaken, zoals verhoogd zuurstof verbruik bij afbraak van organisch stof. Dat kan bijvoorbeeld het geval zijn bij stratificatie. Stratificatie treedt op als bij warm, rustig weer de menging van de waterkolom beperkt is, versterkt door opwarming van de bovenlaag, waardoor de dichtheid van het water daar lager wordt. Het koudere water onderin is dan zwaarder en er ontstaat een spronglaag waaronder het water helemaal niet meer deelneemt aan menging.

Zo kan in diepe putten gelaagdheid ontstaan die maandenlang aanhoudt en resulteert in zuurstofconcentratie van minder dan 2 mg/l. Als het watervolume dat daarmee gemoeid is relatief groot is, kan bij menging aan het eind van het seizoen vissterfte optreden.



Figuur 3.20. Voorbeelden van tolerantiecurven van waterorganismen voor toename van watertemperatuur (percentage soorten per groep met negatief effect). Gegevens F. Collas, Radboud Universiteit Nijmegen.

In het IJsselmeergebied treedt dergelijke stratificatie op in zandwinputten en in de diepere delen van vaargeulen, in de diepste putten ook met zeer lage zuurstofconcentraties. Er kan echte ook op geringe diepte (5m) stratificatie ontstaan, die meestal 's avonds weer wordt opgeheven (dag- of microstratificatie). Tijdens een hittegolf kan deze situatie echter enkele dagen aanhouden, waarbij ook hier de zuurstofconcentratie in de onderlaag kan dalen.

Toename van de watertemperatuur betekent een afname van de dichtheid van het water. Daardoor neemt door klimaatverandering de kans op stratificatie toe en verlengt zich het seizoen.

3.4.1.4 Diversiteit en natuurdoelen

De toename van de watertemperatuur betekent dat verschillen tussen soorten in tolerantie en adaptatie vermogen kunnen resulteren in veranderingen in de soortensamenstelling. Inmiddels is ook voor Nederland aangetoond dat ook op het niveau van gemeenschappen van soorten noordwaartse verschuivingen plaatsvinden, zodat warmte-minnende soorten toenemen en koude-minnende soorten afnemen. Toename van de "Community Temperature Index" (CTI), de gemiddelde karakteristieke temperatuur van de aangetroffen soorten in een gebied, is in Nederland vastgesteld bij planten, vogels, vlinders en libellen, en ook voor vissen in de Noordzee. In buitenlandse literatuur is aangetoond dat dit in wetlands harder gaat dan in landelijk en stedelijk gebied.

Toename van het aandeel van zuidelijke soorten kan effect hebben op het doelbereik van Natura 2000 en de KRW. Soorten (bijv. vogelsoorten met N2000 instandhoudingsdoelen) kunnen afnemen doordat hun broed- of overwinterings areaal zich zodanig in noordwaartse richting verlegt dat het Nederland in mindere mate omvat. Toename van zuidelijke soorten in planten, macrofaun en visgemeenschappen kan resulteren in lagere EKR-scores bij beoordeling via de KRW-maatlatten, bijv. omdat exoten en nieuwe soorten daarin niet zijn opgenomen. Vooral als het exoten betreft die profiteren van de druk op de systemen onder invloed van klimaatverandering, kan ook een onevenredige abundantie verdeling resulteren in lagere diversiteit.

3.4.2 Wind

Wind heeft natuurlijk effect op golven, opzet (scheefstand) en stroming, en daarmee ook op de balans tussen erosie (bodemschuifspanning) en sedimentatie en de helderheid van het water. Veranderingen in wind eigenschappen zijn echter tot nu toe meer gestuurd geweest door periodieke processen (Noord Atlantische Oscillatie, die zorgde voor meer westenwind in de wintermaanden) en in kleine binnenwateren door toenemende bebouwing en begroeiing (afname wind in het binnenland). Verandering onder invloed van de wereld opwarming zijn vooralsnog onduidelijk.

3.4.3 Zout indringing en zoet water uitstoot

Zonder regulering van de waterbalans in het IJsselmeergebied zou de indringing van zout water door zeespiegelstijging natuurlijk toenemen, in de zomer versterkt door lagere rivierafvoer en in de winter door hogere afvoer en neerslag enigszins gedempt. In meer beperkte mate kan de zeespiegelstijging ook via kwel resulteren in meer zoutinflux. Binnen de meren blijft dit zout in de diepere delen als gevolg van de hogere dichtheid van zout water, waarbij het in droge perioden een zekere afstand naar binnen toe kan afleggen via de vaargeulen. De modellering hieromtrent is in ontwikkeling. De ecologische effecten daarvan zijn voorlopig beperkt, omdat de flora en fauna van het IJsselmeergebied voor veranderingen op deze schaal niet zo gevoelig is. Veel sleutelsoorten verdragen enige toename van chlorideconcentraties, en tolereren bijv. hier en daar nog steeds uitslag van licht brak polderwater. Er zijn zelfs nog relictsoorten van de oude brakke Zuiderzeegemeenschap. Sommige daarvan zijn afhankelijk van de laatste restjes brakke kwel (bijv. Gouwzee) en nemen langzaam af, andere tolereren zoet water (spiering, brakwaterpoliep, aasgarnaal).

3.4.4 Overige klimaatfactoren: verzuring

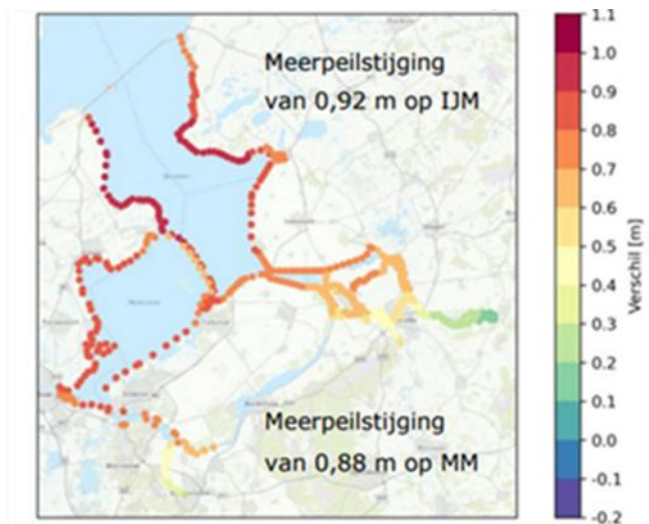
Verzuring is een probleem dat vooral bekend is uit de oceanen ("ocean acidification"). Doordat meer CO₂ in het zeewater oplost wordt de zuurgraad lager, waardoor kalkschalen van zeedieren kunnen gaan oplossen. Dat kan bijvoorbeeld leiden tot verschuivingen in soortensamenstelling van plankton naar soorten zonder kalkschaal. Hoewel er aanwijzingen zijn dat dit ook in meren een rol speelt ("lake acidification") wordt dit in Nederland nog gemaskeerd door veranderingen in zuurgraad door andere oorzaken, zoals toe- en afname van eutrofiering. Er zijn in zoet water nog geen ecologische veranderingen aan dit fenomeen toegeschreven.

3.5 Klimaatverandering en peil

Zoals in paragraaf 3.2 en 3.3 werd aangegeven heeft klimaatverandering effect op de waterkwantiteit, via veranderingen in aanvoer via de rivier, neerslag en verdamping en via de mogelijkheden voor spui in relatie tot de zeespiegel. Daarop wordt door de beheerder gereageerd vanuit veranderingen in de vraag naar aan- en afvoermogelijkheden uit de omgeving en veiligheid met aanpassingen ten behoeve van peilhandhaving. Daardoor zijn veranderingen in de waterpeilen van het IJsselmeergebied grotendeels indirect en meer afhankelijk van beheers beslissingen dan direct van klimaatverandering.

3.5.1 Autonome peilverandering

Omdat peilhandhaving bij ongewijzigd beheer (streefpeilen) lastig is bij hoge waterstanden in de Waddenzee of lage rivierafvoer, kan op lange termijn toch verandering optreden in de gemiddelde meerpeilen. Deze veranderingen zijn gemodelleerd door HKV (Botterhuis et al. 2024). Op lange termijn (2125 in figuur 3.21) resulteert dat (zonder pompen en verandering van streefpeilen) in peilstijging. Onder meer omdat de windopzet verandert (toeneemt) met de gemiddelde waterhoogte in de meren, is de mate van peilstijging niet overal gelijk, afhankelijk van de gevoeligheid voor windopzet (strijklengte, diepteverloop en oriëntatie).



Figuur 3.21. Modelberekeningen van verhoging van de gemiddelde waterpeilen in het IJsselmeergebied in 2125 bij handhaving van het huidige beheer (zonder pompen). Uit Botterhuis et al, 2024.

3.5.2 Verblijftijd

Veranderingen in waterhoogte hebben diverse gevolgen voor natuurwaarden. Zo betekent grotere diepte bijvoorbeeld minder licht op de bodem voor waterplanten, grotere duikdiepte en -kosten voor watervogels die van bodemfauna leven (bijv. mosselen) en grotere kansen op zuurstofproblemen door stratificatie (paragraaf 3.4). In het IJsselmeergebied is echter geen sprake van natuurlijk peil, zodat peilverandering volledig voortkomt uit beheersbeslissingen. Effecten van peilverandering via DPIJ-scenario's komen aan de orde in hoofdstuk 4.

Wel zijn er effecten van zeespiegelstijging op de mogelijkheden voor spui onder vrij verval. Door peilregulatie (in de toekomst met extra spuisluizen en pompen) komt klimaatverandering ook tot uiting in verandering van de verblijftijd (bijv. via toename van verdamping). Effecten van veranderingen in verblijftijd zijn vooral mogelijk in meren met een verblijftijd van enkele weken tot een maand, zoals het Eemmeer. Als de verblijftijd korter is heeft het meer een ander karakter, met minder invloed van bodemprocessen (nalevering; Hin et al. 2010) en onvolledige benutting van opgeloste voedingsstoffen. Als de verblijftijd langer wordt neemt de kans op algenbloei dan toe.

4 Interactie tussen klimaateffecten op natuur en peil en effect op gebiedsopgaven

Peilverandering heeft op verschillende manieren effect op waterkwaliteit en ecologie. In de eerste plaats verandert ook de diepte, met diverse gevolgen. In de tweede plaats verandert de relatie met de oeverzones, vooral als ook de variatie en het seizoensverloop van het peil verandert. In de derde plaats kan de relatie met omliggende wateren veranderen, bijvoorbeeld met betrekking tot verblijftijd, stroming en kwel.

4.1 Interacties natuur, peil en klimaat

4.1.1 Diep open water

In diep open water betekent peilverandering in de eerste plaats verandering in diepte. Dit heeft effect op het deel van de waterkolom waarin licht en straling kan doordringen.

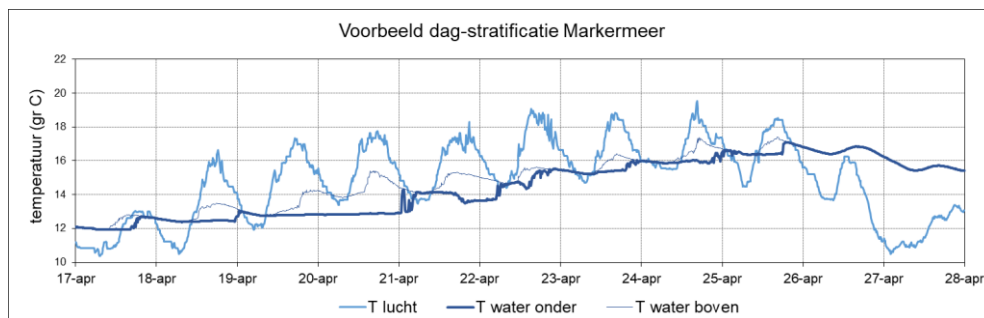
Diep water, in de huidige situatie dieper dan het voor waterplanten begroeibare areaal tot 3 meter waterdiepte in het zomerhalfjaar (KRW). In deze zone valt in principe niet genoeg licht op de bodem voor de groei van waterplanten. Hier is het belangrijkste effect van peilverandering de daarmee samenhangende verandering van de kans op stratificatie.

4.1.1.1 Stratificatie en micro-stratificatie

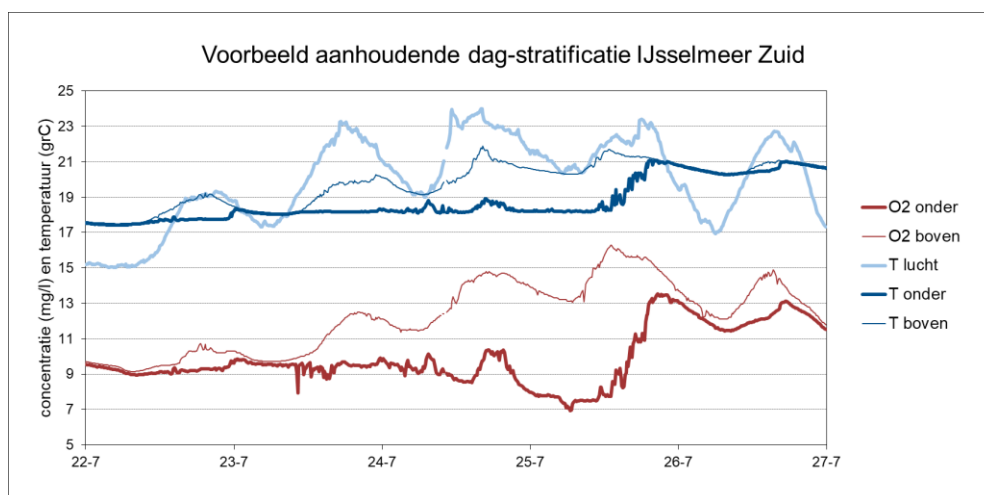
Water warmt in de eerste plaats op door straling. Daardoor warmt het bovenste deel van de waterkolom sterker op, en doordat daarbij de dichtheid afneemt heeft het warmere water de neiging bovenin te blijven hangen. Als er weinig wind en stroming is, kan daardoor stratificatie ontstaan, waarbij een spronglaag ontstaat en alleen het water daarboven nog door wind wordt gemengd.

In het Markermeer gebeurt dit in diepe putten, bijvoorbeeld in de zandwinputten in het IJmeer en Gooimeer, waar stratificatie optreedt die maandenlang kan aanhouden en die gepaard kan gaan met zeer lage zuurstofconcentraties onder de spronglaag. Klimaatverandering kan, via toename van temperatuur en straling, maar ook via afname van wind of toename van diepte, de kans op en de duur van stratificatie doen toenemen.

Ook buiten de putten kan stratificatie optreden. Dit type stratificatie, soms dag- of microstratificatie genoemd, wordt meestal in de avond weer opgeheven, als de temperatuur van de lucht daalt tot onder de temperatuur onder de spronglaag. In het IJsselmeer en Markermeer komt dit soort stratificatie over de meeste dagen voor, verspreid over het hele zomerhalfjaar. Als tijdens een hittegolf de temperaturen hoog blijven, kan de gelaagdheid echter enkele dagen aanhouden, en dan gaat ook hier het zuurstofgehalte onder de spronglaag naar beneden. Dit type stratificatie neemt toe met de kans, duur en sterkte van hittegolven, maar is ook gevoelig voor verhoging van het peil. Als daarbij de zuurstofconcentraties onder in de waterkolom flink zijn gedaald kunnen bij menging aan het eind van zo'n periode sterfte incidenten (spiering, mosselen) optreden.



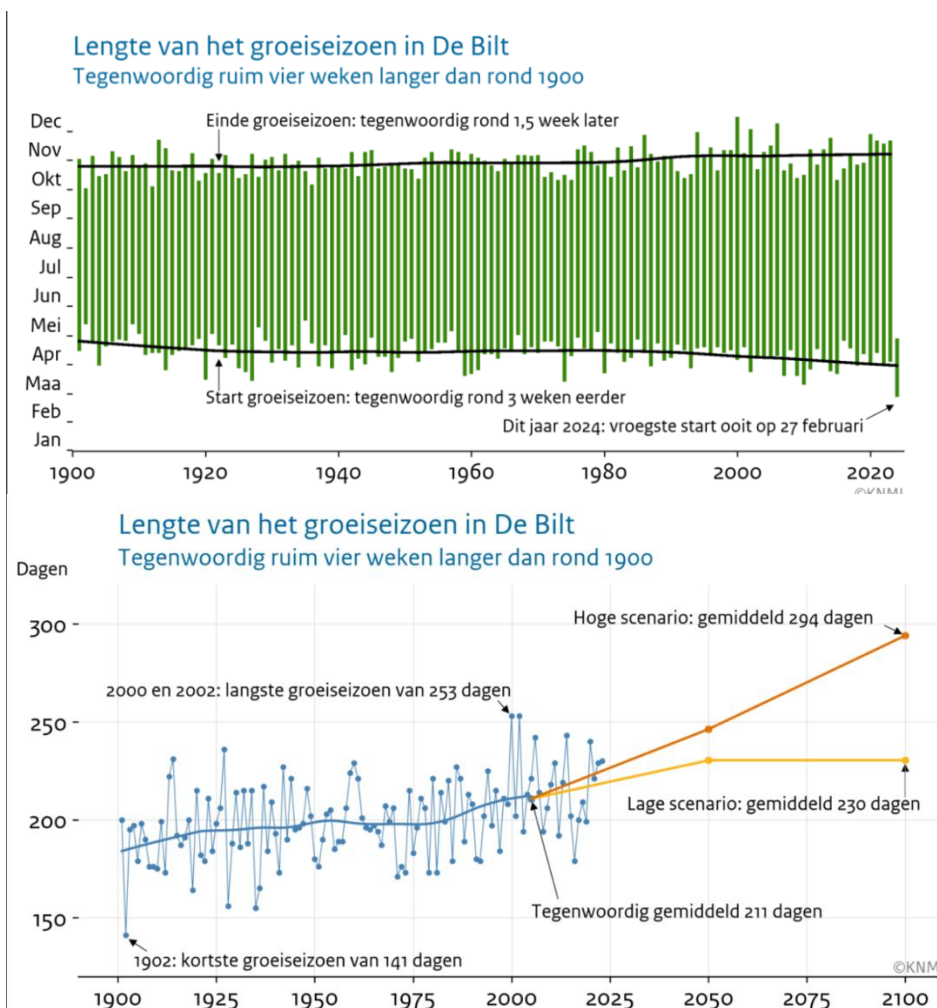
Figuur 4.1. Voorbeeld van dag- of microstratificatie in het IJsselmeergebied (Markermeer). Temperatuurverloop boven water en in het water op een halve meter onder het oppervlak en een halve meter boven de bodem. In de regel wordt dit type stratificatie in de avond opgeheven. Als de dagtemperaturen hoger worden houdt de stratificatie soms enkele dagen aan (20 april). Meetpaalgegevens RWS.



Figuur 4.2. Voorbeeld van aanhoudende dagstratificatie met dalende zuurstofconcentratie in de onderlaag. Deze figuur geeft drie dagen aanhoudende stratificatie (verschil tussen bovenste en onderste waterlaag) weer binnen een periode van vijf dagen in het IJsselmeer, in temperatuur (bovenste set; oranje = water, grijs = lucht) en zuurstofconcentraties (onderste set in blauw). De dikke lijnen geven de waarden onder het oppervlak aan, de dunne lijnen vlak boven de bodem. Gegevens RWS.

4.1.1.2 Start en lengte groeiseizoen

Een van de gevolgen van opwarming is het eerder aanbreken en verlengen van het groeiseizoen. Op het land is bij veel voorjaarsplanten bijv. een vervroeging van de bloei geconstateerd, bij vroege soorten met inmiddels ongeveer 3 weken (figuur 4.3). Voor aquatische soorten leent de monitoring zich niet voor dergelijke analyses, maar het is aannemelijk dat een dergelijke vervroeging zich hier ook heeft voorgedaan.

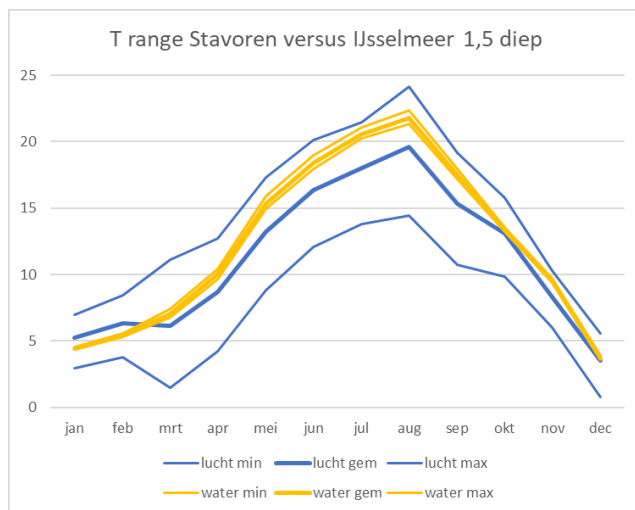


Figuur 4.3. Toename van de lengte van het groeiseizoen in De Bilt, tot nu toe vooral door vervroeging van de start van het voorjaar (boven). Onder prognoses voor het verdere verloop van deze verlenging (KNMI).

Het KNMI definieert de start van het groeiseizoen als het moment waarop de daggemiddelde temperatuur boven de 5°C stijgt en daar tot 1 juli niet meer onder komt. Dit gebeurt gemiddeld 3 weken eerder dan in 1900, tegenwoordig begin april, en volgt dus kort op de voorjaarspiek volgens het peilbesluit van het Markermeer en IJsselmeer (figuur 2.12).

In het water valt de definitieve overschrijding van de 5°C grens mogelijk eerder, enerzijds omdat door de toenemende daglengte de etmaalgemiddelde watertemperatuur dan al hoger kan zijn dan de etmaalgemiddelde luchttemperatuur, anderzijds omdat de watertemperatuur veel minder fluctueert, waardoor de overschrijding van de 5°C grens eerder definitief is. In 2024 overschreed de luchttemperatuur bij Stavoren definitief deze grens op 4 april, de watertemperatuur op 1,5 m diepte in het IJsselmeer bij Vrouwezand op 10 maart. Theoretisch begint het groeiseizoen vooral in het Markermeer dus mogelijk al voordat de peilopzet is voltooid, waardoor die opzet effect kan hebben op de vegetatie ontwikkeling.

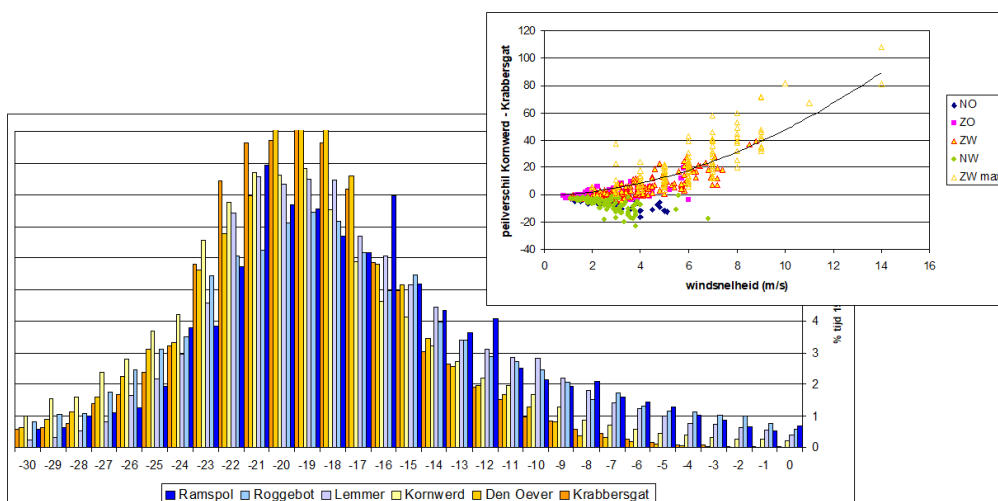
De diepte heeft daarnaast effect op de mate van demping van dag-nacht ritmiek en dag-tot-dag variatie in de lucht. Op anderhalve meter diepte is de meeste variatie verdwenen (figuur 4.4). Peilverhoging, en dus ook peilopzet in het voorjaar, verkleint de invloed van temperatuurf fluctuaties (en vergroot de kans op stratificatie). Toename van de diepte geeft minder opwarming over de gehele waterkolom, waarbij de fluctuatie in de onderlaag verder afneemt.



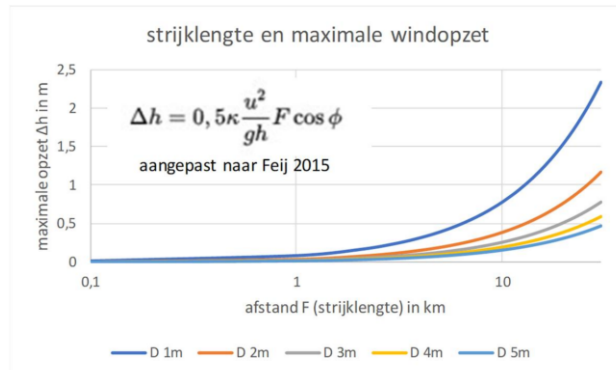
Figuur 4.4. Maandgemiddelde temperatuur en gemiddelde maxima en minima per etmaal in de lucht bij Stavoren (KNMI) en op 1,5 meter diepte in het IJsselmeer bij Vrouwezand (voor de kust van Stavoren; meetpaalgegevens RWS).

4.1.2 Oeverzones: scheefstand en golfaanval

Effecten van peilverhoging op de oeverzones van de meren zijn sterk afhankelijk van de locatie en de inrichting. Locaties op de wind, d.w.z. met een lange strijklengte bij overheersende windrichting hebben veel last van opstuwing (wind-gedomineerde locaties, HKV, zie par. 3.5.1; Botterhuis et al. 2024) dan luw gelegen locatie (meerpeil-gedomineerde locaties). Dit geeft zeer verschillende inundatiekarakteristieken en ook verschillende effecten van meerpeilverhoging. Figuur 4.5 laat als voorbeeld zien wat de relatie is tussen windsnelheid en windrichting enerzijds en het peilverschil tussen Kornwerd in het noordoosten van het IJsselmeer en Krabbersgat bij Enkhuizen. Bij stormachtige zuidwestenwind kan dat verschil oplopen tot een meter. Door ruimtelijke verschillen in gevoeligheid voor dit effect verschilt de frequentieverdeling over de actuele waterstanden ook in ruimtelijke zin. In het westen van het IJsselmeer was de verdeling in de zomers van 2005-2007 min of meer normaal rond het zomerpeil van -20 cm NAP. In het oosten, en nog meer bij Ramspol en Roggebot in de IJssel-Vecht delta, was de verdeling scheef, met een steeds sterkere vertegenwoordiging van hoogtes boven dat zomerstreefpeil. Los van bekading betekent dit dus veel hogere inundatiekansen voor hoger gelegen gronden in deze deelgebieden.



Figuur 4.5. Frequentieverdeling van waterhoogtes in IJsselmeer, Ketelmeer en Zwarte Meer, met scheve verdeling in het IJsselmondingsgebied door effecten van scheefstand. Inzet: relatietussen wind en scheefstand. Periode zomerpeil (16 april – 15 sept) 2005-2007. Uit Noordhuis et al. 2009. Meerpeilstijging geeft in het algemeen een sterkere opstuwing (figuur 4.6). HKV heeft in beeld gebracht hoe de ruimtelijke variatie is in de lokale effecten van meerpeilverhoging (figuur 4.7; Botterhuis et al. 2024). Daaruit blijkt dat die variatie groot is, en dat het bepalen van lokale effecten dus maatwerk is.



Figuur 4.6. Verband tussen de strijklengte (F) in een meer en de maximale windopzet bij storm (hier windsnelheid $U = 20,8 \text{ m/s}$ = windkracht 8-9) in meters (delta h , hier bij windrichting gelijk aan de meetrichting, dus $\cos \phi = 1$) bij verschillende diepten. U = windsnelheid, g = constante (9,81), D = diepte (aangepast naar Feij 2015).

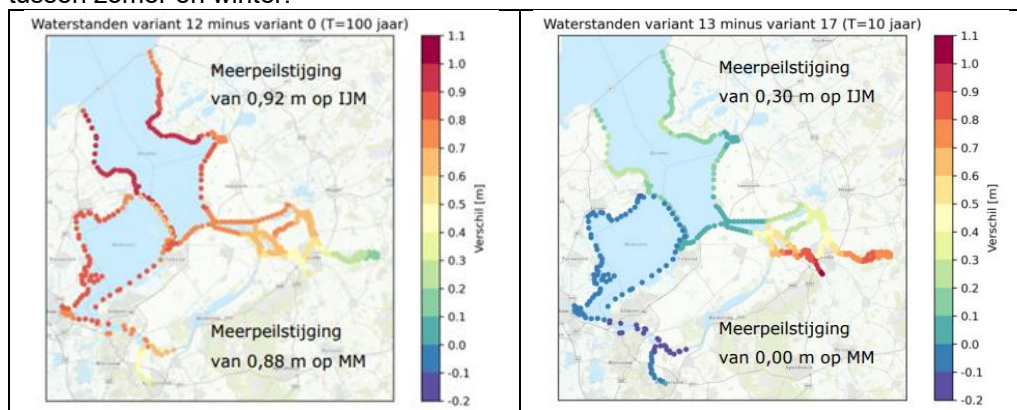
Wind brengt de bovenlaag van de waterkolom in beweging en veroorzaakt daar stroming, die in eerste instantie in de windrichting verloopt, of eventueel langs de kust afbuigt. Water wordt daardoor opgestuwd aan lagerwal (dus de kustgebieden waar de wind naar toe waait), zodat de waterstand daar hoger wordt dan aan de andere kant. In de grootste meren kan de wind op die manier via scheefstand zorgen voor grote verschillen in waterhoogte. De verhoging kan vrij eenvoudig worden berekend uit de windsnelheid, de strijklengte en de diepte (figuur 4.6). Andersom wordt het meerpeil berekend uit meerdere lokale waterstanden.

In het IJsselmeer kan in de richting van de wind tot een meter verhoging van de waterstand optreden en kan het verschil in waterhoogte met de andere kant van het meer oplopen tot anderhalve meter (figuur 4.7). Vóór de afsluiting van de zeearmen was dit effect nog sterker. De waterstandsfluctuaties in de IJsseldelta werden in de winter tot en met Zwolle vrijwel geheel door scheefstand en opstuwing bepaald. Bij westenwind vond daardoor ook opstuwing plaats in de rivier zelf, die bij flinke westerstormen bovenstrooms tot voorbij Deventer in de vorm van kortstondige hogere waterstand merkbaar kon zijn (figuur 4.8). Naast de rivierdynamiek zelf zorgt dus ook dit mechanisme voor uitwisseling van stoffen en soorten tussen de moerasgebieden in uiterwaarden en delta's en het open water. De ritmiek van deze twee mechanismen en daarmee de invloed op natuur verschilt wel: fluctuaties door scheefstand zijn van relatief korte duur en hebben een andere seizoensritmiek.

Inundatiefrequenties worden enerzijds bepaald door fluctuaties in het (gemiddelde) meerpeil, anderzijds door windcondities (opzet), en in gebieden zoals de IJssel-Vecht delta ook door fluctuaties in de rivierafvoer.

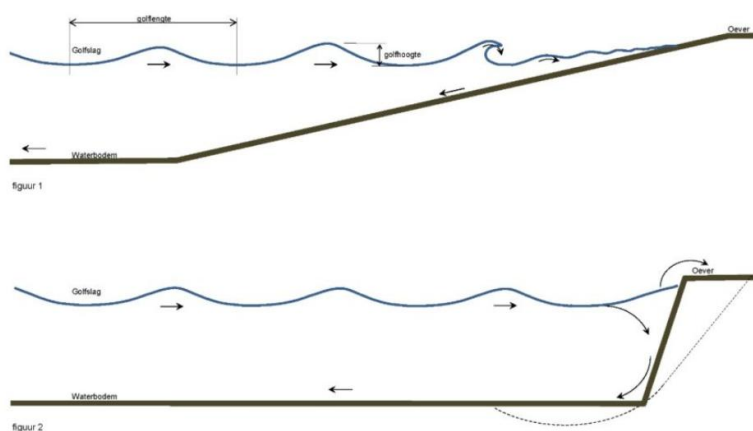
Hoe deze combinatie van factoren uitpakt is sterk locatie afhankelijk, zodat het bepalen van (ecologische) effecten maatwerk is. HKV maakt vooral onderscheid tussen meerpeil-ge domineerde locaties, waar extreme meerpeilen sturend zijn, en wind-ge domineerde locaties, waar extreme windomstandigheden de inundatieverdeling sturen. De bijgaande figuren uit Botterhuis et al. 2024 laten zien dat de mate van toename van de

inundatiefrequenties ruimtelijk sterk varieert, met relatief grote veranderingen in het IJsselmeer rond Enkhuizen en Stavoren. Dit gaat gepaard met relatief grote verschillen tussen zomer en winter.



Figuur 4.7. Modelresultaten veranderingen van ruimtelijke verschillen in meerpeilverhoging, links autonoom in 2125 (zonder extra pompcapaciteit aan de Afsluitdijk), rechts verschil tussen zomer- en winterpeil bij aangegeven meerpeilstijging in 2125 (HKV; Botterhuis et al. 2024).

Ook het diepteprofiel van water naar land is van belang voor het effect van meerpeilverhoging. Niet alleen omdat de golfwerking verandert met de diepte op zich, maar ook omdat het golfeffect op oevers met een flauwe helling anders is dan op oevers met een steile helling. In het laatste geval wordt een deel van de golfenergie die op de oever aanvalt naar beneden geleid en daar extra erosie veroorzaakt, terwijl spatwater de bovenkant van de oever verweekt, zodat afslag plaatsvindt. Bij een flauwe oever is er een veel grotere rol van de vegetatie, die in stand blijft omdat verruiging en verbossing door de golfdynamiek wordt beperkt (figuur 4.8).



Figuur 4.8. Verschillen in golfaanval en erosie op geleidelijke en steile oevers.

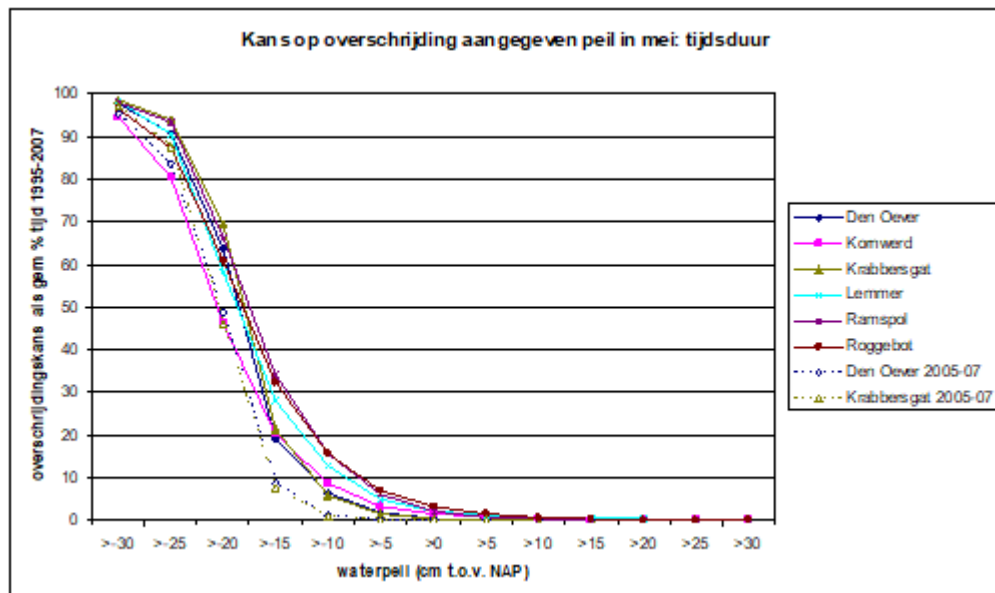
4.1.2.1 Oevervegetatie en buitendijks land: inundaties

Los van de invloed van de lokale omstandigheden gezien zijn inundaties van buitendijks land op verschillende manieren van invloed op de ecologische waarden. Soorten en vegetatietypen verdragen inundatie in uiteenlopende mate, waarbij winter-inundatie andere effecten heeft dan zomerinundatie. Daarnaast is ook de duur van de inundatie en de kwaliteit van het inundatiewater van belang. De Kievitsbloemhooilanden in de IJssel-Vecht delta hebben baat bij winterinundatie, die concurrentie met andere soorten beperkt. Tegelijkertijd zijn Kievitsbloemen gevoelig voor toename van de voedselrijkdom. Natuurdoelen op de

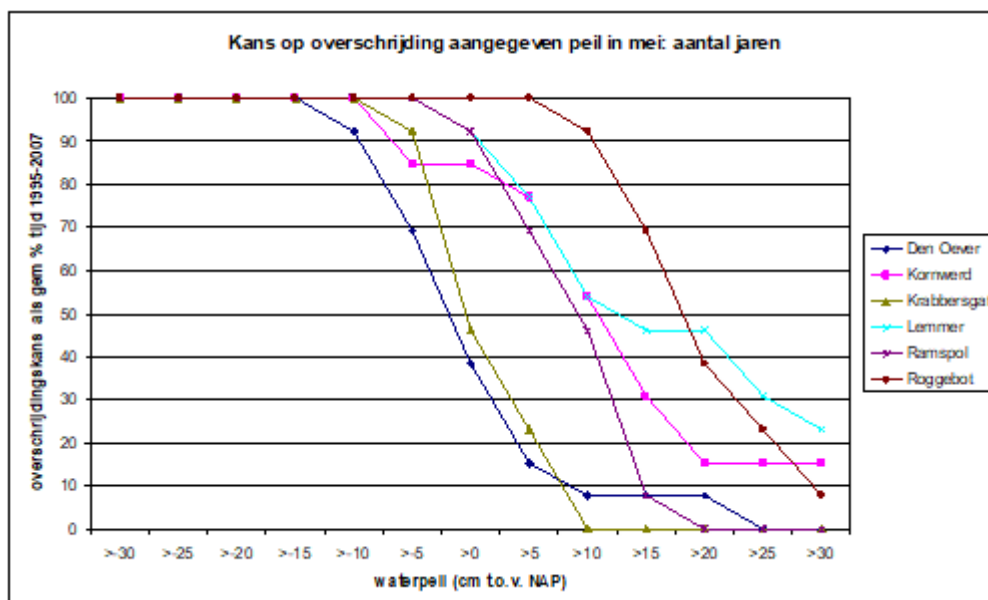
Friese waarden zijn deels afhankelijk van kwelwater dat arm aan voedingsstoffen is, en aan sulfaat, dat veenvorming remt.

De mate van inundatie hangt in de eerste plaats af van de hoogteligging van het betreffende gebied en de bedijking, in de tweede plaats van locatie, in relatie tot opstuwning. Veel van het oudere buitendijkse land heeft een maaiveld met een mediane hoogteligging van orde grootte 0-40 cm boven NAP (figuur 2.16). In natuurontwikkelingsgebieden is vaak relatief veel areaal rond NAP aangelegd, of nog iets lager ("plas-dras"). Voorbeelden van buitendijks land met mediane hoogteligging zijn weergegeven in Bijlage I.

In figuur 4.9 zijn op basis van peilgegevens van een viertal meetlocaties in het IJsselmeer en van Ramspol (Ketelmeer/Zwarte Meer) en van Roggebot (Vossemeer) de overschrijdingskansen weergegeven van de oplopende waterhoogtes in mei, uitgedrukt in tijdsduur en in de kans dat overschrijding in mei ten minste een keer voorkomt (1995-2007). Vooral bij het laatstgenoemde criterium komt naar voren dat door de scheve verdeling van waterstanden rond het streefpeil (figuur 4.5; Noordhuis et al. 2009) het risico van inundatie (los van bekading) in langs de oostkust van het IJsselmeer en in de IJsseldelta veel groter is dan langs de westkust van het IJsselmeer. In iets mindere mate geldt dat ook voor de inundatieduur.



Figuur 4.9a. Kans op overschrijding van aangegeven waterstanden in mei (% van 10 minuten waarden) op de aangegeven meetlocaties in 2005-2007. Uit Noordhuis et al. 2009.



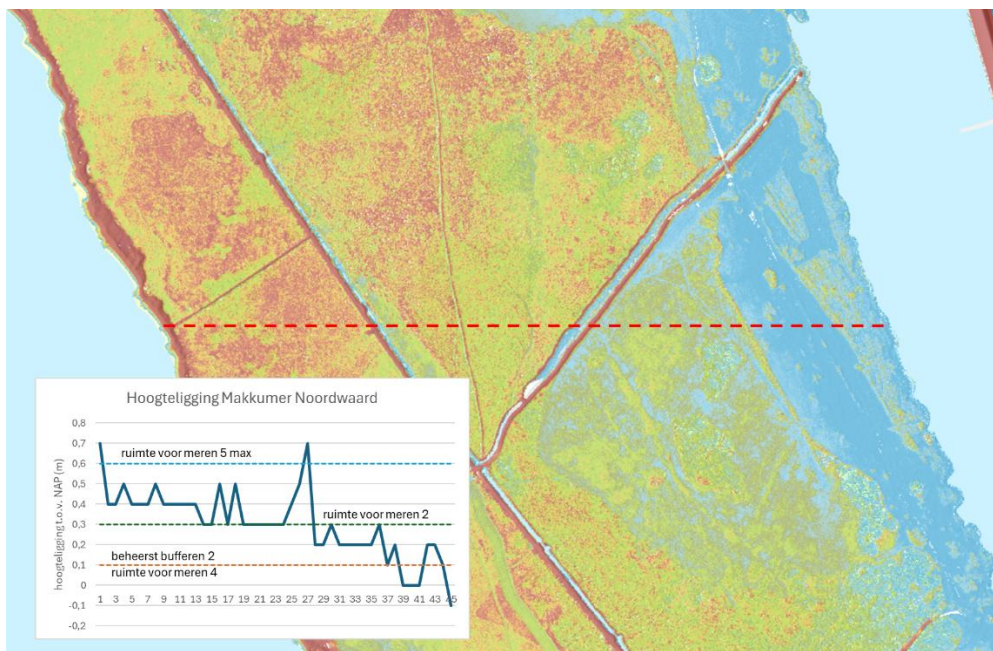
Figuur 4.9b. De verdeling van het percentage van de 13 beschikbare jaren waarin overschrijding van het aangegeven peil ten minste één keer in mei voorkwam (uit Noordhuis et al. 2009).

In het kader van voorbereiding op aspecten van klimaatverandering wordt binnen DPIJ een aantal alternatieve peilscenario's voor het IJsselmeergebied verkend. Deze worden verder toegelicht in par. 4.3. Bij vier varianten is sprake van verhoging van het zomerpeil tot boven NAP (beheerst bufferen 2 en ruimte voor meren 2, 4 en 5). In deze scenario's (met name bij ruimte voor meren 2 en 5) zal substantieel sprake zijn van permanente inundatie van buitendijks land (figuur 4.10), vooral op de wind-gedomineerde locaties. Dat betreft zowel vanouds bestaand areaal zoals in het geval van de Friese waarden als nieuw aangelegde natuurgebieden zoals in het Ketelmeer/Vossemeer en op de Marker Wadden (figuur 4.11).

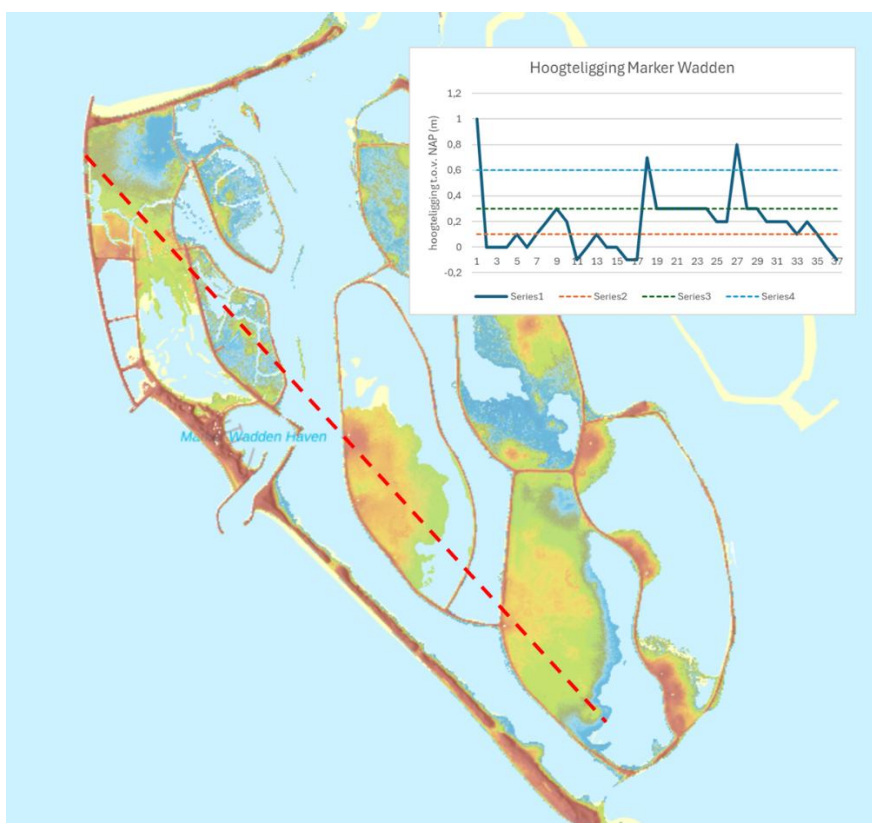
Tijdelijke inundatie van hoger gelegen delen zal frequenter plaatsvinden dan nu het geval is, maar de mate waarin hangt sterk af van de locatie. Bepaalde delen van de meren zijn gevoelig voor opstuwing, zodat de risico's relatief sterk kunnen toenemen (Botterhuis et al. 2024).

Door het permanent onderlopen van de laagst gelegen gebieden ontstaat nieuw (zeer) ondiep water. Verandering van diepte zorgt ook voor een andere golfhoogte en golfaanval. Hoe deze ontwikkelingen precies uitpakken hangt af van de locatie ten opzichte van de dominante windrichting, de strijklengte en het diepteverloop.

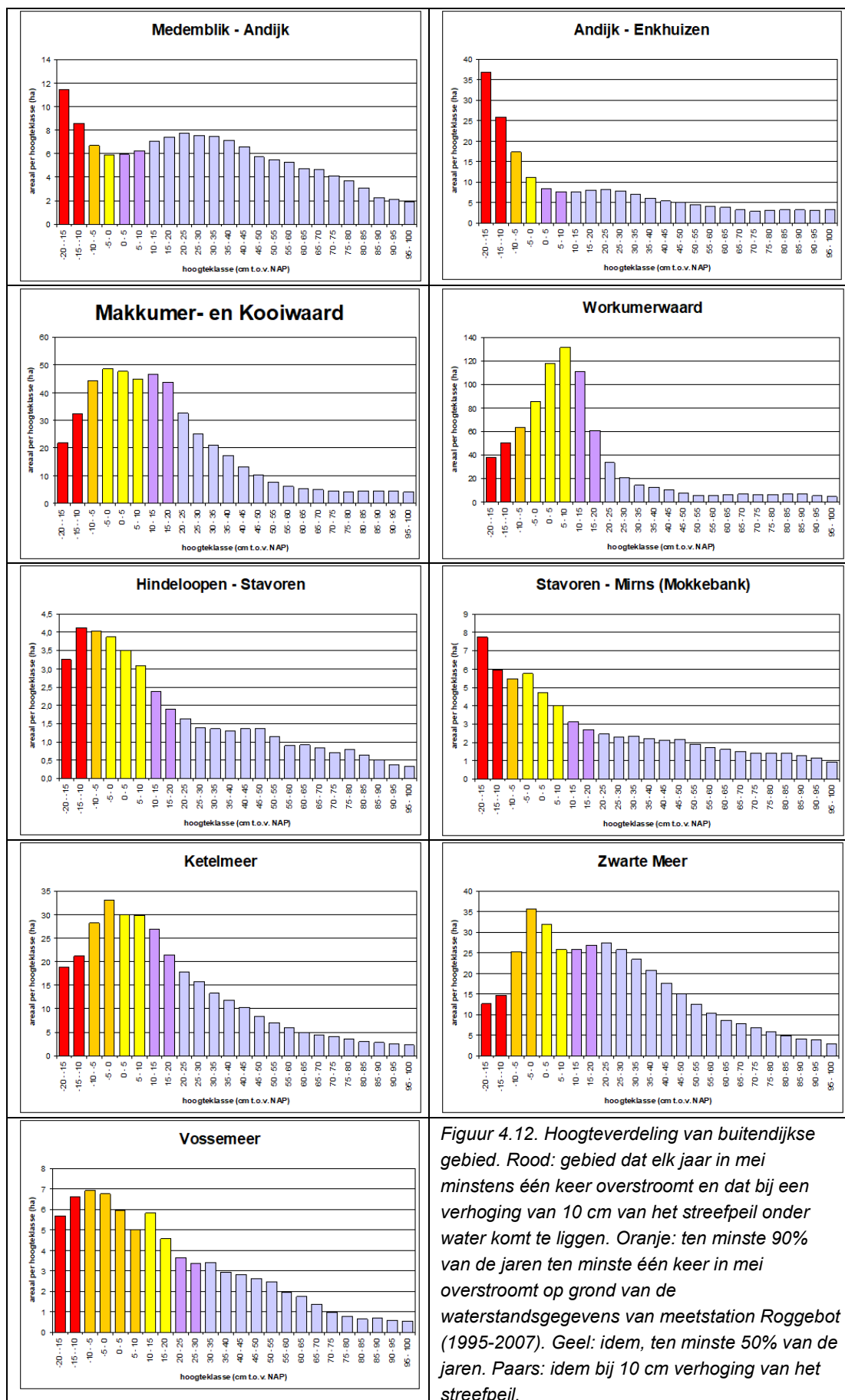
In figuur 4.12. kan voor de belangrijkste buitendijkse gebieden worden afgelezen welk aandeel onder water komt te staan bij peilverhoging, en hoe de daar boven gelegen inundatiegebieden zouden verschuiven (los van bekading; uit Noordhuis et al. 2009)). Omdat de hoogteverdeling piekt op enkele decimeters boven het huidige streefpeil neemt de hoogtezone direct boven dat huidige streefpeil in theorie aanvankelijk in areaal toe. De zones rond het huidige optimum en iets hoger, nemen in areaal af (figuur 4.13).



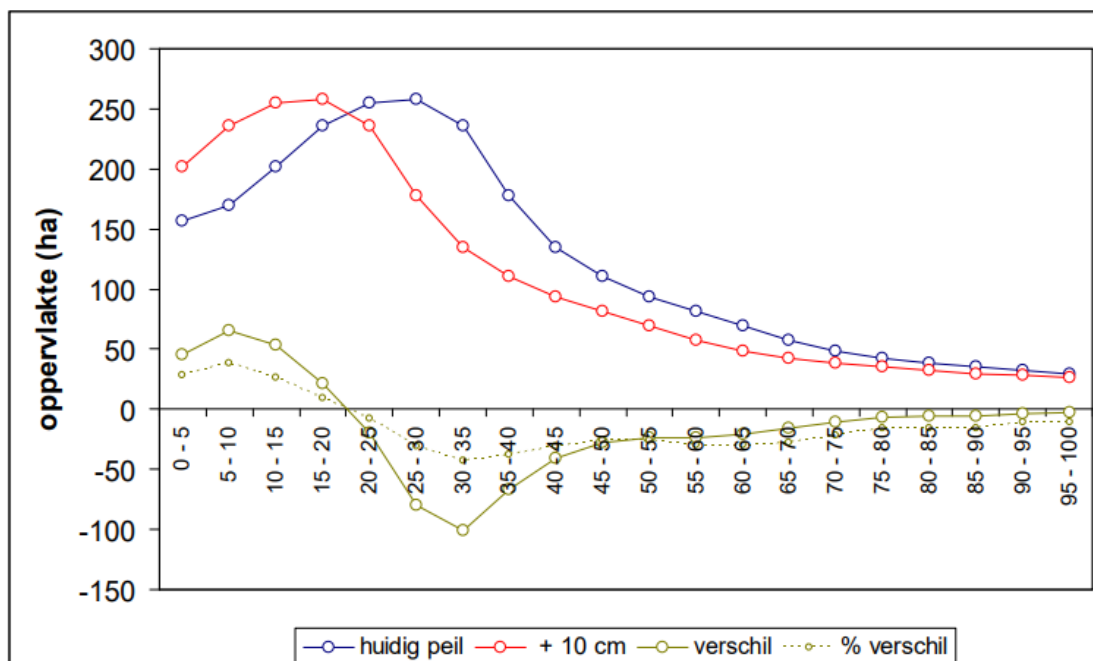
Figuur 4.10. Voorbeeld van hoogteligging van buitendijks land in relatie tot scenario's met peilstijging boven NAP: Makkumer Noordwaard. Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN).



Figuur 4.11. Voorbeeld van hoogteligging van nieuwe aangelegde natuur in relatie tot scenario's met peilstijging boven NAP: Marker Wadden (situatie 2020; AHN).



Figuur 4.12. Hoogteverdeling van buitendijkse gebied. Rood: gebied dat elk jaar in mei minstens één keer overstroomt en dat bij een verhoging van 10 cm van het streefpeil onder water komt te liggen. Oranje: ten minste 90% van de jaren ten minste één keer in mei overstroomt op grond van de waterstandsgegevens van meetstation Roggebot (1995-2007). Geel: idem, ten minste 50% van de jaren. Paars: idem bij 10 cm verhoging van het streefpeil.



Figuur 4.13. Huidige hoogteligging van een combinatie van buitendijkse gebieden boven het zomerstreefpeil van -20 cm NAP in IJsselmeer, Ketelmeer, Vossemeer en Zwarte Meer (blauw), verdeling na 10 cm verhoging van het streefpeil (rood) en het absolute en relatieve verschil (groen).

4.1.3 Connectiviteit

4.1.3.1 Zoet water Waddenzee

Spui van zoet water uit het IJsselmeer zorgt voor menging met het zoute water in de Waddenzee. Dit is gunstig voor uitgespoelde zoetwatervis, maar het creëert ook lokstromen voor trekvis en het brengt voedsel aan voor onder meer filteraars zoals mosselen in het Waddengebied.

Tegenwoordig daalt de aanvoer van zoet water via de Afsluitdijk naar de Waddenzee, vooral in het voorjaar, omdat de aanvoer vanuit de rivieren afneemt, terwijl de verdamping en ook de vraag naar zoet water toenemen. Er wordt daarom meer zoet water vastgehouden in het IJsselmeer. Hierdoor neemt het zoutgehalte in het Marsdiep en de Waddenzee sinds 2000 toe.

De toevoer naar de Waddenzee neemt af en wordt ook onregelmatiger. Ook de aanvoer van voedingsstoffen met het zoete water vermindert. Dat heeft gevolgen voor het leven in de Waddenzee. Schelpdieren als mosselen en strandgapers komen vanwege de voedselaanvoer relatief veel voor rond de spuisluisen. Bovendien verdragen mosselen een lager zoutgehalte dan zeesterren, een belangrijke predator. De mosselen zullen hier bij afname van de voedselrijkdom echter afnemen, met mogelijke gevolgen voor de rest van het voedselweb (Philippart et al. 2024). De strategieën en varianten van peilbeheer die voor het IJsselmeer worden bestudeerd in het kader van de herijking Deltaprogramma IJsselmeergebied verschillen ook in hun uitwerking op de ecologie van de Waddenzee. Het vasthouden van meer zoet water in de winter kan negatieve gevolgen van lagere aanvoer in het voorjaar mogelijk verzachten (K. Philippart, www.waddenacademie.nl). Ook de aanvoerverdeling over Den Oever en Kornwerderzand is van invloed; door verschillen in de aansluiting op geulen wordt het zoete water vanuit Den Oever sneller doorgevoerd, vanuit Kornwerderzand wordt het meer verspreid.

Vanouds heeft Den Oever meer spuicapaciteit dan Kornwerderzand (15 resp. 10 spuiokers), maar na 2000 is het aandeel van Den Oever in de totale spui gedaald van 60 naar 50%. Door de twee nieuwe spuisluizen (8 kokers) en het nieuwe pompgemaal zal dit aandeel weer gaan toenemen.

4.1.3.2 Extra Spuicapaciteit Afsluitdijk.

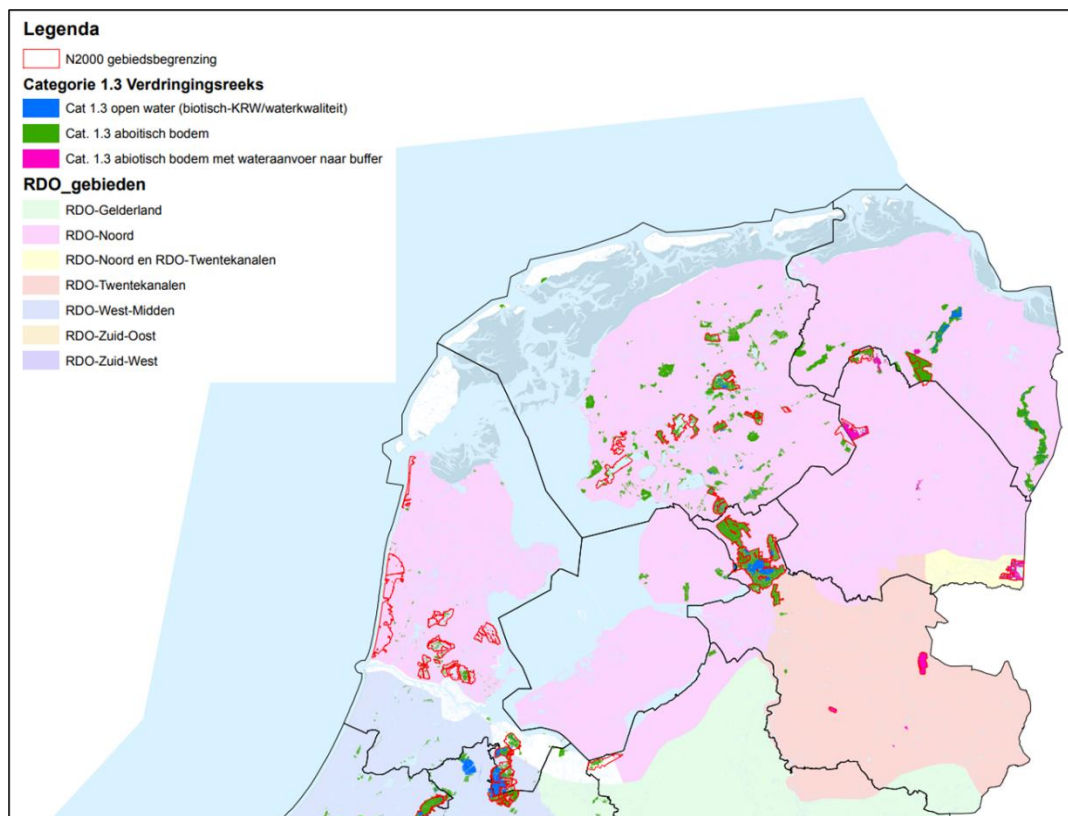
De MER Extra Spuicapaciteit Afsluitdijk (2005) beschrijft de effecten van de bouw van een extra spuisluis (met vispassage), die spui onder vrij verval moest mogelijk maken tot 2050. Negatieve effecten van spui bij Den Oever op de bodemfauna in de Waddenzee werden sterker ingeschat dan die van spui bij Kornwerderzand, omdat hier een grotere afstand moet worden afgelegd naar dieper water, waarbij een groot gebied tussen Den Oever en Breezanddijk (met kokkels en mosselzaad) wordt beïnvloed. Vanuit dit oogpunt werd dus de voorkeur uitgesproken voor extra spui bij Kornwerderzand, ook omdat, in combinatie met een sterkere vloedstroom in deze richting en een daarmee samenhangende grotere hoeveelheid trekvis, de lokstroomwerking van het zoete water voor trekvis het best tot z'n recht komt.

Uiteindelijk is besloten tot de bouw van een gemaal (voorkeursbeslissing 2012) en twee extra spuisluizen en bij Den Oever (oplevering eind 2026) en een vismigratierivier bij Kornwerderzand (oplevering 2025).

4.1.3.3 Natuurgebieden omliggende regio's.

Voor de regionale watervoorziening wordt in de zomerperiode voor diverse functies vanuit het IJsselmeergebied water op vele uitwisselpunten aangevoerd naar de omliggende regio's. Via deze punten vindt ook ecologische uitwisseling plaats tussen het IJsselmeergebied en de regionale wateren (onder meer vismigratie). Verder wordt via deze uitwisselpunten water aangevoerd naar (kwetsbare) natuurgebieden in het achterland. Water- en weidevogels kunnen afwisselend gebruik maken van binnen- en buitendijks gelegen natuur gebieden voor broeden en of foerageren.

In geval van een (dreigend) watertekort is de waterverdeling op basis van de regionale uitwerking van de landelijke verdringingsreeks vastgelegd in de Bestuursovereenkomst Waterverdeling regio IJsselmeergebied (2022). Voor natuur wordt hierbij onderscheid gemaakt tussen beschermde kwetsbare natuur waarvoor onomkeerbaar schade dient te worden voorkomen en niet kwetsbare natuur. Onomkeerbare schade kan betrekking hebben op een watertekort (kwantiteit), maar ook op de waterkwaliteit. Kwetsbare natuurgebieden hebben doorgaans een beschermde status in het kader van N2000, Vogelrichtlijn en of Habitatrichtlijn. Naar aanleiding van de droogte 2018 zijn deze beschermde kwetsbare natuurgebieden (verdringingsreeks categorie 1.3) met wateraanvoer vanuit het IJsselmeergebied in onderstaande kaart vastgelegd. Opgemerkt zij, dat de duingebieden in Noord Holland en natuurgebieden in het oostelijk deel van Overijssel niet vanuit het IJsselmeergebied van water worden voorzien.



Figuur 4.14. Wateraanvoer natuur in categorie 1.3 van de verdringingsreeks (beschermde, kwetsbare natuur, seizoen 2020, uit Handleiding Verdringingsreeks).

In het rapport Waterverdeling regio IJsselmeergebied, achtergronddocument (november 2021), is de watervraag voor beschermde kwetsbare natuur (categorie 1.3) en overige natuur (categorie 4.1) per waterschap aangegeven (figuur 4.14). In geval van watertekort tijdens de zomer is voor kwetsbare natuur (categorie 1.3) 7,2 m³/s nodig en voor peilhandhaving van overige natuur (categorie 4.1) 52 m³/s.

De watervraag van kwetsbare natte natuurgebieden (categorie 1.3) die tevens zijn gelegen in peilhandhaving veengebied (categorie 1.2), is de watervraag opgenomen onder de hoogste subcategorie (1.2). Dit is bijvoorbeeld het geval voor het Bargerveen. Hierbij gaat het om een totale watervraag van maximaal 23,4 m³/s (incl. gebieden, die geen natuurgebied zijn).

4.2 Relatie met gebiedsopgaven

4.2.1 Kaderrichtlijn Water

De beoordeling voor de kaderrichtlijn water maakt gebruik van vier biologische kwaliteitselementen: vis, macrofauna, fytoplankton en overige waterflora. De toetsing is gebaseerd op maatlaten per watertype.

De toetsingsresultaten t/m 2024 zijn te vinden op www.waterkwaliteitsportaal.nl. De wateren die in dit rapport worden beschouwd behoren tot de watertypen M21a/b (Markermeer en IJsselmeer; grote, diepe, gebufferde meren zonder/met verbinding met zee), M14 (Randmeren; ondiepe, matig grote, gebufferde plassen) of R7 (IJssel; langzaam stromende rivier/nevengeul op zand/klei).

Bij de meest recente beoordeling (2024) is de status in het gebied in het algemeen matig of goed, met uitzondering van macrofauna in het Markermeer.

Geen van de waterlichamen was volgens de KRW maatlaten in 2024 ecologisch volledig op orde (groen, d.w.z. grenswaarden voor Goede Ecologische Toestand bereikt). Doelbereik in 2027 wordt aangegeven als “redelijk zeker” of “vrijwel zeker”, maar gezien de ontwikkelingen over de vier beschikbare beoordelingen vanaf 2009 lijkt dat hier en daar nogal optimistisch.

Tabel 4.1. Meest recente beoordeling van de KRW waterlichamen in het IJsselmeergebied (factsheets waterkwaliteitsportaal). Biologische beoordeling KRW IJsselmeer 2024. Groen = goed (Goede Ecologische Toestand bereikt), geel = matig, oranje = ontoereikend, rood = slecht. In de rivieren wordt fytoplankton niet beoordeeld.

IJsselmeer (M21b)

Biologie	GEP	Toestand				Doelbereik 2027
		2009	2015	2021	2024	
Macrofauna (EKR)	>= 0.39	X				Vrijwel zeker
Overige waterflora (EKR)	>= 0.40	X	X			Vrijwel zeker
Vis (EKR)	>= 0.52	X				Redelijk zeker
Fytoplankton (EKR)	>= 0.47	X				Redelijk zeker

Ketelmeer en Vossemeer (M14)

Biologie	GEP	Toestand				Doelbereik 2027
		2009	2015	2021	2024	
Macrofauna (EKR)	>= 0.48	X				Redelijk zeker
Overige waterflora (EKR)	>= 0.50	X				Vrijwel zeker
Vis (EKR)	>= 0.25	X				Redelijk zeker
Fytoplankton (EKR)	>= 0.60	X				Vrijwel zeker

Zwarte Meer (M14)

Biologie	GEP	Toestand				Doelbereik 2027
		2009	2015	2021	2024	
Macrofauna (EKR)	>= 0.46	X				Redelijk zeker
Overige waterflora (EKR)	>= 0.60	X				Vrijwel zeker
Vis (EKR)	>= 0.40	X		A		Redelijk zeker
Fytoplankton (EKR)	>= 0.60	X				Vrijwel zeker

IJssel (R7)

Biologie	GEP	Toestand				Doelbereik 2027
		2009	2015	2021	2024	
Macrofauna (EKR)	>= 0.50	X				Redelijk zeker
Overige waterflora (EKR)	>= 0.50	X				Redelijk zeker
Vis (EKR)	>= 0.25	X	X			Redelijk zeker
Fytoplankton (EKR)	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT	NVT

Markermeer(-IJmeer) (M21a)

Biologie	GEP	Toestand				Doelbereik 2027
		2009	2015	2021	2024	
Macrofauna (EKR)	>= 0.42	X				Redelijk zeker
Overige waterflora (EKR)	>= 0.55	X	X			Redelijk zeker
Vis (EKR)	>= 0.60	X				Redelijk zeker
Fytoplankton (EKR)	>= 0.58	X				Redelijk zeker

Randmeren Zuid (M14)

Biologie	GEP	Toestand				Doelbereik 2027
		2009	2015	2021	2024	
Macrofauna (EKR)	>= 0.50	X				Redelijk zeker
Overige waterflora (EKR)	>= 0.60	X	X			Redelijk zeker
Vis (EKR)	>= 0.30	X				Redelijk zeker
Fytoplankton (EKR)	>= 0.60	X				Vrijwel zeker

Randmeren Oost (M14)

Biologie	GEP	Toestand				Doelbereik 2027
		2009	2015	2021	2024	
Macrofauna (EKR)	>= 0.44	X	X			Vrijwel zeker
Overige waterflora (EKR)	>= 0.60	X				Vrijwel zeker
Vis (EKR)	>= 0.40	X	X			Redelijk zeker
Fytoplankton (EKR)	>= 0.60	X				Vrijwel zeker

4.2.1.1 Waterkwaliteit en plankton

Klimaatverandering kan op diverse manieren de KRW beoordeling voor waterkwaliteit en plankton in het IJsselmeer beïnvloeden. Opwarming van het water kan verhoogde algenproductie veroorzaken, maar ook verhoogde mineralisatie (afbraak van organisch stof) en zuurstofverbruik. Zeespiegelstijging kan zoutindringing doen toenemen.

Peilverhoging voegt hieraan waarschijnlijk weinig toe, te meer daar temperatuurf fluctuaties op grotere diepte worden gedempt. Wel neemt de kans op stratificatie toe, en daarmee de kans op accumulatie van voedingsstoffen. In combinatie met lage zuurstofconcentratie kan de nalevering van fosfaat vanuit de bodem van diepe putten toenemen.

4.2.1.2 Vegetatie

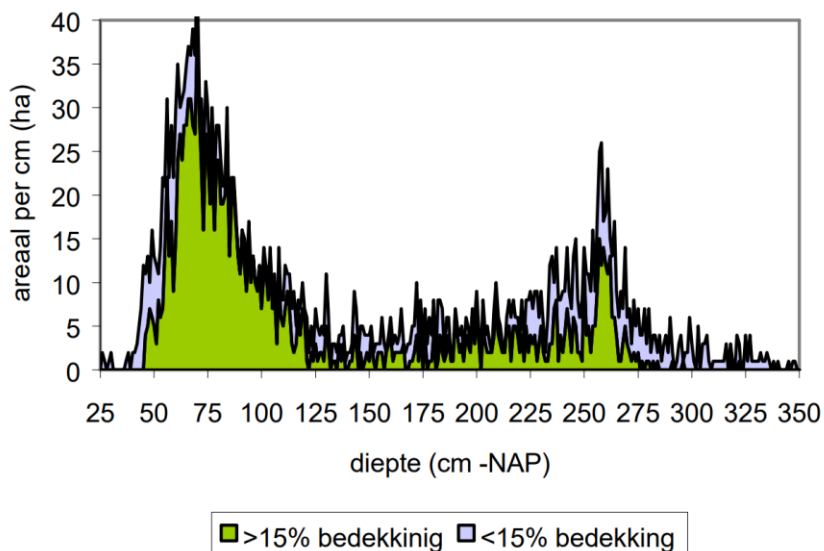
De vegetatie wordt zowel door klimaatverandering zelf als door peilverhoging beïnvloed. De klimaatinvloed bestaat vooral uit verlenging van het groeiseizoen, naast enige invloed van klimaat-gestuurde veranderingen in lichtbeschikbaarheid (toename van algengroei).

Peilverhoging heeft direct invloed op waterplanten, omdat door de toenemende diepte de lichtbeschikbaarheid bij de bodem afneemt. Het begroeibaar areaal (IJsselmeergebied voor de KRW tot 3 m waterdiepte) neemt dus af. In het IJsselmeer en Markermeer bedraagt het areaal met een waterdiepte tot 3 meter bij zomerpeil ongeveer 20% van het totale areaal (in de randmeren veel meer). Bij peilverhoging neemt dat percentage zodanig af dat het ongeveer halveert bij een zomerpeil van 30 cm boven NAP. Het relatieve areaal wordt niet beoordeeld onder de KRW. De beoordeling via de maatlat kan daardoor zelfs gunstiger worden, omdat bij hoger peil minder sediment wordt opgewerveld. Daardoor wordt het water iets helderder waardoor de gemiddelde bedekking binnen het begroeibare areaal tot 3 meter wat hoger kan worden. Een halvering van het begroeibare areaal is natuurlijk wel een uitdaging voor de ecologische robuustheid van het systeem en daarmee voor de PAGW opgaven. Ook de aantallen watervogels in verhouding tot de doelstellingen van soorten die foerageren op waterplanten of de fauna die daarmee is geassocieerd, reageren primair op veranderingen in (begroeibaar) areaal.

Tabel 4.2. Percentage van het totale oppervlak van de meerbodems dat volgens de KRW norm (tot 3 meter waterdiepte) begroeibaar is voor waterplanten.

Zomerpeil	% tot 3m IJsselmeer	% tot 3m Markermeer	Veluwemeer
-20cm	20	22	90
-10cm	16	19	89
+10cm	14	13	82
+30cm	11	5	68
+60cm	7	2	57
Totale oppervlakte (ha)	114.000	70.000	3100

In de randmeren is de situatie anders. Daar is de gemiddelde diepte zodanig gering dat het begroeibare areaal een veel groter aandeel van de meren beslaat. Tegenwoordig zijn deze arealen ook grotendeels (weer) begroeid. Het diepteverloop van de vegetatie vertoont hier een sterke interactie met onder meer begrazing door vogels. Vaak is er een tweedeling in dieptezones (zie figuur 4.15), met een accent op de ondiepe kant van de diepte gradiënt. Daardoor is hier minder effect van peilverhoging op de robuustheid van het systeem en PAGW doelen. Het effect op de relatie met vogels is echter wel groot, omdat de bereikbaarheid van het voedsel per soort verschilt in samenhang met duikvermogen en nek lengte.



Figuur 4.15. Diepteverdeling van het Veluwemeer met verdeling van het aandeel dat met kranswier was begroeid in 1990.

Als veranderingen in peilbeheer leiden tot minder peilfluctuaties, wordt ook de oevervegetatie negatief beïnvloed, omdat het strooisel in de vegetatie in de winter minder wordt weggespoeld. Daardoor verruigt de vegetatie en treedt geleidelijk meer bosgroei op. Land-water overgangen met riet en biezten in het water nemen in omvang af.

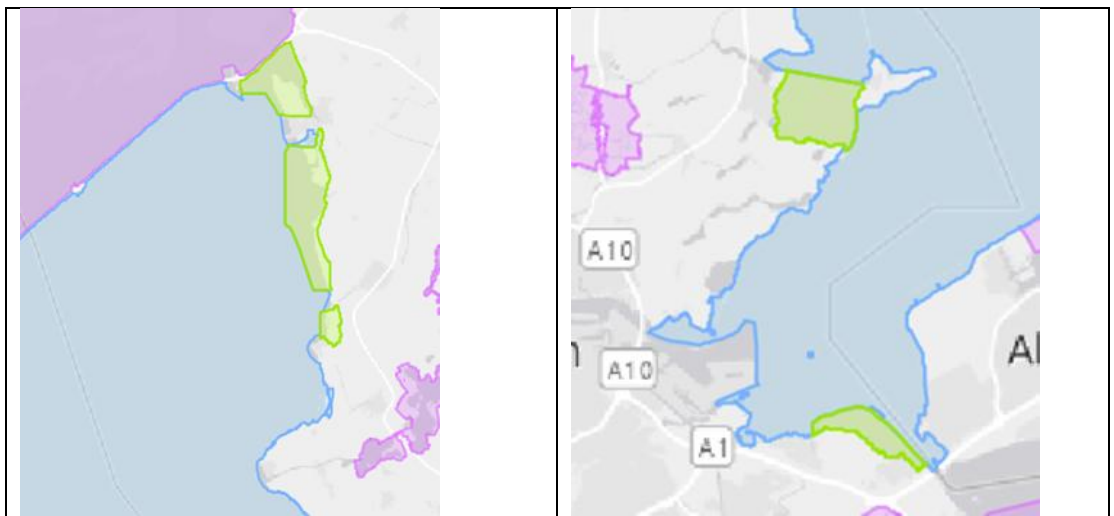
Vegetatie kan via beschaduwing de opwarming van water beperken. Dat geldt op korte afstand van de oever voor bomen en oevervegetatie, maar over grotere arealen ook voor helofyten (riet en biezten die in het water staan) en waterplanten. Voor de laatste twee geldt dat afname van kwaliteit en areaal dus kan leiden tot sterkere opwarming van het water.

4.2.1.3 Macrofauna en vis

Opwarming van het water en peilverhoging kunnen leiden tot een grotere kans op stratificatie, en in combinatie met verhoogde mineralisatie en algenbloei tot een lagere zuurstofbeschikbaarheid. Incidenten met massale sterfte van vis of bodemfauna kunnen vaker gaan optreden. Als stratificatie niet optreedt kunnen diepere delen van de meren overdag juist relatief koel blijven, waardoor ze voor vis refugia kunnen vormen.

4.2.2 Natura 2000

Nagenoeg al het water van de meren van het IJsselmeergebied, met uitzondering van het Nijkerkernauw, het grootste deel van het Gooimeer (buiten deelgebied zuidoever) en enkele kleine stukjes water bijv. bij IJburg, Lemmer en de Maximacentrale, is aangewezen in het kader van de Vogelrichtlijn. Het Zwarte Meer en de Veluwerandmeren zijn tevens in hun geheel aangewezen in het kader van de Habitatrichtlijn. Daarnaast zijn binnen het IJsselmeer de Friese waarden voor de habitatrichtlijn aangewezen en binnen het Markermeer-IJmeer de zuidelijke helft van de Gouwzee en een gebied voor de kust van Muiden in het zuidelijke deel van het IJmeer (figuur 4.16). In de volgende paragrafen is weergegeven welke soorten en habitats in deze gebieden zijn beschermd.



Figuur 4.16. Deelgebieden in het IJsselmeer en Markermeer-IJmeer die behalve onder de Europese Vogelrichtlijn ook in het kader van de Habitatrichtlijn beschermd zijn.

4.2.2.1 Natura 2000 habitats

In tabel 4.3 is weergegeven welke habitattypen in het Zwarte Meer, de Veluwerandmeren en de in figuur 4.16 aangegeven deelgebieden van IJsselmeer en Markermeer zijn beschermd in het kader van de Europese Habitatrichtlijn.

Tabel 4.3. Overzicht van de aangewezen Natura 2000 habitats in de meren van het IJsselmeergebied met een indicatie van het effect van peilverhoging. = behoudsdoelstelling oppervlakte en kwaliteit, > uitbreiding oppervlakte en verbetering kwaliteit. Relatieve bijdrage: C = <2% landelijk areaal, B1 = 2-6%. B2 = 6-15%, A1 = 15-30%, A3 = 50-75%. <https://www.natura2000.nl/gebieden/>

Habitat (met subtype)	IJssel-meer	Marker-meer	Zwarte Meer	Veluwe-randmeren	Peilverhoging
H1330B Schorren en zilte graslanden (subtype binnendijks)	= (C)				Afname door verzoeting
H3140 Kranswierwateren	= (B1)	= (A1)	= (B2)	= (A3)	Afname door verdieping, op langere termijn kolonisatie nieuwe ondiepten
H3150 Meren met (krabbenscheer en) fonteinkruiden	= (A1)	= (C)	>(B2)	= (B1)	Afname beperkt door vervanging ondiep groeiende soorten door Doorgroeid Fonteinkruid
H6430A Ruigten en zomen (moerasspirea)	= (C)			= (C)	Afname, herstel op termijn door kolonisatie nieuwe randen (trager dan subtype B)
H6430B Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	= (C)		= (C)	= (C)	Flexibel, schuift mee met peil, mogelijk tijdelijk kwaliteitsverlies
H6510B Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (grote vossenstaart)			>(B1)		Afname bij permanente inundatie
H7140A Overgangs en trilvenen	= (C)				Afname door voedsel- en sulfatrijk water

De effecten van klimaat en peilverhoging op de buitendijkse Natura 2000 habitats zijn vergelijkbaar met die voor water- en oevervegetatie onder de KRW. Voor kranswieren (H3140) en (in mindere mate) fonteinkruiden (H3150) zal het begroeibare areaal bij peilverhoging afnemen. Dit geldt waarschijnlijk relatief sterk voor kranswier, omdat die relatief ondiep groeien (grote lichtbehoefte). Afname van areaal is eventueel te verwachten voor ruigten en zomen (H6430) op locaties waar deze nu door de dijken worden begrensd, maar waar voldoende ruimte is kan deze vegetatiegordel met het peil meeschuiven. Wel zal voor dit type sterkere peilfixatie (bijv. door de mogelijkheid van pompen) kwaliteits- en tenslotte areaalverlies opleveren. Vossenstaarthooilanden (H6510; kievitsbloemhooilanden Zwarte Meer) en Overgangs en Trilvenen (H7140; IJsselmeer Friese kust) zijn zeer gevoelig voor peilverandering (en inundatie met eutroof water) en zullen bij peilverhoging in toenemende mate bedreigd worden.

H1330B Schorren en zilte graslanden, subtype binnendijks: Alleen aangewezen voor de Friese kust in het IJsselmeer. Graslanden met een marien verleden die zilt zijn gebleven door brak of zout grondwater. Relicten aangewezen in de Makkumer en Workumerwaarden. Plantensoorten als Zilt Torkruid, Zilte Zegge, Melkkruid, Schorrenzoutgras, Zilte Rus en Zilte Schijnsparrie, bijvoorbeeld in graslanden van het Dotterbloemverbond. Deze relictten zijn op hun retour door ontzilting. Versterkte toevoer van zoet water bij peilverhoging zal die afname versnellen.

H3140 Kranswierwateren: Gemeenschap van verschillende soorten kranswieren, aangewezen voor alle habitatrichtlijngebieden van het IJsselmeergebied. Belangrijke vegetaties in de Gouwzee, het IJmeer en de Veluwerandmeren. Bijzondere rol voor de soort Sterkranswier, die apart wordt gekarteerd en voorkomt in internationaal waardevolle bestanden. Deze soort wordt hoger dan de andere soorten en komt dieper voor (waterdiepte van 1,5 – 2,5 meter).

Kranswieren vragen relatief veel licht op de bodem en kunnen dus afnemen als het water dieper wordt, ook door verschuiving van de concurrentiepositie met hogere waterplanten die dieper groeien, zoals Doorgroeid Fonteinkruid (H3150). De aanwezigheid van kwelwater speelt mogelijk een gunstige rol, waardoor toename van tegendruk door peilstijging weer minder gunstig kan zijn.

H3150 Meren met fonteinkruiden: Eveneens aangewezen voor alle habitatrichtlijngebieden. Het gaat in de meeste meren eigenlijk alleen om de gemeenschap (associatie) van Doorgroeid Fonteinkruid, die zorgt voor een gunstige staat van instandhouding. Deze soort kan bij voldoende helderheid op grotere diepte voorkomen dan de meeste andere soorten, en komt bijvoorbeeld in het Markermeer in de Hoornsche Hop voor als nagenoeg enige soort op dieptes van 2 tot ten minste 3 meter. Bij een hoger peil kan het verlies aan areaal enigszins worden gecompenseerd door vervanging van soorten die ondieper in de zonering staan. Dit kan tenslotte resulteren in een lagere diversiteit, maar minder in een afname van het areaal van deze associatie en dus van het Natura 2000 habitat H3150. In het Zwarte Meer komt tussen het Vogeleiland en de monding van het Zwarte Water een veld drijfbladplanten voor. Hier staat onder meer Gele Plomp en Witte Waterlelie, maar ook Watergentiaan, twee andere associaties in het habitatype, die beide een matige score geven. Bij forse peilstijging zou het areaal kunnen afnemen. In het Zwarte Meer groeit echter ook Doorgroeid Fonteinkruid, dat gezien de geringe diepte in de huidige situatie zou kunnen gaan toenemen bij peilstijging, vooral in de meer extreme varianten.

H6430 Ruigten en zomen: In het Zwarte Meer subtype B (Harig Wilgenroosje), langs de Friese kust in het IJsselmeer en in de Veluwerandmeren ook subtype A (Moerasspirea). Harig Wilgenroosje verschijnt snel langs nieuwe oevers bij natuurontwikkeling (bijv. Marker Wadden), na verloop van tijd ook met Moerasmelkdistel, dat de staat van instandhouding verhoogt naar matig. Langs de kust van ZW Friesland komt dit type voor met Heemst, een van de zeldzamere soorten die zorgen voor een goede status. Deze soorten verschijnen minder makkelijk op nieuwe plaatsen. Peilverhoging kan daardoor op korte termijn leiden tot afname van met name kwaliteit. In mindere mate tot afname van areaal, omdat de zomen relatief makkelijk meeschuiven met het peil. Op wat langere termijn kan echter ook de kwaliteit herstellen. Zo komen twee van de andere zeldzame soorten die voor een goede status zorgt in dit subtype, de spindotter en rivierkruiskruid, voor op diverse plaatsen op de nieuwe eilanden in het Ketelmeer (zij het dat dit type hier niet is aangewezen). Bij de meer extreme peilvarianten kan areaal verdwijnen waar buitendijks land geheel verdwijnt, tenzij nieuwe oeverzones worden aangelegd. Kolonisatie van nieuw gebied lijkt bij subtype A wat langzamer te verlopen, de basissoorten Moerasspirea en Valeriaan koloniseren de nieuwe eilanden slechts mondjesmaat.

H6510B Glanshaver- en vossenstaarthooilanden: Aangewezen in het Zwarte Meer. Het betreft het subtype grote vossenstaart, met vooral Kievitsbloem, op de oostoevers van het meer in de Polder de Grote Buitenlanden. Het is een uitloper van de veel grotere populaties langs de IJssel en het Zwarte Water. Het leefgebied langs het Zwarte Meer wordt beheerd als extensieve hooiweide en de populatie Kievitsbloemen heeft zich recent enigszins uitgebreid. Kievitsbloemen varen wel bij winterinundatie, die concurrentie van andere soorten afzwakt. Het habitatype kent verschillende varianten, mede afhankelijk van de hoogteligging. Verhoging van zomerpeil is waarschijnlijk minder gunstig, peilverhoging in het algemeen ook door toevoer van (te veel) voedingsstoffen. De meest extreme peilscenario's zullen mogelijk ook het habitatype langs IJssel en Zwarte Water beïnvloeden, waar Kievitsbloemen staan in aantallen die in West Europa alleen vergelijkbaar zijn met populaties langs de Loire.

H7140 Overgangs en trilvenen: Alleen aangewezen voor de Friese kust in het IJsselmeer, waar het type aanwezig is in delen van de Makkumer Noordwaard waar enige veenvorming heeft plaatsgevonden.

Voorkomende soorten zijn onder meer Klein Blaasjeskruid, Moeraskartelblad, Ronde Zegge en Groenknolorchis. Dit type komt hier voor bij de gratie van het gefixeerde en het lagere winterstreefpeil, dat inundatie met IJsselmeerwater beperkt. Bij peilverhoging zal toename van die inundatie, onder meer door relatief hoge sulfaatconcentraties die veenvorming remmen, zorgen voor afname van dit habitatype. Dat zal waarschijnlijk ook het geval zijn als het winterpeil zoveel meer stijgt dan het zomerpeil dat een natuurlijker seizoenspatroon ontstaat (dat wel gunstig is voor aangelegd moerashabitat in natuurontwikkelingsprojecten).

In buitendijks land zoals de Friese waarden ligt het maaiveld vaak niet ver boven NAP. De Makkumer Noordwaard bijvoorbeeld is nagenoeg nergens hoger dan 40 cm NAP. De lager gelegen delen langs de noord- en ooststrand liggen lager dan de hoogste winterpeilen en worden dus af en toe geïnundeerd. Bij een zomerpeilverhoging van een halve meter zou de helft overstromen, terwijl in de rest van gebied de hydrologische en chemische omstandigheden drastisch zouden veranderen.

4.2.2.2 Natura 2000 Habitatrichtlijnsoorten

*Tabel 4.4. Overzicht van soorten die per meer zijn aangewezen voor de Europese Habitatrichtlijn, met indicatie van effecten van peilverhoging. = behoudsdoelstelling populatie, omvang en kwaliteit leefgebied, > uitbreiding populatie en oppervlakte, verbetering kwaliteit leefgebied. Relatieve bijdrage: C = <2% landelijk areaal, B1 = 2-6%, B2 = 6-15%, A1 = 15-30%. * Inmiddels nagenoeg verdwenen.*
<https://www.natura2000.nl/gebieden/>

Soort	IJsselmeer	Markermeer	Zwarte Meer	Veluwevloedmeren	Peilverhoging
H1134 Bittervoorn			=* (C)		Neutraal
H1145 Grote Modderkruiper			=		Afname
H1149 Kleine Modderkruiper	=	=	=	=	Beperkte afname (grote meren)
H1163 Rivierdonderpad	=	=	=	=	Neutraal
H1318 Meervleermuis	= (B1)	= (B1)	=	= (C)	Neutraal
H1340 Noordse Woelmuis	>(C)				
H1355 Otter			(B1)		Beperkte afname
H1903 Groenknolorchis	= (C)				

In tabel 4.4 is aangegeven welke soorten in het IJsselmeergebied zijn beschermd in het kader van de Europese Habitatrichtlijn. Van deze Natura 2000 soorten wordt met name de Kleine Modderkruiper beïnvloed door het areaal waterplanten in de grotere (diepere) meren, mogelijk ook door verschuivingen in de samenstelling van deze vegetatie (verschuiving van kranswier naar fonteynkruis). De Grote Modderkruiper (alleen aangewezen in het Zwarte Meer) kan leven in zeer ondiep, desnoods zuurstofarm water, en zal mogelijk afnemen als dit habitat door peilstijging in areaal afneemt. De Bittervoorn is ook een planten minnende soort, die bovendien voor voortplanting afhankelijk is van de aanwezigheid van zwanenmosselen. Beperkte peilstijging heeft op deze soort waarschijnlijk minder invloed. De Rivierdonderpad is vooral afhankelijk van hard substraat (stortsteen, mosselbanken) en is sterk afgenomen onder druk van de komst van uitheemse grondelsoorten.

Terwijl klimaatverandering de komst van dergelijke exoten stimuleert, zal peilstijging waarschijnlijk (nog) weinig effect hebben op de rivieronderpad. Dat geldt ook voor de Meervleermuis, die laag over open water vliegt en vegetatie die boven het water uitkomt mijdt. De Otter zal mogelijk nadeel ondervinden van afname van buitendijkse oeverlanden.

4.2.2.3 Natura 2000 Broedvogels

Een twaalfstal broedvogelsoorten is voor de meren van het IJsselmeergebied aangewezen in het kader van de Europese Vogelrichtlijn (tabel 4.5). Vier daarvan, Roerdomp, Lepelaar, Snor en Rietzanger, doen het momenteel goed, de populaties in de betreffende gebieden zijn hoger dan het gezamenlijke instandhoudingsdoel. Behalve de Snor hebben deze soorten ook een landelijk gunstige staat van instandhouding. Twee andere, de Aalscholver en de Purperreiger, halen hun doelen in het IJsselmeergebied niet maar hebben landelijk wel een gunstige Staat van Instandhouding. Bij de overige zes is dat niet het geval en ligt de populatie in het IJsselmeergebied eveneens veel lager dan het doel. De Kemphaan is zelfs geheel verdwenen. De slechte Staat van Instandhouding kan te maken hebben met de voedselsituatie (Aalscholver), beperkte aanwezigheid van habitat (Bontbekplevier, Visdief), soms ook de situatie in overwinteringsgebieden (Purperreiger), maar vooral de kwaliteit van het habitat (Porseleinhoek, Kemphaan, Grote Karekiet).

De som van de instandhoudingsdoelen in het IJsselmeergebied bedraagt voor sommige soorten een fors deel van de actuele populatie in heel Nederland. Bij de Aalscholver is dat bijv. 42% (nog 19% aanwezig), bij Porseleinhoek 19% (3% aanwezig), Kemphaan 100% (niet meer present), Visdief 23% (17% aanwezig) en Grote Karekiet 84% (36% aanwezig).

Broedvogels zijn binnen de begrenzings van de waterlichamen van het IJsselmeergebied afhankelijk van buitendijks land en worden dus al snel beïnvloed door peilverhoging. Voor een deel betreft het soorten van pionier-habitats, die in gebieden met natuurlijke dynamiek na enkele jaren weer verdwijnen door vegetatie-succesie en elders weer opduiken. Dergelijke soorten kunnen met ongunstige omstandigheden omgaan door middel van opties als vervollegsels en lange levensduur. Daardoor hoeft een mislukt broedseizoen niet direct gevolgen te hebben op populatieniveau. Het peilbeheer in het IJsselmeergebied heeft op verschillende manieren invloed op de kansen op verlies van legsels:

1. Het fixeren van het zomerpeil reduceert de mate van peilfluctuatie en de kans op inundatie van hoger gelegen gronden.
2. Het fixeren van het zomerpeil reduceert het areaal van dynamische habitats met daarbij behorende broedvogels tot zones die weer dicht op het streefpeil zitten (kale grond broeders, moeraszone)
3. Het fixeren van het zomerpeil vergroot het risico van overspoeling later in het broedseizoen, dat van nature zou afnemen door uitzakkend peil.
4. Het opzetten van het zomerpeil in april vanaf het lagere winterstreefpeil voegt een extra risico toe voor vroeg broedende soorten (grondnesten Aalscholver).

Tabel 4.5. Overzicht van aangewezen broedvogelsoorten per Natura 2000 gebied met de meest recente populatieschatting (bovenste getal) instandhoudingsdoel (onderste getal) en een indicatie van het effect van peilverhoging. Onder de soortnaam is de meest recente schatting van de omvang van de totale Nederlandse populatie weergegeven (meestal 2024), de kleur geeft de landelijke Staat van Instandhouding weer: groen = gunstig, geel = matig ongunstig, rood = zeer ongunstig (www.sovon.nl).
*Regionaal doel voor IJsselmeer, Markermeer, Oostvaardersplassen (actueel aantal paren 240) en Lepelaarplassen (465).

Soort	IJssel- meer	Marker- meer	Ketel- meer	Zwarte Meer	Veluwe- randmeren	Gooi- en Eemmeer	Peilverhoging
Aalscholver 17250 - 18000	2760 8000*	65 8000*					Afhankelijk van inrichting en timing
Roerdomp 780 - 830	10 7		3 5	10 6	5 5		Afname areaal rietmoeras
Purperreiger 1420 - 1475				2 20			Afname areaal rietmoeras
Lepelaar 3970 - 4040	115 25						Afname rietmoeras en voedselgebied
Bruine Kiekendief 800 - 1100	7 25						Afname areaal rietmoeras
Porseleinhoen 280 - 340	2 18		0 4	3 7			Afname areaal rietmoeras
Bontbekplevier 410 - 490	6 13						Kansen bij beperkte stijging
Kemphaan 10 - 30	0 20						Reeds verdwenen
Visdief 16500 - 19000	1170 3300	1905 630				60 280	Afhankelijk van aanleg
Snor 2800 - 3600	50 40			100 50			Afname rietmoeras
Rietzanger 33000 - 41000	1040 990			370 270			Afname arseaal ruigte
Grote Karekiet 115 - 135			12 40	25 40	14 40		Afhankelijk van peildynamiek

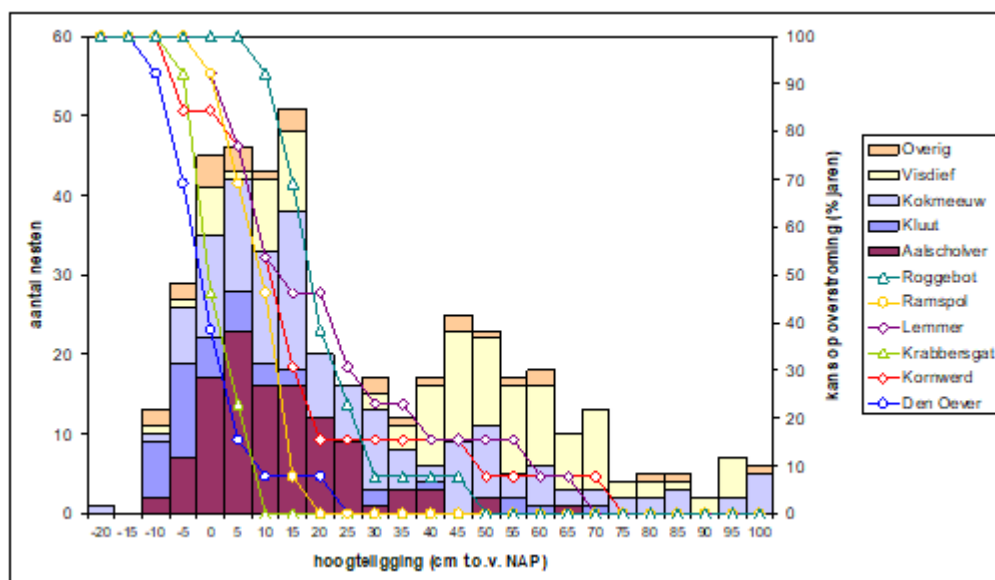
De meeste aangewezen broedvogelsoorten broeden op de bodem, op kale grond of in rietmoerassen, soms vlak boven de bodem (Snor en Rietzanger). Alleen de Grote Karekiet broedt hoger in waterriet. De Aalscholver broedt vaak in bomen maar is in het IJsselmeergebied in de loop der jaren steeds meer op de grond gaan broeden (De Ven bij Andijk, De Kreupel, Trintelzand). Deze soort start zo vroeg in het seizoen met broeden (februari) dat opzet van het zomerpeil in maart de kans op wegspoelen kan vergroten.

Dit was onderwerp van een studie in 2007 naar aanleiding van voorgenomen zomerpeilverhoging met 10 cm in het IJsselmeer na een periode van droogte (Aarts et al. 2007). Deze studie betrof korte termijn effecten van een acute peilverhoging. Conclusies waren dat een dergelijke verhoging in het broedseizoen kan leiden tot verlies van nesten met mogelijke effecten op populatieniveau en gevolgen voor het doelbereik bij Natura2000 soorten. Sterke effecten werden vooral benadrukt bij soorten met een landelijk ongunstige staat van instandhouding. Destijds waren dat voor het studiegebied (IJsselmeer, Zwarte Meer en Ketel/Vossemeer) Roerdomp, Porseleinhoen, Bontbekplevier, Kemphaan, Snor en Rietzanger. Matige sterke effecten werden verwacht voor Aalscholver, Bruine Kiekendief en Visdief (IJsselmeer).

In een vervolgstudie (Van Kleunen & Van der Winden 2007) werd als meest gevoelige periode voor broedvogels begin maart tot half augustus aangegeven, in het IJsselmeer al vanaf half januari (Aalscholver). Daarnaast werd aandacht besteed aan negatieve effecten op het areaal foerageergebied voor steltlopers (slikplaten) en de beschikbaarheid van slaapplekken voor soorten als de Reuzenstern, waarvoor het IJsselmeergebied in mei en in de periode juli-oktober bijzondere betekenis heeft.

Hoogteligging van nesten

In 2008 is naar aanleiding van deze bevindingen in opdracht van RWS Dir. IJsselmeergebied een veldonderzoek uitgevoerd naar de hoogteligging van nesten van enkele bodembroedende soorten in het IJsselmeer, Ketelmeer, Vossemeer en Zwarte Meer (Noordhuis et al. 2009). De resultaten werden gecombineerd met peilgegevens en gegevens over de hoogteverdeling van buitendijks land. Daarbij bleek dat de hoogteverdeling van de nesten vergelijkbaar was met de hoogteverdeling van buitendijks land, met een piek rond 5 cm +NAP (figuur 4.17, vergelijk figuur 2.17). Er waren echter grote verschillen per soort. Vooral de Kluut was relatief sterk vertegenwoordigd in de zone daar onder, met nesten tot -10 cm NAP, dus in de eerst 25 cm boven de waterlijn bij het zomerstreefpeil. Nesten die in deze zone liggen, dus ook een deel van die van de andere soorten, lopen kans bij hoog water te overspoelen. Op basis van de kans op eenmalige overspoeling in mei loopt die zone met meer dan ca. 20% kans op overspoeling in het westen van het IJsselmeer tot ongeveer 5 cm boven NAP. Langs de Oostkant en in de IJsselmonding, door opstuwing, zelfs tot zo'n 20 cm boven NAP. Hier zijn de vogels dus extra gevoelig voor opwaaiing.



Figuur 4.17. Hoogteverdeling van in 2008 gemeten nesten op buitendijks land in het IJsselmeer, in zones van 5 cm t.o.v. NAP, vergeleken met de kans waarmee waterstanden hoger dan de aangegeven zone ten minste één keer in mei voorkomen bij de dichtstbijzijnde waterpeil meetstations (op basis van RWS meetgegevens 1995-2007; uit Noordhuis et al. 2009).

Dit geldt bij het huidige streefpeil waarbij de kansen in gebieden met kades in de praktijk lager zullen zijn. Een deel van de betreffende soorten is toegerust op enige kans op wegspoelen via opties voor nieuwe start (tweede leg) of via lange levensduur. Wel zorgt het handhaven van hetzelfde streefpeil gedurende de gehele zomer voor een grotere kans op incidenten dan een natuurlijk verloop met in principe uitzakkend peil (fig. 2.9). Alleen een afname van de gemiddelde windsnelheid in de loop van het voorjaar zorgt dan nog voor geleidelijke afname van de kans op overspoeling.

Structurele peilverhoging

Bij structurele verhoging van het zomerstreefpeil wordt het areaal land in de eerste 25 cm boven het streefpeil aanvankelijk groter (omdat de hoogteverdeling bij het huidige peil piekt bij ca 5 cm +NAP, zie figuur 2.17), totdat de verhoging meer dan ca 10 cm bedraagt. Bij peilverhoging blijft dus in totaal minder areaal over voor broedvogels, maar een kleine peilverhoging neemt het areaal van de meest laag gelegen hoogtezone eerst iets toe. De kans op schade bij opwaaiing is echter van toepassing op dit grotere gebied, en op een groter aandeel van het overige gebied.

Bij strakkere handhaving van het zomerpeil neemt het areaal voor kale grond broeders ook af door versnelde vegetatie successie. Broedvogels van kale grond broeden vaak vlak boven het waterniveau en worden daardoor relatief sterk beïnvloed door (veranderingen in) peilfluctuaties. Dit in het bijzonder voor de Kluut (hier alleen als niet-broedvogels aangewezen), maar ook voor Visdief en Bontbekplevier. Deze soorten zijn bij gebrek aan natuurlijke dynamiek in de huidige situatie in hoge mate afhankelijk van inrichtingsmaatregelen (aanleg habitat) en beheer. Zonder aanpassingen hieraan zullen ook deze populaties afnemen bij peilverhoging. Daarnaast zijn deze soorten gevoelig voor peilopzet in de eifase (wegspoelen van nesten) en soms ook in de jongenfase (verdwijnen ondiep water, m.n. van belang bij Kluut).

Enkele soorten broeden onder meer op kunstmatige structuren (stortstenen dammen) of in bomen (Aalscholver). Aalscholers zijn flexibel in hun nestkeuze en ook Lepelaars broeden onder meer op stortstenen dammen, zolang daar geen grondpredatoren zoals vossen kunnen komen (met begroeiing van vlier of wilg, bijv. bij Lelystad).

Broedvogels van uitgestrekt rietmoeras kunnen negatief worden beïnvloed via het areaal van hun habitat, maar bij verdere peilfixatie ook via de kwaliteit (verruiging/verbossing). Dat geldt voor Roerdomp, Purperreiger, Bruine Kiekendief, Porseleinhoek, Snor en Grote Karekiet. De Rietzanger kan tijdelijk profiteren van verruiging, maar verdwijnt als bosvorming optreedt. De Kemphaan is als broedvogel afhankelijk van nat grasland, maar is als zodanig nagenoeg uitgestorven.

Opzet van winter- naar zomerpeil

In het huidige peilbesluit is de timing van de opzet van het zomerpeil vervroegd ten opzichte van het peilbesluit van 1992. De opzet vindt plaats van 1 tot 31 maart in het Markermeer en in de Veluwerandmeren, van 1 tot 15 maart in het IJsselmeer. De meest vogelsoorten beginnen pas daarna met broeden, ook met inachtneming van vervroeging als gevolg van klimaatverandering. Een uitzondering daarop is de Aalscholver, die in februari al kan starten, in zachte winters zelfs al rond de jaarwisseling. Peilopzet in combinatie met verhoging door opstuwing kan dan verliezen veroorzaken. Bij deze soort zijn peilvarianten met een groter verschil tussen zomer- en winterpeil dus ongunstig, varianten met een verkleind verschil of met hogere peilen in de winter dan in de zomer zijn gunstig.

4.2.2.4 Natura 2000 Niet-broedvogels

Bij een aantal soorten broedvogels kan ook via voedselbeschikbaarheid effect optreden. Lepelaars kunnen bijvoorbeeld bij peilverhoging wel te maken krijgen met afname van foerageer areaal. Kluten zijn in het broedseizoen afhankelijk van de beschikbaarheid van slikken met hooguit enkele centimeters water, waar de kuikens kunnen foerageren. Peilopzet tijdens dit seizoen heeft in de praktijk desastreus uitgedaakt; zo kwam op Marker Wadden op deze manier in 2023 geen enkel jong groot (zie par. 2.4.3).

Niet-broedvogels zijn vogels waarvoor de betreffende gebieden een doortrek-, overwinterings- of slaappleatsfunctie hebben.

Soms zijn ze ook als broedvogel aangewezen, vaak ook niet. Het betreft grotendeels vogels van open water. Het effect van klimaatverandering is complex, en kan bijv. ook afhankelijk zijn van veranderingen elders in Europa. Het effect op de populatie in het IJsselmeergebied hangt onder meer af van voedselkeuze en duikvermogen.

Relatief weinig effect is te verwachten bij watervogels die kunnen duiken, afhankelijk van de mate van verhoging van vooral het winterpeil. Soorten die foerageren op de bodem krijgen echter te maken met een grotere duikdiepte, waardoor kosten van duiken ten opzichte van de baten iets toenemen. De aantallen van enkele van deze soorten liggen momenteel onder het instandhoudingsdoel (m.n. Kuifeend, Brilduiker). De oorzaken daarvan liggen niet in het peilbeheer, maar afhankelijk van de soort bij andere oorzaken, zoals veranderingen in voedselaanbod of verschuivingen in overwinteringsareaal als gevolg van klimaatverandering (sommige soorten blijven vaker in het noorden omdat bijv. de Oostzee 's winters minder dichtvriest).

Tabel 4.6 geeft een raming van de veranderingen in het percentage van de mosselen dat door de vogels rendabel is te benutten bij peilverhoging. In het IJsselmeer is dat voor een Kuifeend het gedeelte van de populatie op diepten van maximaal 4,5 meter. In het Markermeer is dat ondieper, omdat de mosselen daar van slechtere kwaliteit zijn (kleiner en minder vleesinhoud). Het gaat om de situatie bij winterpeil, omdat het vooral om overwinterende vogels gaat. De huidige situatie is die met een gemiddeld winterpeil van ongeveer -25 cm NAP in het IJsselmeer, -33 cm NAP in het Markermeer. Het winterstreefpeil van -40 cm NAP is een ondergrens met een inspanningsverplichting, en wordt geregeld wel degelijk gehaald. Als dat het geval is, is een iets groter percentage van de mosselen beschikbaar.

Tabel 4.6. Percentage van de mosselen in het IJsselmeer (2020; Smit et al. 2021) en het Markermeer (2019; Maathuis et al. 2020) profijtelijk is te benutten voor duikeenden, met gebruik van waterdieptegrenzen van 4,5 meter in het IJsselmeer en 4 meter in het Markermeer. Het weergegeven percentage is berekend op het totale biovolume, een maat voor de biomassa (hoeveelheid wordt gemeten in de vorm van waterverplaatsing van alle mosselen uit het monster in een bekersglas).

Winterpeil	% beschikbaar IJsselmeer	% beschikbaar Markermeer
-40cm	86	98
-25cm	80	97
-10cm	68	85
+10cm	61	78
+60cm	26	50

Tabel 4.7. Aangewezen niet-broedvogels per waterlichaam, met het huidige doelbereik in het IJsselmeer (foerageerfunctie: - = onder doelaantal, -- < helft doel, --- < 1/3 doel, 0 = doel binnen spreiding, + = boven doelaantal, ++ > 2x doel, +++ > 3x doel, ? geen kwantitatief doel), voedseltype (macr = ongewervelden), duikvermogen, functie (f = fourageerfunctie, r = rust/slaapplaatsfunctie) en indicatie van effect bij peilverhoging (afname in rood: soorten met aantallen onder het instandhoudingsdoel).

Soort	Doel Bereik IJsselmeer	Voedsel	Duikvermogen	IJsselmeer	Markermeer	Ketelmeer	Zwarte eer	Veluwerandere	Gool- Eemmeer	Peilverhoging Effect
Fuut	-	Vis	+	f	f	f	f	F	f	Neutraal
Aalscholver	0	Vis	+	f/r	f/r	f/r	f	f/r	f	Neutraal
Grote Zilverreiger	nvt	Vis	-					R		Neutraal?
Lepelaar	+++	Macr/ vis	-	f	f	f	f	F		Afname
Kleine Zwaan	0	Plant	-	f		f/r	f/r	f/r	f	Afname
Toendrarietgans	?	Plant	-	r		r	r			Afname
Kleine Rietgans	---	Plant	-	r						Afname
Kolgans	---	Plant	-	f/r		f/r	f/r			Afname
Grauwe Gans	+++	Plant	-	f/r	f/r	f/r	f/r	f/r		Neutraal?
Brandgans	0	Plant	-	f/r	f/r					Afname
Bergeend	++	Macr	-	f						Afname
Smient	0	Plant	-	f/r	r		r	f/r	r	Neutraal?
Krakeend	+++	Plant	-	f	f	f	f	f	f	Neutraal?
Wintertaling	++	Plant	-	f		f	f			Afname
Wilde Eend	--	Plant	-	f						Afname
Pijlstaart	0	Plant	-	f		f	f	f		Afname
Slobeend	0	Zoop	-	f	f		f	f	f	Neutraal?
Krooneend	nvt	Plant	+		f			f		Afname
Tafeleend	+	Pl/macraq	+	f	f	f	f	f	f	Afname
Kuifeend	-	Macraq	+	f	f	f	f	f	f	Neutraal?
Toppereend	0	Macraq	+	f	f					Neutraal?
Brilduiker	0	Macraq	+	f	f			f		Neutraal?
Nonnetje	---	Vis	+	f	f	f		f	f	Neutraal?
Grote Zaagbek	---	Vis	+	f	f	f		f		Neutraal?
Visarend	nvt	Vis	-			f				Neutraal?
Meerkoet	0	Pl/macraq	+	f	f	f	f	f	f	Afname
Kluut	++	Macr interget.	-	f						Afname
Goudplevier	?	Macr grasland	-	f/r						Afname?
Kemphaan	---	Macr grasland	-	f/r						Afname
Grutto	---	Macr interget.	-	f/r		f/r	r			Afname
Wulp	++	Macr interget.	-	f/r						Afname?
Dwergmeeuw	?	Macr opp	-	f	f					Neutraal
Reuzenstern	++	Vis opp	-	f/r		f/r				Afname?
Zwarte Stern	---	Macr/vis opp	-	f	f/r		f			Neutraal

4.2.3 Programmatische Aanpak Grote Wateren

Vanuit de PAGW wordt in het IJsselmeergebied de versterking van enkele belangrijke, ondervetegenwoordigde habitats beoogd, waarvan het succes door peilverhoging kan worden beïnvloed wanneer geen rekening wordt gehouden met peilverandering:

Ondiepten met waterplanten:

Zoals in voorgaande paragrafen ook al genoemd, wordt het areaal dat geschikt is voor waterplanten bij peilverhoging kleiner, omdat er minder licht op de bodem valt.

Helofytenmoeras:

Hoger peil betekent kan minder areaal voor helofytenmoeras betekenen, afhankelijk van de relatie tussen peilverhoging en hoogteligging van het huidige buitendijks land. Verdere peilfixatie betekent kwaliteitsverlies.

Overstromingsgrasland:

Dit habitat is in de huidige situatie niet of nauwelijks aanwezig, ook omdat het huidige peilregime zich daar niet toe leent (tijdelijke overstroming omstreeks maart). Peilverhoging zal dus niet veel veranderen, behalve dat aanleg wellicht kostbaarder wordt, terwijl de kwaliteit afhankelijk is van het te voeren peilregime.

Dergelijke beïnvloeding van het bereik van de natuurdoelen blijft beperkt als de PAGW doelen worden afgestemd met de beleidsopties die zijn vastgelegd in het Nationaal Water Programma.

4.3 Effectschetsen per DPIJ strategie

In deze paragraaf worden de vier DPIJ strategieën (figuur 1.1) en hun varianten apart besproken. Deze besprekingen worden ondersteund door tabel 4.7, waarin de peilkenmerken zijn samengevat in combinatie met een inschatting van ecologische effecten. De tabellen 4.8 en 4.9 geven op basis van hoogtebestanden van buitendijks land behorende bij Noordhuis et al. 2009 een meer gedetailleerde indruk van de effecten van de voorgestelde streefpeilen op buitendijks land in zomer en winter. Hierop is een deel van de beoordeling per strategie gebaseerd.

4.3.1 Voortzetten huidige beheersing

4.3.1.1 Huidig peilbeheer handhaven door vergroten afvoercapaciteit Afsluitdijk

Deze optie geeft geen aanvullende effecten op de ecologie in het zomerhalfjaar, omdat het zomerstreefpeil ook in de huidige situatie meestal goed kan worden gehandhaafd. Het winterstreefpeil fluctueert meer door periodiek ongunstige spuiomstandigheden. Het huidige winterstreefpeil van -40 cm NAP geldt als ondergrens en wordt geregeld gehaald, maar het gemiddelde winterpeil ligt wat hoger. Bij een grotere afvoercapaciteit door extra spuisluizen en pompen verandert dat en zal het waterniveau in de winter aan IJsselmeerszijde aanvankelijk gemiddeld lager worden en minder fluctueren. Met de zeespiegelstijging zullen op langere termijn de fluctuaties weer gaan toenemen en zal de afvoercapaciteit weer afnemen.

Via de diepte heeft dit waarschijnlijk slechts beperkt ecologisch effect in het IJsselmeer. Een lager gemiddeld winterpeil betekent dat de duikdiepte voor watervogels die op bodemfauna foerageren iets kleiner wordt, zodat een iets groter deel van bijv. mosselbestanden bereikbaar wordt. Wel kan een afname van fluctuaties en het “aftoppen” van de hoogste waterstanden in combinatie met golfaanval een verdere reductie betekenen van de dynamiek die ecologisch functionele land-water overgangen in stand houdt.

Daardoor kunnen deze overgangen lokaal abrupter worden door afslag aan de waterzijde en verruiging van moerasvegetatie aan de landzijde.

Tabel 4.7. Effecten klimaatverandering op DPIJ strategieën met eerste indicaties voor natuur (DPIJ 2025).

Samenvatting van peilveranderingen en ecologische gevolgen daarvan in de verschillende strategieën voor toekomstig peilbeheer. Eerste 4 kolommen veranderingen in centimeters. Laatste 5 kolommen veranderingen t.a.v. een selectie van ecologische processen: Verandering duikdiepte watervogels in de winter; Veranderingen areaal geschikt voor waterplanten in de zomer; Mate van inundatie buitendijks land in de zomer; Verandering richting natuurlijk peil (alleen positief gescoord indien winterpeil hoger dan zomerpeil); Verandering in geconcentreerdheid van golfaanval over het jaar (neutraal gescoord bij verlaging van winterpeil).

* Vergroten van de buffer in cm is hier vertaald in cm stijging van het huidige zomerstreefpeil van -20 cm NAP. Bij Beheerst bufferen varianten 1b en 2b is het niveau aangegeven tot waar het zomerpeil maximaal mag uitzakken.

DPIJ Strategie	Variant peilverandering	Winterpeil (-40)	Zomerpeil (-20)*	Verhoging zomerpeil	Verschil winter zomer	Effect klimaatverandering	Effect variant peilverandering					Effect klimaatverandering	
						Stratificatie	Duikdiepte	Waterplanten	Inundatie	Natuurlijk Peil	Golfaanval	Veiligheid	Zoetwater
Voortzetten	1	-40	-20	0	-20	0	0/+	0	0	0	0	-/0	-/0
Beheerst bufferen	1	-40	-10	+10	-30	-	0/+	-	-	-	0	-/0	+
	1b*	-40	> -40*		>0	+	+	-	+	+	+	+	-
	2	-40	+10	+30	-50	--	0/+	--	--	--	0	-	++
	2b*	-40	> -60*		>+20	+	+	-	++	++	++	+	--
Meestijgen	1	-25	-20	0	-5	0	-/0	0	0	0	-	-	-/0
	2	-10	-20	0	+10	0	-	0	0	+	+	--	-/0
	3	+10-60	-20	0	+30-80	0	--	0	0	++	++	---	-/0
Ruimte voor de meren	1	-25	-10	+10	-15	-	-/0	-	-	0	0	-	+
	2	-25	+10	+30	-35	--	-/0	--	--	--	0	--	++
	3	-10	-10	+10	0	-	-	-	-	0	-	--	+
	4	-10	+10	+30	-20	--	-	--	--	0	0	---	+
	5	+10-60	+10-60	+30-80	0	---	---	---	---	0	-	---	+++

Tabel 4.8. Percentages van het areaal van buitendijkse gebieden hoger dan -20 cm NAP, dat bij de verschillende peilvarianten onder het zomerstreefpeil komt te liggen. Gegevens RWS, behorend bij Noordhuis et al. 2009.

DPIJ Strategie	Variant peilverandering	Zomerpeil (cm NAP)	Makkumer- en Kooiwaard	Workumerwaard	Hindeloopen - Stavoren	Mokkebank	Voorever Andijk	Andijk - Enkhuizen	Vossemeer	Zwarte Meer	Ketelmeer
Voortzetten	1	-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beheerst bufferen	1	-10	11	11	18	20	14	32	16	7	12
	2	+10	48	59	52	50	32	55	47	37	49
Meestijgen	1	-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ruimte voor de meren	1	-10	11	11	18	20	14	32	16	7	12
	2	+10	48	59	52	50	32	55	47	37	49
	3	-10	11	11	18	20	14	32	16	7	12
	4	+10	48	59	52	50	32	55	47	37	49
	5	+10-60	48-93	59-94	52-88	50-84	32-81	55-87	47-91	37-89	49-91

Tabel 4.9. Percentages van het areaal van buitendijkse gebieden hoger dan -20 cm NAP, dat bij de verschillende peilvarianten boven het winterstreefpeil komt te liggen. Gegevens RWS, behorend bij Noordhuis et al. 2009.

DPIJ Strategie	Variant peilverandering	Winterpeil (cm NAP)	Makkumer- en Kooiwaard	Workumerwaard	Hindeloopen - Stavoren	Mokkebank	Voorever Andijk	Andijk - Enkhuizen	Vossemeer	Zwarte Meer	Ketelmeer
Voortzetten	1	-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beheerst bufferen	1	-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Meestijgen	1	-25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-10	11	11	18	20	14	32	16	7	12
	3	+10-60	48-93	59-94	52-88	50-84	32-81	55-87	47-91	37-89	49-91
Ruimte voor de meren	1	-25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-10	11	11	18	20	14	32	16	7	12
	4	-10	11	11	18	20	14	32	16	7	12
	5	+10-60	48-93	59-94	52-88	50-84	32-81	55-87	47-91	37-89	49-91

4.3.2 Beheerst bufferen

De buffer wordt vergroot (zomerpeil verhoogd), maar de waterberging niet en het winterstreefpeil van -40cm NAP blijft gelijk. Als dat streefpeil door het nieuwe spuumiddel en de pompen aan de Afsluitdijk beter wordt gehaald, wordt het gemiddelde winterpeil aanvankelijk echter tot ca 15 cm lager (wordt door zeespiegelstijging op termijn weer gecompenseerd). Dat is gunstig voor duikende, benthivore (mosseletende) watervogels, omdat hun voedsel dan iets beter bereikbaar wordt. Het is echter ongunstig voor de ontwikkeling en kwaliteit van oevermoerassen en voor broedvogels die vroeg in het seizoen vlak boven de waterlijn nestelen (Aalscholvers), omdat zulke nesten kunnen wegspoelen als het zomerpeil wordt opgezet. Door verhoging van het zomerpeil verdwijnen op korte termijn ondiepten met begroeiing met o.a. kranswieren.

Van het huidige areaal aan buitendijks land komt een deel onder het streefpeil te liggen, waardoor de kans op inundatie toeneemt en de waterhuishouding verandert.

4.3.2.1 **Beperkt vergroten zoetwaterbuffer van 20 naar 30 cm**

De buffer wordt vergroot door het zomerpeil te verhogen, het water te laten uitzakken of een combinatie van beide. Het zomerpeil stijgt met maximaal 10cm, waardoor bij de huidige bodemhoogte verdeling het begroeibare areaal voor waterplanten iets afneemt. Het effect op oevervegetatie en buitendijks grasland is beperkt omdat de verhoogde waterstand binnen de huidige amplitude van zomerpeilen valt. Toch komt ca 10-15% van het buitendijkse areaal onder het zomerstreefpeil te liggen, waardoor de kans op inundatie en kwel iets toenemen. Het andere uiterste van deze variant is het vergroten van de buffer door het peil in de loop van de zomer te kunnen laten uitzakken naar -40 cm NAP. Dat is gunstig voor moerasontwikkeling. Habitat voor kale grond broeders en foeragerende vogels met nestvlieder kuikens (Kluut) vraagt aanpassing. Peilopzet binnen de leg- en broedperiode betekent verlies van nesten.

4.3.2.2 **Vergroten buffer van 20 naar 50 cm**

De buffer wordt vergroot door het zomerpeil te verhogen, het water te laten uitzakken of een combinatie van beide. Het zomerpeil stijgt met maximaal 30cm. Het begroeibare areaal voor waterplanten neemt dan met 35% serieus af. Habitat voor kale groundbroeders vergt forse aanpassing. Lager gelegen buitendijkse moeraszones en grasland nemen af; in het IJsselmeer-Ketelmeer-Zwarte Meer komt ongeveer de helft onder het zomerstreefpeil te liggen. Bij verhoging van het zomerpeil naar +10 cm stroomt bijvoorbeeld de ooststrand van de Makkemer Noordwaard mogelijk structureel onder door inundaties en kwel. Inundaties van de hogere delen met IJsselmeerwater zullen (veel) vaker voorkomen, de beschermde N2000 habitats zullen in kwaliteit achteruit gaan door verder verzoeting en verrijking. De Kooiwaard bij Gaasp, de Workumerwaard, het buitendijkse land bij Molkwerum en de Mokkebank kunnen grotendeels onder water verdwijnen. Iets dergelijks is in andere buitendijkse moerasgebieden te verwachten, lager gelegen natuurontwikkelingsgebieden als Vooroever Andijk, Trintelzand en de IJsselmonding zullen grotendeels overstromen. In de IJsseldelta nemen boven op de peilstijging de kansen op extra inundaties door opstuwing toe. Land-water overgangen worden nog abrupter door forse toename van het verschil tussen zomer- en winterpeil. Habitat voor soorten van land-water overgangen (bijv. kale-grond broedvogels) neemt af. Doordat het verschil tussen zomer- en winterpeil groter wordt, neemt ook de kans op verlies van nesten toe bij vogels die al voor de peilopzet op de grond broeden (Aalscholver).

Het andere uiterste van deze variant is het vergroten van de buffer door het peil in de loop van de zomer te kunnen laten uitzakken naar zelfs -60 cm NAP. Gesteld dat dat mogelijk is vanuit de watervraag zou dat zeer gunstig zijn voor moerasontwikkeling.

4.3.3 **Meestijden met de zeespiegel**

De berging wordt vergroot door stijging van het winterpeil, buffer en zomerpeil veranderen niet. Het winterpeil stijgt zodanig dat het vrijwel gelijk aan of hoger wordt dan het zomerpeil.

4.3.3.1 **Beperkt verhogen winterpeil met 15 cm**

Het winterpeil wordt verhoogd maar wordt door de grotere spuicapaciteit ook beter gehaald, waardoor de werkelijke verhoging beperkt kan zijn. Effecten voor watervogels zijn daardoor beperkt. Het winterpeil is dan echter nauwelijks meer lager dan het zomerpeil, het streefpeil is jaarrond bijna gelijk. In combinatie met de grotere spuicapaciteit, waardoor de fluctuatie rond het winterstreefpeil afneemt, betekent dit een vrijwel jaarrond constante golfaanval op bijna dezelfde hoogte, waardoor de verharding van de land-water overgangen verder toeneemt.

4.3.3.2 Verhogen winterpeil met 30 cm

Het winterpeil wordt zodanig verhoogd dat het iets hoger wordt dan het zomerstreefpeil. De verhoging betekent een grotere duikdiepte voor duikende wintervogels, waardoor foerageren op bijv. mosselen meer energie gaat kosten. Meer buitendijks moeras en grasland zal in de winter overstromen, in het IJsselmeer-Ketelmeer-Zwarte Meer komt ongeveer 13% van het buitendijkse land onder het winterstreefpeil te liggen. In de IJsseldelta komt daarbij waarschijnlijk extra inundatie door opstuwing. Aan de andere kant wordt het seizoensverloop iets natuurlijker, waardoor de ecologische kwaliteit van resterende of nieuw aangelegde oevergebonden habitats hoger kan worden doordat meer geleidelijke overgangen ontstaan. Op de overgang van winter- naar zomerpeil is er minder risico op het wegspoelen van nesten, vooral als de overgang kan worden verbonden aan uitzakkend zomerpeil.

4.3.3.3 Verder verhogen winterpeil met 50-100 cm

Het voorgaande geldt in alle opzichten in sterkere mate. Enerzijds wordt de bereikbaarheid van bodemprooien voor duikende watervogels in de winter nog slechter. Aan de bovengrens van de aangegeven range wordt vrijwel al het huidige buitendijkse land onderhevig aan inundatie, aan de ondergrens ongeveer de helft. Verschillende vegetatietypen zullen zwaar worden belast en lopen de kans te verdwijnen (overgangs- en trilvenen). Aan de andere kant komt het verschil tussen zomer- en winterpeil meer in de buurt van de amplitude van het peilverloop in natuurlijke referentie systemen. Als de overgang van winter- naar zomerpeil kan worden gekoppeld aan uitzakkend zomerpeil, kan de kwaliteit van resterend of nieuw aangelegd habitat hoger worden.

4.3.4 Ruimte voor de meren

Zowel buffer als berging worden vergroot, dus zomer- en winterpeil verhoogd, in sommige varianten substantieel. Het winterpeil wordt in principe niet hoger dan het zomerpeil, maar in enkele variant worden zomer- en winterpeil min of meer gelijk.

4.3.4.1 Beperkt verhogen winterpeil met 15 cm, buffer zomer van 20 naar 30 cm

Beperkte verhoging van zowel zomer-als winterpeil, waarbij het verschil tussen beide nauwelijks verandert. Enige afname van begroeibaar areaal, enige verslechtering van de kwaliteit van land-water overgangen als het winterpeil strakker wordt gehandhaafd, beperkte inundatie van buitendijks land in de zomer. Gemiddeld komt in het IJsselmeer-Ketelmeer-Zwarte Meer 10-15% onder het zomerstreefpeil te liggen, lokaal meer, bijv. vooroever Andijk ca. 30%.

4.3.4.2 Beperkt verhogen winterpeil met 15 cm, buffer zomer van 20 naar 50 cm

In de praktijk als bij variant 1 geen verandering van winterpeil, dus geen effecten op duikende watervogels. Tegennatuurlijk peilverloop wordt versterkt op veel hoger gemiddeld niveau, dus tevens forse inundatie van bestaand buitendijks land; drie kwart komt onder zomerstreefpeil te liggen, met extra inundatie risico's door opstuwing in de IJsseldelta. Daardoor forse verliezen van het areaal Natura 2000 habitats en voor broedvogels. Tevens verslechtering van de kwaliteit van land-water overgangen, forse afname van het begroeibaar areaal voor waterplanten en toename van duik- en foerageerdiepte voor vogels in de zomer.

4.3.4.3 Verhogen winterpeil met 30 cm, buffer zomer van 20 naar 30 cm

Beperkte inundatie van buitendijks land in de zomer; 10-15% komt onder zomerstreefpeil te liggen. Zomer- en winterpeil worden gelijk, waardoor de golfbelasting op oevers rond deze hoogte toeneemt, dus versterkte afslag aan de buitenkant van oevermoerassen. In de winter enige toename van duikdiepten voor watervogels.

4.3.4.4 Verhogen winterpeil met 30 cm, buffer zomer van 20 naar 50 cm

Zelfde streefpeilverhouding zomer en winter maar 30 cm hoger. Forse inundatie van buitendijks land, afname van areaal voor waterplanten en flinke toename van duikdiepte voor wintervogels.

4.3.4.5 Verder verhogen winterpeil met 50-100 cm, buffer zomer naar 50-100 cm

Sterke verhoging van het winterpeil, dus toename van duikdiepte voor watervogels. Eveneens sterke verhoging zomerpeil. Aan de bovenkant van de bandbreedte komt bijna alle buitendijks land zomer en winter onder het streefpeil te liggen, met in de IJsselmonding nog eens extra inundatie risico's bij opstuwing. Sterke afname van arealen voor Natura 2000 habitats en broedvogels. Afhankelijk van keuze binnen bandbreedtes in zomer versus winter mogelijk geen verschil tussen zomer- en winterpeil, dus jaarrond meer geconcentreerde golfaanval op de oevers, gecombineerd door grootschalige inundatie van buitendijks land, forse afname van areaal voor waterplanten en forse toename van duikdiepte voor watervogels.

5 Oplossingsrichtingen

Met betrekking oplossingsrichtingen ten behoeve van natuurwaarden in relatie tot klimaatverandering enerzijds en waterveiligheid en zoetwaterbeschikbaarheid anderzijds is in dit hoofdstuk gebruik gemaakt van input van deelnemers van de beide workshops op 20 november 2024 (bijlage B) en 26 maart 2025 (bijlage C) en van een werksessie bij de WUR op 29 augustus 2025 (Jeroen Veraart; bijlage D).

Voor het bepalen van de meest geschikte oplossingsrichtingen zijn gezien vanuit de ecologie van de watersystemen in het IJsselmeergebied twee denkrichtingen mogelijk:

1. Vasthouden aan de vastgestelde natuurdoelen onder de Europese Kaderrichtlijn en Natura 2000 en
2. Het verbeteren van het functioneren van de betreffende ecosystemen ten behoeve van lokale diversiteit, veerkracht en duurzaamheid.

Gaan we voor het behouden van individuele soorten of voor versterking van het functioneren van het ecosysteem? Deze twee benaderingen staan op sommige punten op gespannen voet met elkaar. Dat is vooral het geval bij Natura 2000 doelen, omdat die “conservatief” zijn ingestoken vanuit de wens om in elk geval te behouden wat er (nog) is. Dat kan bijv. wringen bij behoudsdoelen voor soorten die ten tijde van aanwijzing profiteerden van onnatuurlijke omstandigheden, zoals verrijking met voedingsstoffen (eutrofiering).

De tweede benadering ligt onder meer ten grondslag aan de ecologische strategieën van de Programmatische Aanpak Grote Wateren, min of meer in lijn met de doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water. Deze aanpak is voor een deel stuurbaar met behulp van aanleg van ondervertegenwoordigd habitat met gebruikmaking van mogelijkheden voor natuurlijke dynamiek (Building with Nature / Nature Based Solutions).

5.1 Startpunt: aanpak huidig spanningsveld peilbeheer - natuur

5.1.1 Inrichting en robuustheid ecosystemen (PAGW)

De basale benadering van ecosystemen bij het voorkomen van negatieve effecten van uiteenlopende vormen van druk is het vergroten van veerkracht en weerstand van die systemen. Er zijn verschillende methoden die aangeven aan welke voorwaarden een veerkrachtig ecosystemen moet voldoen. Voorbeelden zijn de set van 11 sleutelfactoren van de STOWA, de 7 principes van veerkracht van het Stockholm Resilience Centre of de factoren van het 5S systeem van Piet Verdonchot. Een deel van deze factoren betreffen de toestand m.b.t. fysisch-chemische en/of biologische parameters, andere zijn sociaaleconomische factoren. De kern van de toestand beschrijving van de ecologie van onze grote wateren van belang zijn is samen te vatten als de situatie met betrekking tot (1) waterkwaliteit, (2) (habitat)diversiteit, (3) (peil)dynamiek en (4) connectiviteit. In de laatste drie zijn ook de strategieën van het ecologisch streefbeeld van de PAGW voor het IJsselmeergebied herkenbaar (figuur 5.1).



Figuur 5.1. De drie (elkaar aanvullende) strategieën van de PAGW voor het IJsselmeergebied (www.pagw.nl).

5.1.1.1 Waterkwaliteit

Waterkwaliteit is in het IJsselmeer niet (meer) de belangrijkste van deze factoren voor het functioneren van de ecosystemen. Deze factor komt dan ook niet meer terug als strategie in het streefbeeld van de PAGW voor het IJsselmeergebied. Verontreinigingen spelen geen dominante rol meer en de overmaat aan voedingsstoffen die in het verleden naar het gebied kwam is inmiddels zo aangepakt dat ten minste de hoeveelheid fosfaat die wordt aangevoerd min of meer natuurlijk is. De concentraties fosfaat in de waterkolom zijn zelfs onverwachts veel lager dan de KRW normen geworden, resulterend in een verlaagde productie. Toch is een vinger aan de pols zinvol, omdat enkele van de gevolgen van opwarming, zoals het stimuleren van algenbloei, vergelijkbaar zijn met die van toenemende voedselrijkdom, met dezelfde nadelen (uiteindelijk verlies aan diversiteit en natuurwaarde). Ook kunnen organismen gevoeliger zijn voor toxische stoffen bij hogere watertemperaturen, zodat scherpere normen en bijbehorende maatregelen in de toekomst te overwegen zijn.

5.1.1.2 Dynamiek en diversiteit

Het feit dat de gehalten aan voedingsstoffen in de meren lager zijn dan verwacht op basis van de aanvoer, heeft waarschijnlijk te maken met de lage dynamiek en accumulatie in diepe delen van de meren. Op zijn beurt is dit weer verbonden aan lage diversiteit aan habitats. PAGW habitats als ondiepten met waterplanten, helofytenmoeras en overstromingsgrasland zijn sterk ondervertegenwoordigd en functionele overgangen ontbreken nagenoeg. Connectiviteit tussen habitats, maar ook tussen wateren onderling is beperkt, net als gradiënten in bijv. zoutconcentraties. Daardoor is de weerstand van deze systemen tegen druk van bijv. klimaatverandering laag.

De oplossingsrichting ligt dus, gericht op robuuste en veerkrachtige systemen, in versterking van habitatdiversiteit in combinatie met een natuurlijker (peil)dynamiek. Het eerste aspect is algemeen erkend en komt bijvoorbeeld terug in de PAGW aanpak, concreet bijv. in natuurontwikkeling zoals in het geval van Marker Wadden en eerder De Kreupel in het IJsselmeer en natuurontwikkeling in de IJsselmonding en op diverse plaatsen langs de oevers van de meren. Deze projecten worden vaak uitgevoerd met relatief veel areaal rond de waterlijn en zijn niet altijd ingericht op toekomstige peilverandering.

Het tweede aspect, natuurlijker peil, is van groot belang voor ontwikkeling en behoud van de kwaliteit van aangelegde en nog resterende habitats in de oeverzones. Gefixeerd peil betekent golfaanval op steeds dezelfde plaats op de oever, waardoor de afslaat.

Zo ontstaat een abrupte, niet ecologische functionele land-water overgang. Soms kan die erosie worden beperkt door middel van aankleding van oevers en kades met meer resistente vegetatie of het plaatsen van vooroevers. Suppleties zijn ook een optie, waarbij ook mogelijkheden zijn verkend om die op een natuurlijke manier te laten plaatsvinden via “zandmotoren”, zandlichamen die vrij eroderen en vervolgens de kust versterken (o.a. Friese kust). Een combinatie van beide kan onderhoudskosten beperken.

Versterking van de dynamiek door het instellen van een meer natuurlijk peilverloop binnen het jaar is de meest structurele optie, maar die staat op gespannen voet met veiligheid en zoetwatervoorziening. De ruimte voor een natuurlijk verloop is binnen het huidige peilbesluit onvoldoende voor de ontwikkeling van ecologisch goed functionerende land-water overgangen. Daarbij valt te denken aan gevarieerd kustmoeras dat zich in ondiep water uitstrekt en waar zowel voedselstromen als fauna vrij in beide richting lopen. De marges voor het daarvoor essentiële uitzakken van het zomerpeil in het peilbesluit (ten behoeve van verbetering van de kwaliteit van oeverlanden en rietmoerassen) zijn beperkt in vergelijking met referentiesystemen. Ook wordt de marge in het praktijk tevens gebruikt voor stapsgewijze peilopzet als de watervraag in droge zomers groot dreigt te worden. Als het eenmaal droog is, is dit vaak niet meer mogelijk door lage IJsselaanvoer, hoge verdamping en de toenemende watervraag. Dit kan vragen oproepen over de kansen voor moerasnatuur op langere termijn (in relatie tot inrichting en/of wijze van aanleg), gezien de voorspellingen van verdere verdroging. In de workshop van 26 maart 2025 kwam dit naar voren (bijlage III), waarbij ook werd geconstateerd dat de piek van -10 cm NAP in het peilbesluit eind maart/begin april ecologisch gezien eigenlijk te laat valt. Bepaalde vogelsoorten kunnen voor deze piek al grondnesten hebben. Dit is voor een deel nieuw inzicht sinds het vaststellen van het peilbesluit, deels ook verschuiving van het broedseizoen door klimaatverandering.

Enkele van de DPIJ strategieën (Meestijden, opties 2 en vooral 3) bieden kansen voor een natuurlijker peildynamiek met een hoger peil in de winter dan in de zomer. Daarbij ontstaat een dilemma met de waterveiligheid zolang de waterkeringen niet zijn aangepast. Er ontstaat echter ook een dilemma over ecologische effecten: een afweging van de nadelen van verlies van habitats rond de land-water overgang door verdieping en overstroming op kortere termijn (gesteld dat peilstijging gepaard gaat met herinrichting) en voordelen voor de ontwikkeling van meer functionele en kwalitatief goede land-water overgangen op langere termijn.

5.1.1.3 **Connectiviteit**

De vierde pijler van robuustheid (en de derde strategie van het PAGW streefbeeld IJsselmeergebied) is connectiviteit van habitat in ruimtelijke zin. Voor een deel, in de zin van connectiviteit tussen buitendijkse habitats, wordt die bediend door dynamiek, zoals in de vorige paragraaf bedoeld. De ruimtelijke diversiteit is echter ook verzwakt door de compartimentering van het gebied, waarmee gradiënten in bijv. zoutconcentraties of de mate van getij en de mogelijkheden voor migratie van estuariene fauna sterk zijn beperkt.

Connectiviteit heeft ook betrekking op verbinding met regionale watersystemen. Deze worden meestal ook niet meer op basis van natuurlijk peilverloop beheerd (bijv. Friese Boezem). Winst kan vooral worden behaald uit verbinding met (binnendijkse) natuurgebieden (zie par. 5.2.3).

5.2 DPIJ scenario's, natuurdoelen en ecologische veerkracht

Het bepalen van de oplossingsrichting ten behoeve van de ecosystemen in het IJsselmeergebied hinkt op twee gedachten:'

1. Het stimuleren van robuuste, veerkrachtige ecosystemen zoals bedoeld in de vorige paragraaf.
2. Het behoud van de huidige natuurwaarden en het bereiken van de huidige doelen.

Deze twee gedachten zijn in detail niet altijd te verenigen, zodat de te maken keuzes niet alleen het peilregime betreffen, maar ook het ecologisch streefbeeld.

5.2.1 Seizoensgebonden peil

De huidige marge rond het zomerpeil is vanuit ecologisch oogpunt beperkt ten behoeve van effectief uitzakken in de loop van de zomer, en de voorjaarspiek valt relatief laat. In de praktijk wordt de marge in (vaker voorkomende) droge zomers juist gebruikt voor peilopzet, waardoor de natuurwaarden (in toenemende mate) aan het kortste eind trekken. Deze peilopzet is in principe stapsgewijs en beperkt en benutting van de volledige bandbreedte lukt slechts incidenteel. Combinatie met opstuwing door wind levert voor de ecologie de meeste risico's op. Om beide opties te combineren is het zinvol de voor- en nadelen van streefpeilverhoging te verkennen, in combinatie met natuurbouw en -onderhoud (aanleg hoogtes en suppleties).

Met name de twee Delta scenario's waarbij het winterpeil zodanig stijgt dat het hoger wordt dan het zomerpeil (Meestijgen, opties 2 en 3), bieden kansen voor ontwikkeling van een natuurlijker seizoensritmiek en de ontwikkeling van meer functionele en geleidelijke land-water overgangen. Die kansen kunnen verder worden vergroot door het toelaten van incidentele verhoging ten opzichte van het winterpeil en het verder uitzakken van het peil in de loop van de zomer. Nog beter voor de diversiteit en het behoud van kwalitatief goed (moeras)habitat is het toelaten van verschillen tussen jaren in droogval en overstroming.

Het schoonspoelen van verruigde moerasvegetatie bij hoge winterwaterstanden wordt anderzijds afgezwakt door het strakker reguleren van het winterpeil door de verbeterde spuicapaciteit en inzet van de nieuwe pompen, en door verdere verlaging van het winterpeil ten opzichte van het zomerpeil. Het verkleinen van het verschil tussen zomer- en winterstreefpeil kan betekenen dat kustafslag bij gefixeerd peil wordt versterkt doordat het peil zich dat niet alleen in het zomerhalfjaar, maar jaarrond in dezelfde bandbreedte (oeverhoogte) concentreert. Dat geldt zeker voor scenario's Ruimte voor meren, opties 3 en 5 (zomer- en winterstreefpeil gelijk), en nog sterker als de fluctuaties rond het winterstreefpeil door de grotere spuicapaciteit verminderen.

Bij de scenario's waarbij sprake is van verhoging van het peil, gaat echter habitat areaal verloren als gevolg van verdieping van ondiep water en overstroming van buitendijks grasland en moeras. Dat geldt in de zomer voor de habitats zelf, in de winter met name voor gebruik door watervogels.

Deze scenario's zijn dus in elk geval op korte termijn ongunstig voor de ecologie, maar bieden kansen op langere termijn op locaties waar het verlies van areaal ondiepte en moeras kan worden gecompenseerd, zoals nu middels diverse natuurontwikkelingsprojecten gebeurt, maar dan met de nadelen van gefixeerd, tegennatuurlijk peil.

5.2.2 De huidige natuurdoelen

Het bereik van veel van de huidige natuurdoelen zal moeilijker worden als gevolg van klimaatverandering, door opwarming van het water en de gevolgen daarvan, maar ook door structurele peilverhoging in antwoord op klimaatverandering. In de winter geldt dat laatste vooral voor benthivore watervogels, waarvoor de bodembewonende prooien moeilijker bereikbaar worden. In de zomer geldt het voor broedvogels en voor beschermde habitats, door verdieping en inundatie. Verschillende scenario's hebben dus effecten op verschillende doelen.

De inundatiepercentages in tabellen 4.8 en 4.9 betreffen arealen die onder het streefpeil komen te liggen. Daadwerkelijke inundatie hangt ook af van de aanwezigheid van (buitendijkse) kades en de duur van waterstandsverhogingen, bijv. als gevolg van opstuwning. Bekading kan in combinatie met de vertraging waarmee inundatie plaatsvindt worden ingezet om verlies van habitat of soorten te beperken. Een stap verder is het inzetten van binnendijkse gebieden ter compensatie van verlies aan habitat of populaties (zie par. 5.2.3).

Verbeteringen met betrekking tot individuele doelen kunnen ook conflicteren met andere doelen of met het streven naar een veerkrachtiger systeem. De ecologische beoordeling van de DPIJ scenario's moet dus plaatsvinden in het licht van een ecologische streefbeeld voor het gebied, in combinatie met een evaluatie en waar nodig zelfs heroverweging van de huidige doelen. Deze doelen moeten haalbaar zijn en dienen dus aan te sluiten bij de mogelijkheden van het watersysteem en samen te hangen met de doelstellingen rond waterveiligheid en zoetwatervoorziening. In tabellen 4.4, 4.5 en 4.6 is voor Natura 2000 habitats, habitatrichtlijnsoorten en broedvogels het gebiedsdoel aangegeven in combinatie met het relatieve belang op de schaal van Nederland. Dit geeft een soort weging van het belang van doelbereik in het IJsselmeergebied, die kan worden gebruikt bij het leggen van prioriteiten en het maken van keuzes ten aanzien van inzet voor behoud of ontwikkeling van habitat ten behoeve van deze doelen. Van belang is dus welke soorten en habitats echt afhankelijk zijn van behoud of ontwikkeling in het IJsselmeergebied. Los van de juridische uitwerking zijn gebiedsdoelen bedoeld als instrument om te komen tot een landelijk gunstige staat voor de betrokken habitats en soorten (d.w.z. voor rapportage aan "Brussel" maakt het niet uit of doelen bijv. binnendijks of buitendijks worden gerealiseerd).

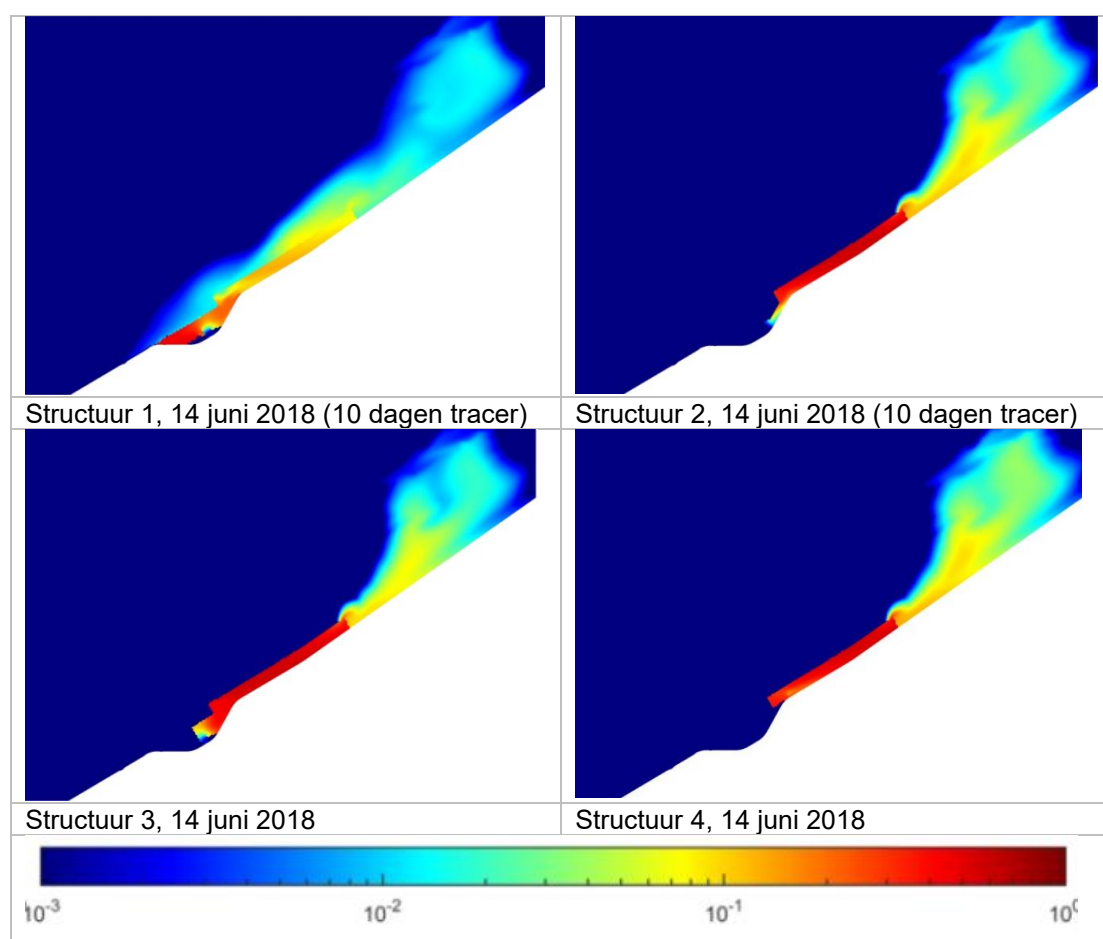
5.2.3 Verschillen per compartiment, relatie binnendijkse gebieden

De drie of vier verschillende compartimenten van het IJsselmeergebied, (1) IJsselmeer-Ketelmeer-Vossemeer, (2) Zwarte Meer, (3) Veluwerandmeren en (4) Markermeer-IJmeer-Zuidelijke Randmeren, verschillen in uiteenlopende mate in peilregime, habitatverdeling en doelen. Daardoor verschilt ook de zwaarte van de verschillende ecologische effecten van veranderingen in het peilregime. Daardoor zijn verschillen in de keuzes relevant net als er nu verschillend zijn in peilverloop. Verkend kan worden in hoeverre deze verschillen zijn te matchen aan verschillen in de verschillende rollen van deze compartimenten met betrekking tot waterveiligheid en zoetwatervoorziening (en andere vormen van gebruik).

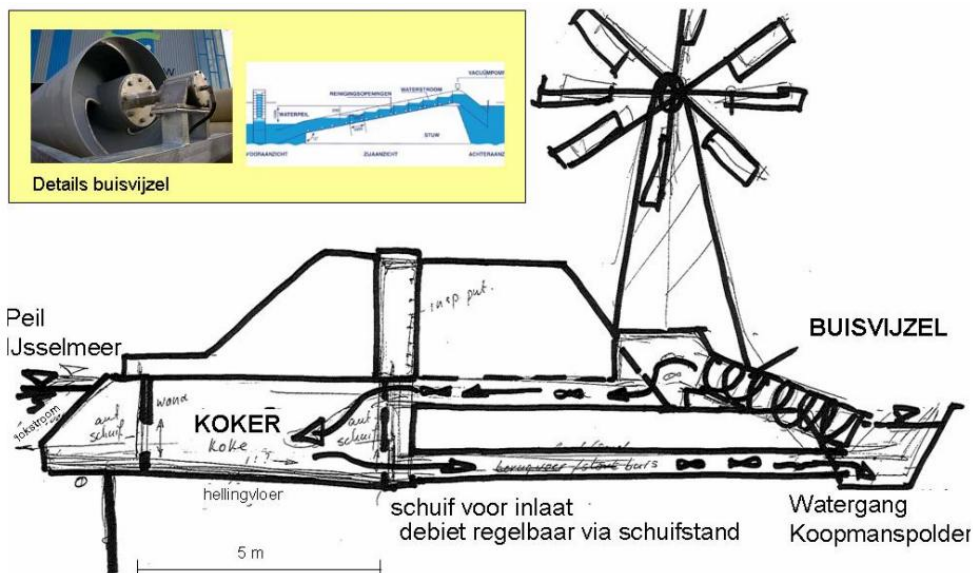
Daarbij zou ook kunnen worden gedacht aan cyclisch beheer, waarbij verschillen tussen compartimenten periodiek (over een reeks van jaren) worden gewijzigd. De grootste ruimtelijke diversiteit aan oevergebonden habitats ontstaat bij een combinatie van natuurlijk peilbeheer binnen een jaar en verschillen tussen jaren. Een uitzonderlijk droog of nat seizoen een per tien jaar kan zorgen voor het terugzetten van ongewenste bosvorming of juist uitbreiding van riet en andere moerasplanten in het water. Het grotendeels natuurlijke referentiemeer Lake Peipsi in Estland kent binnen een jaar een peilamplitude van ongeveer anderhalve meter, met nog eens een meter extra door verschillen tussen jaren. Dit zijn ook de omstandigheden waarbij broedvogels van kale grond en andere pionierhabitats het goed doen.

Daarnaast zal afhankelijk van het gekozen scenario de relatie met de aangrenzende binnendijkse gebieden veranderen, evenals de relaties met aangrenzende wateren. Ecologisch gezien is dit vooral voor de Waddenzee relevant. In sommige gevallen zouden echter ook verliezen van habitat en natuurwaarden in de meren deels binnendijks (of door verbetering van interactie) kunnen worden gecompenseerd.

Verbinding met binnendijks water en moeras is een alternatief voor buitendijkse ontwikkeling van habitats die sterk afhankelijk zijn van meer natuurlijke peilfluctuaties. Dat wordt bijvoorbeeld in de PAGW strategie wordt gestimuleerd (figuur 5.1). In bepaalde binnendijkse (natuur)gebieden bestaan er mogelijkheden voor dynamischer en meer natuurlijk peilverloop waarmee natuurwaarden, gradiënten en stofstromen kunnen worden gestimuleerd. De belangrijkste voorbeelden zijn de Koopmanspolder bij Andijk en de verbinding tussen de Oostvaardersplassen en het Markermeer. In de Oostvaardersplassen vindt een reset plaats om de structuur van het moeras te verbeteren, waarna de amplitude van de peilfluctuaties zal worden vergroot. Momenteel vindt een studie plaats naar de beste manier om voedingsstoffen en fauna tussen de plassen en het Markermeer uit te wisselen (Noordhuis & Genseberger 2024; figuur 5.2). Ook in de Koopmanspolder is dat onderzocht, met name voor vis (figuur 5.3).



Figuur 5.2. Modelsimulaties t.b.v. het optimaliseren van stroming van voedingsstoffen vanuit de Oostvaardersplassen naar het Markermeer (Noordhuis & Genseberger 2024).



Figuur 5.3. Ontwerp voor de inmiddels al een aantal jaren werkzame buisvijzel voor het levend overbrengen van vis van de Koopmanspolder naar het IJsselmeer (Van Ek & Doef 2010).

5.3 Aanvullende klimaataanpak

5.3.1 Inzetten op beperking stratificatie

Peilverhoging kan, zeker in combinatie met opwarming, gevolgd worden door toename van de kans op stratificatie, met zuurstoftekorten en/of accumulatie van voedingsstoffen als gevolg. Dit kan worden beperkt door beperking van zomerpeilverhoging en het stimuleren van uitzakkend zomerpeil, maar ook door het stimuleren van waterbeweging. Verkend kan worden of dit lokaal mogelijk is via spui-beheer (cf. aanpak problematiek Grevelingen en andere deltawateren) of via inrichting (nieuwe watergangen in natuurontwikkelingsgebieden als Marker Wadden in relatie tot bestaande waterbeweging en opstuwing).

5.3.2 Vergroten helderheid via voortzetting eutrofiëringaanpak

Een van de mogelijke effecten van opwarming van het water door klimaatverandering is een terugkeer van algenbloei, die in warmer water wordt versterkt. Een ander aspect is dat bij hogere temperaturen de afbraak van dood organisch materiaal wordt versterkt. Omdat ook algenbloei en versterkte afbraak van organisch stof tot verhoogd zuurstofverbruik kan leiden, is ook voortzetting van het beleid ten aanzien van afname van voedselrijkdom voorlopig nog zinvol, vooral als dit wordt gecombineerd met het stimuleren van peil- en stromingsdynamiek. Dat laatste is wenselijk om te voorkomen dat de resterende voedselaanvoer in diep water accumuleert en aan de productiecycclus wordt onttrokken. Helderder water kan ook het verlies aan begroeibaar areaal voor waterplanten bij peilverhoging beperken, in combinatie met de afname van sediment opwerveling. In principe leidt peilstijging bij stilstaand water met een zodanige diepte dat het licht de bodem niet bereikt tot opwarming van een kleiner aandeel van de waterkolom, omdat de straling een relatief kleiner deel kan bereiken. Zolang geen stratificatie optreedt, zou dat de opwarming iets kunnen beperken.

5.3.3 Inzetten op beperking opwarming via beschaduwing (water- en oeverplanten, bomen)

De PAGW benadering (versterken van ondervertegenwoordigde habitats als ondieptes en moerassen) in combinatie met grotere peildynamiek, kan ook leiden tot beperking van de opwarming van de ondiepere delen van de meren. Beschaduwing, niet alleen van bomen langs de oever, maar ook van water tussen riet en biezen en tussen waterplanten, kan temperatuurgradiënten van meerdere graden opleveren. Hierdoor ontstaan refugia voor macrofauna en vis.

Ook kan beperking van opwarming bij de bodem mogelijk zorgen voor een tragere afbraak van organisch stof, waardoor minder zuurstof wordt verbruikt. Natuurlijk hangt het effect af van de schaal, het percentage begroeibaar areaal op het totale bodemoppervlak.

5.3.4 Inzetten op CO₂ opslag via wortelende planten en reductie methaan emissie

Nog een stap verder is het stimuleren van CO₂ opslag. Planten die in waterbodems wortelen, zoals in mariene habitats als kwelders, zeegrasvelden en mangroven, kunnen grote hoeveelheden CO₂ in de bodem opslaan. Dergelijke habitats zijn ook in Nederland op grote schaal aangetast. Mogelijk leveren ook zoet water- en oeverplanten zo'n bijdrage.

Aan de andere kant kan vernatting van buitendijks land via inundatie zorgen voor een hogere methaanuitstoot als de zuurstofconcentraties in de bodem afnemen. Methaan heeft een ruim 30x groter broeikaseffect dan CO₂ en is inmiddels voor ongeveer een derde van de wereldopwarming verantwoordelijk. Dit speelt ook bij vernatting binnendijks, vooral in stikstofrijke gebieden. Omgaan met buitendijks land en binnendijkse wetlands is daarom een kwestie van maatwerk en geduld, waarbij het best stapsgewijs kan worden gewerkt, begeleid door monitoring en evaluatie, om de uitvoering waar nodig te kunnen bijsturen.

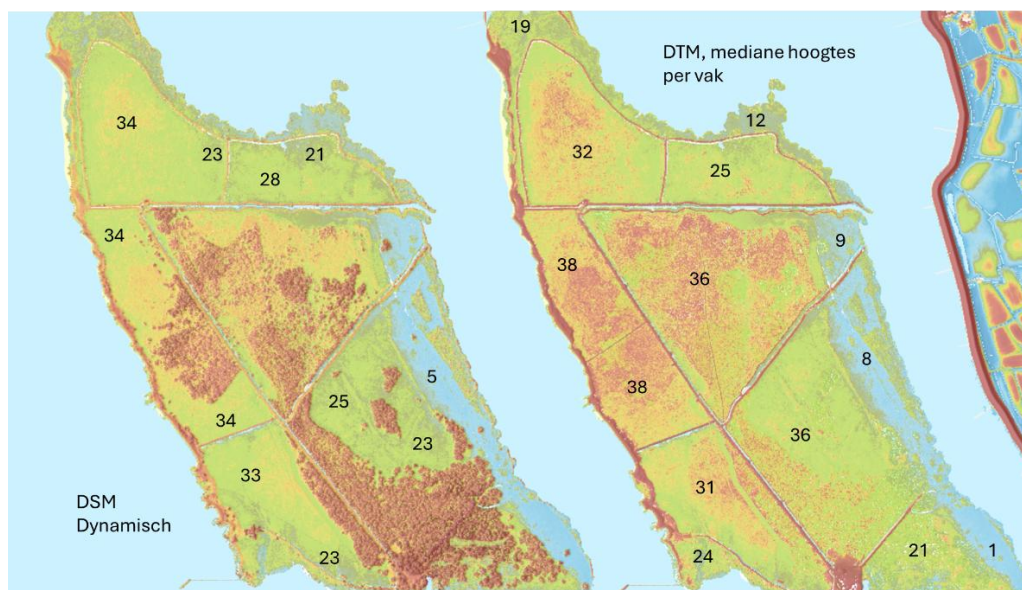
6 Referenties

- Aarts B., A. van Kleunen & P. Verburg 2007. Inschatting effecten van peilopzet in mei/juni op broedvogels in het IJsselmeer, Ketelmeer, Vossemeer en Zwarte Meer. SOVON Vogelonderzoek Nederland, informatierapport 2007/06, Beek-Ubbergen.
- Boderie P.M.A. 2012. Effect peilvariaties op slibdynamiek Markermeer. Deltares, rapport 1205221-003-VEB-0001, Delft.
- Botterhuis A.A.J., B. Kuijper, N. van der Vliet & J.W. Stijnen 2024. Waterveiligheidsperspectief IJsselmeergebied. Technisch achtergrondrapport Fase 1. HKV rapport PR4991.10, Lelystad.
- Buitink J., A. Tsiokanos, T. Geertsema, C. ten Velden, L. Bouaziz & F. Sperna Weiland (2023). Implications of the KNMI'23 climate scenarios for the discharge of the Rhine and Meuse. Deltares rapport 11209265-002-ZWS-0003, Joost Buitink, Athanasios Tsiokanos, Tjitske Geertsema, Corine ten Velden, Laurene Bouaziz, Frederiek Sperna Weiland, 07-12-2023.
- Claassen T.H.L. 2008. Historisch overzicht van het peilbeheer van de Friese boezem. *Twirre*, 19(3), 74–83.
- De Leeuw J.J. 1997. Demanding divers. Ecological energetics of food exploitation by diving ducks. *Van Zee tot Land* 61. Rijkswaterstaat Dir. IJsselmeergebied, Lelystad, en dissertatie Univ. Groningen.
- De Leeuw J.J. & M.R. van Eerden 1995. Duikeenden in het IJsselmeergebied. Herkomst, populatie-structuur, biometrie, rui, conditie en voedselkeuze. *Flevobericht* 373. Rijkswaterstaat Dir. IJsselmeergebied, Lelystad.
- Deltaprogramma IJsselmeergebied 2024. Strategieën en opties voor de herijking
- Notitie aan Bestuurlijk Platform IJsselmeergebied, 5 december 2024.
- Feij C.C.L. 2015. Nauwkeurigheid van formules voor windopzet aan de hand van meetgegevens van het IJsselmeer. TU Delft: <http://resolver.tudelft.nl/uuid:1dfe879b-bf86-408e-8b8c3d748e40f624>. Gabel F., S. Lorenz & S. Stoll 2017. Effects of ship-induced waves on aquatic ecosystems. *Science of the Total Environment*, 601, 926-939.
- Hin J.A, L.A. Osté & C.A. Schmidt 2010. Handreiking Beoordelen Waterbodems. Methoden ter bepaling van de mate waarin het realiseren van kwaliteitsdoelen van een watersysteem wordt belemmerd door verontreinigde waterbodems. Min. I&M – DG Water, Den Haag.
- Jänicke L., A. Ebener, S. Dangendorf, A. Arns, M. Schindelegger, S. Niehüser, I.D. Haigh, P. Woodworth & J. Jense 2020. Assessment of Tidal Range Changes in the North Sea From 1958 to 2014. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 126, e2020JC016456. <https://doi.org/10.1029/2020JC016456>
- Maathuis M.A.M., D.B. Kruijt & J. de Jong 2020. De dichtheid van driehoeks- en quaggamosselen in het Markermeer. Resultaten van de kartering uitgevoerd in 2019.
- Bureau Waardenburg, rapport 19-302, Culemborg
- Noordhuis R. 2001. WAVOMIJ: Watervogels in de Veluwe- en Randmeren. Aantallen van herbivoren en bentivoren in relatie tot voedselbeschikbaarheid en waterpeil. Rijkswaterstaat RIZA, rapport 2001.187X, Lelystad.

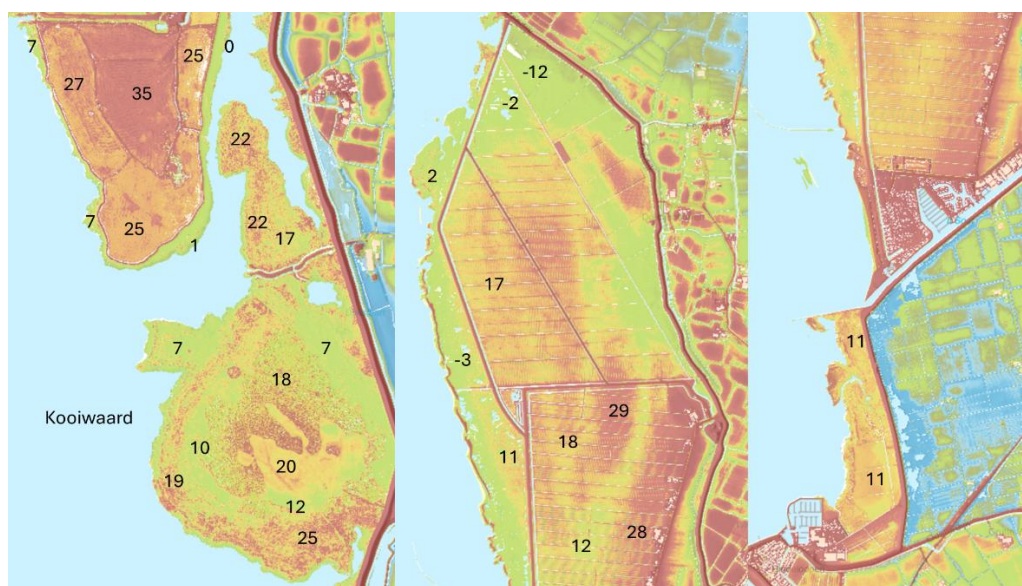
- Noordhuis R., A. van Kleunen & J. van Bruggen 2009. Peilverhoging en broedvogels in het IJsselmeer. Effecten van peilverhoging op broedvogels van de kale bodem. RWS-IJG rapport 2009-1, Lelystad.
- Noordhuis R., D.T. van der Molen & M. van den Berg 2000. WAVOMIJ: Voorspellingsmodel voor watervogels, rekenregels Veluwemeer. Rijkswaterstaat RIZA, rapport 2000.093X, Lelystad.
- Noordhuis R., S. de Rijk, G. van Geest, M. Maarse, S. Vergouwen & A. Boon 2019. Klimaatscan. Deltares, rapport 11203733-000-ZWS-0006, Utrecht.
- Noordhuis R. & M. Genseberger 2024. Uitwerking Iuwtegebied Oostvaardersoever. Deltares, rapport 11211551-002, Utrecht.
- Noordhuis R., M. Genseberger & G. Pijcke 2024. Kennis voor Zandwinstrategie IJsselmeergebied. Accumulatie van voedingsstoffen in putten en tijdelijke effecten. Deltares rapport 11210349-003-ZWS-0002, Utrecht.
- Philippart, M.J. Baptist, C.J. Bastmeijer, T. Bregnballe, C. Buschbaum, P. Hoekstra, K. Laursen, S.M. van Leeuwen, A.P. Oost, M. Wegner & R. Zijlstra 2024. Climate change. In: Wadden Sea Quality Status Report. Eds.: Kloepper S. et al., Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Pot R. 2012. Herziene maatlatten voor de beoordeling van macrofyten voor de KRW. Onderzoek- en Adviesbureau Roelf Pot, Oosterhesselen.
- Smit T., J. de Jong & M. Claus 2021. De dichtheid van driehoeks- en quaggamosselen in het IJsselmeer. Resultaten van de kartering uitgevoerd in 2020. Bureau Waardenburg, rapport 21-011, Culemborg.
- Sterk H. 2010. Oude Zeekaarten in GIS. Hergebruik van bodeminformatie. Stage verslag Rijkswaterstaat Dir. IJsselmeergebied, afdeling Meet- en Informatiedienst (WSM), Lelystad.
- Stolte W., F. Baart, S. Muis, M. Hijma, M. Taal, D. Le Bars & S. Drijfhout. Zeespiegelmonitor 2022. Deltares, rapport 11209266-000-ZKS-0001, Delft.
- Van Eerden M.R., S.H.M. van Rijn & M. Roos 2005. Ecologie en ruimte: gebruik door vogels en mensen in de SBZ's IJmeer, Markermeer en IJsselmeer. Rijkswaterstaat RIZA, rapport 2005.014, Lelystad.
- Van Eerden, M., H. Bos & L. van Hulst (eds.) 2007. The Mirror of a Lake. Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied. Ando, Den Haag.
- Van Ek R. & R. Doef 2010. Inrichtingsplan Koopmanspolder. Verslag van "water en vis" bijeenkomst, 5 november 2010. Rijkswaterstaat, Lelystad.
- Van Kessel T., G.J. de Boer & P.M.A. Boderie 2009. Calibration suspended sediment model Markermeer. Deltares report Q4612, Delft, The Netherlands.
- Van Kleunen A. & E. van Winden 2007. Aanvullende notitie gevolgen van peilopzet op broed- en trekvogels in het IJsselmeergebied. SOVON Vogelonderzoek Nederland, notitie 07/03, Beek-Ubbergen.
- Wetterskip Fryslân 2024. Evaluatie verhoogde inlaat IJsselmeerwater. Evaluatie 2024.
- Effecten waterkwaliteit beheergebied Wetterskip Fryslân. Rapport Wetterskip Fryslân, Leeuwarden.

A Bijlage I: Hoogteligging buitendijks land

Selectie uit buitendijks land uit het AHN (Actueel Hoogtebestand Nederland) met variatie mediane hoogtes van deelgebiedjes (in cm t.o.v. NAP).



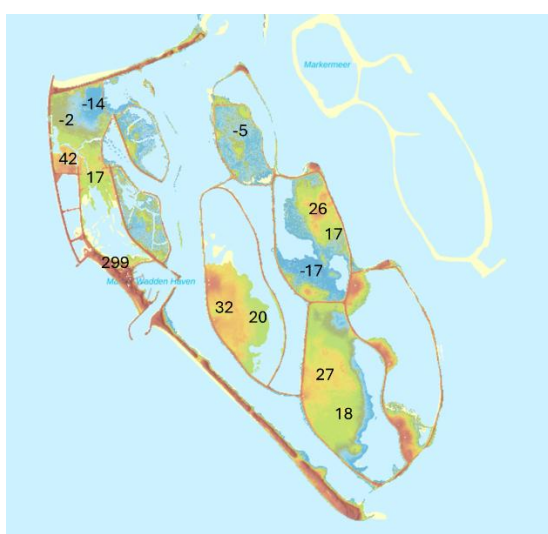
IJsselmeer, Habitatrichtlijngebied Makkumer Noordwaard. Links DSM, waarin ook de vegetatiehoogte zichtbaar is (struikgewas en bomen in rode kleuren, mediane hoogte daarbuiten berekend). Rechts DTM, bodemhoogte.



IJsselmeer, Habitatrichtlijngebieden Makkumer Zuidwaard, Kooiwaard en Workumerwaard; DTM.



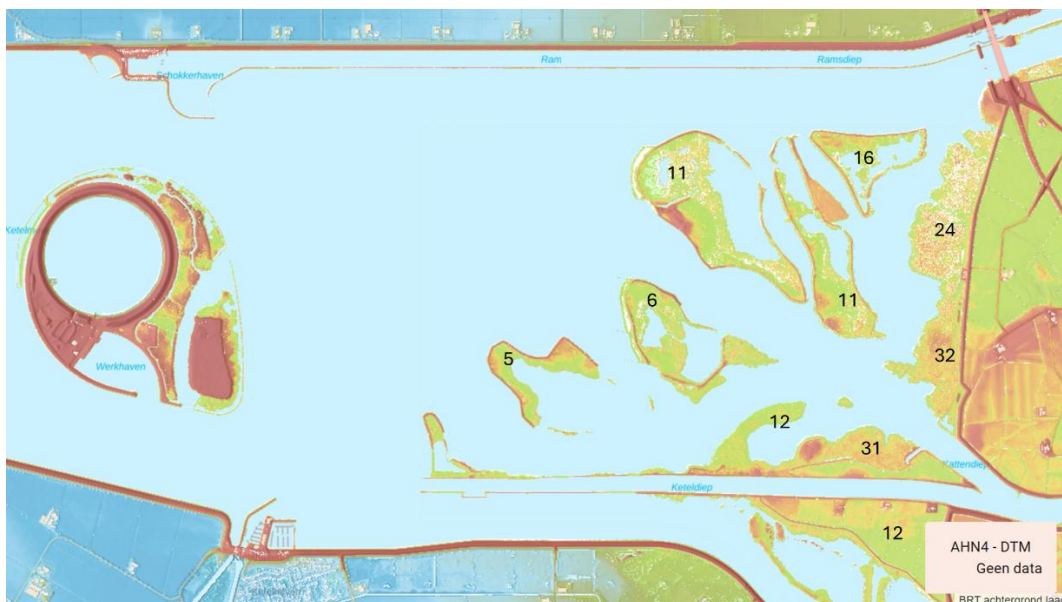
IJsselmeer, natuurbewoningsgebied Vooroever Andijk; DTM.



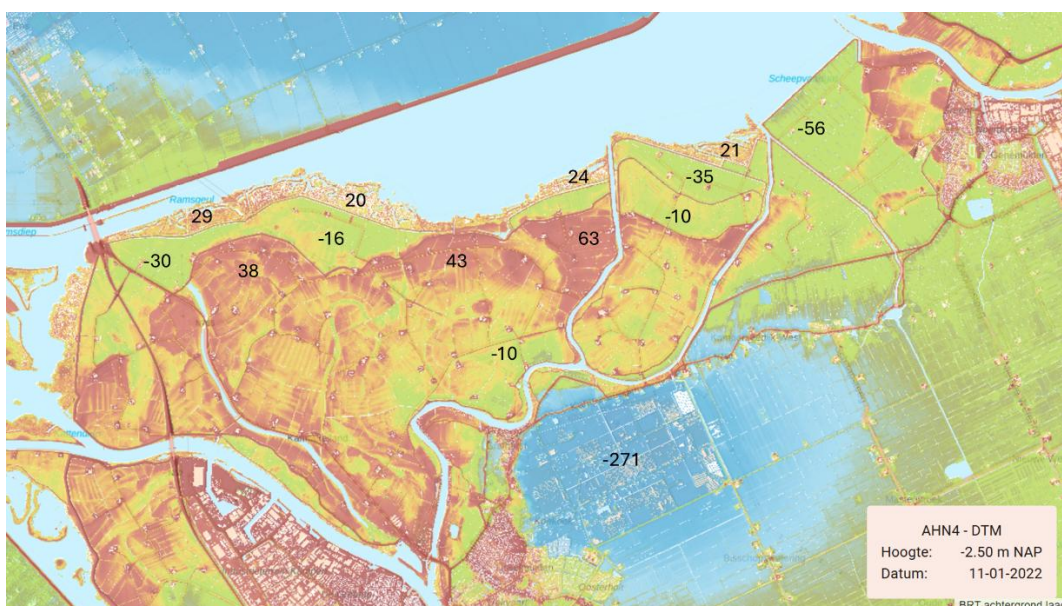
Markermeer, natuurbewoningsgebied Marker Wadden; DTM.



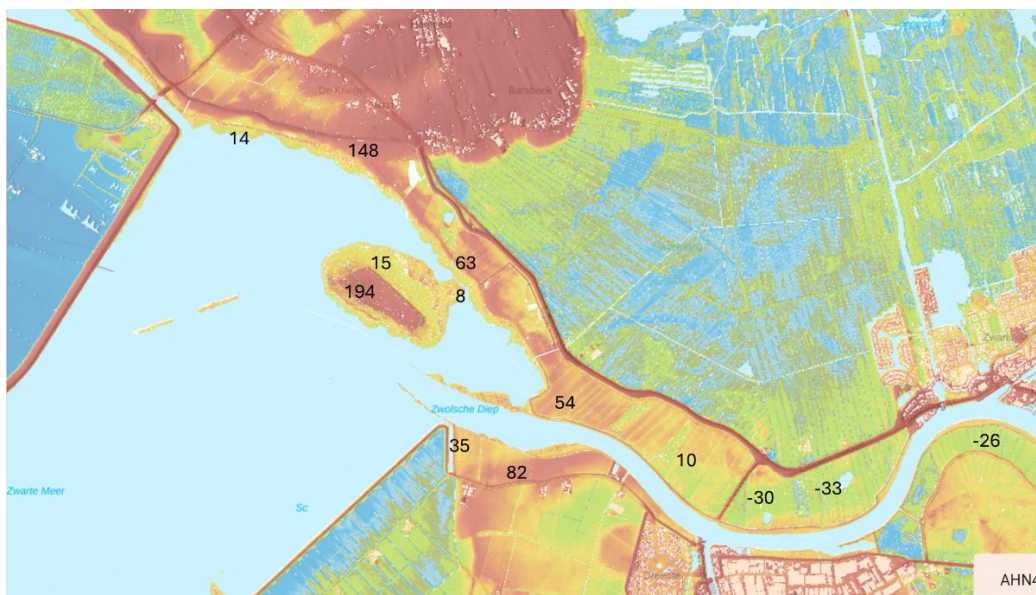
Markermeer: natuurbewoningsgebied Trintelzand; DTM.



Ketelmeer: Buitendijks oeverland en natuurontwikkelingsgebied IJsselmonding; DTM.



Zwarte Meer, buitendijkse oeverlanden, Kampereiland (buiten primaire kering maar met secundaire bedijking) en Koekoekspolder (ingeklonken verveningsgebied, onderdeel Mastenbroek, binnen primaire kering); DTM.



Zwarte Meer en Zwarte Water, buitendijkse gronden, deels secundair bedijkt; DTM.

B Bijlage II: Notities workshop 20 november 2024

Eerste workshop “Natuur, peilbeheer en klimaat”, Biddinghuizen, 20 nov 2024

Presentatie Ton de Vrieze (Deltaprogramma IJsselmeergebied)

- Aanleiding en doel van de bouwsteen Natuur, peilbeheer en klimaat worden toegelicht.
- Samen met natuurorganisaties, provincies, waterschappen, RWS en ministeries wordt gezocht naar mogelijkheden om te voorzien in de opgaven als gevolg van klimaatverandering voor natuur en waterbeheer (veiligheid/ zoetwater) en hierbij te streven naar een win-win.
- Betrokken organisaties worden uitgenodigd hierbij een inbreng te hebben, kennis te nemen van resultaten en deze te beoordelen. Hiertoe wordt een tweede workshop in het voorjaar gepland. De bevindingen worden meegenomen in het proces van herijking van de Deltabeslissing IJsselmeergebied

Presentatie Ruurd Noordhuis/ Menno Genseberger (Deltares)

- Schets met ontwikkelingen rond klimaatverandering: drie mechanismes mondiaal en zes lokale effecten
- Schets kwetsbaarheid IJsselmeergebied in relatie tot waterkwaliteit en watertemperatuur. Stratificatie. Afname oplosbaarheid zuurstof.
- Overgang Zuiderzee – IJsselmeergebied: natuurlijk peilbeheer (brak) naar onnatuurlijk peilbeheer (zoet), verlies overgangshabitats, zandhonger IJsselmeergebied
- Zeespiegelstijging met afnemende mogelijkheden tot spuien. Bij Den Oever nemen de mogelijkheden sneller af.
- Klimaat robuuste natuur: positieve invloed aanwezigheid waterplanten op de watertemperatuur.
- Met behulp van beschikbare modellen kunnen fysische, chemische en biologische processen in oppervlaktewater worden geanalyseerd. Voor de waterbalans wordt gebruik gemaakt van D-Hydro / Delft 3D FM model.

Algemene discussie:

- Naast directe gevolgen van klimaatverandering treden op indirecte gevolgen op: welke zijn relevant en hoe werken deze door?
- Welke amplitude rond de waterstanden is nodig voor natuur? Is hierbij een win-win voor de zoetwatervoorziening en natuur mogelijk?
Kan Lake Pepsi nog als referentie voor het IJsselmeergebied dienen bij klimaatverandering en systeemingrepen?
- Keuzes voor het peilbeheer in het IJsselmeergebied werken door op natuur binnendijks (o.m. verzilting/ veenweidegebieden). Benoem de relevante keuzes en maak effecten inzichtelijk.
- In het kader van het Waterveiligheidsperspectief zijn met behulp van het model Dezy berekeningen gemaakt ten aanzien van de frequentie van inundatie van buitendijkse gebieden. Deze worden beschikbaar gesteld voor deze bouwsteen.

Presentatie Chris Bakker (It Fryske Gea)

- Link met project “Versterken Friese IJsselmeerkust” (VFIJ)
- Momenteel relatief veel erosie, soms 50 m (hoogwater 2023/2024) afslag i.p.v. 5 m eerder: geen natuurlijk herstel
- Klimaatverandering in met IJsselmeer als regenton is recept voor ongelukken
- Vragen:
 - o Kan de land-water gradiënt landwaarts schuiven?
 - o Kan het IJsselmeerpeil in de zomer ver uitzakken (orde grootte 1,5m?)
 - o Is terugkeer van (enig) getij een optie?
 - o Wat zijn de mogelijkheden voor grootschalige suppletie?

Algemene discussie:

- Hoe zit 't met overstromingsgraslanden? Alleen opties binnendijs?
- Wijdere blik: watervraag te beïnvloeden door stimuleren sponswerking omgeving?
- Niet meer sturen op regenton: verdroging omgeving? Waterkwaliteit regenton?
- Aanbod Dity Langendijk: uit de studie (Waterveiligheidsperspectief) is relevante info over inundatie van buitendijkse gebieden beschikbaar (wordt toegezonden)
- Golfwerking: balans tussen relatie met diepte en moment van golfbreking op ondieptes
- Geeft mogelijkheid van pompen ruimte voor meer fluctuatie in combinatie met beheersing voor veiligheid?
- Opties voor inrichting voor natuur per scenario uitwerken.

Aandachtspunten:

- Vraag Eva Ruiters Wetterskip Fryslân: we adviseren juist niet te dicht bij water van bomen i.v.m. bladeren/takken e.d.
- Ruurd: daar kan je mee spelen, dat zijn idd. andere aspecten
Dity Langendijk: context vraag, binnen DPIJ focussen we op beleidsruimte uitzakken/omhoog max. 10 cm, zijn het vragen in die context of bij 1 m?
- Bertho Bulthuis ZZL: wat is definitie van natuur? Huidige natuur of andere, gewenste?
Ruurd: het laatste, a/d hand van referentie zoals Peipsi meer, in IJsselmeergebied ontbreekt dit door huidige gefixeerde peil.
- Natura 200 conflicteert vanuit beleidsdoelen, het gaat hier om herstel.
- Ton de Vrieze: vooral investeren in inrichting in samenhang met beheer?
- Ruurd: door 90 jaar gesloten zijn moet je nu zaken kunstmatig terugbrengen.
- Bertho Bulthuis ZZL: het gaat om condities? Wat voor een natuur moet het zijn?
- Ruurd: vooral diversiteit, voedselweb dat tegen een stootje kan.
- Pieter Filius (VS): ook gekeken naar invloed van algen en voedingsstoffen?
- Ruurd: ja, algen en licht cyclus en feedback.
- Koen Kaffener: je beschrijft veel directe gevolgen van klimaat e.d., maar veel is ook indirect, wat m.b.t. natuuraspecten daarvan?
- Bertho Bulthuis: rol tussen waterbeschikbaarheid en natuur (en ook tussen waterveiligheid)
- Perry Cornelissen SBB: vraag over referentie, komen we niet door klimaatverandering steeds meer met Zuid-Europese situatie te zitten?
- Bert Piekstra Wetterskip Fryslân: zoet - zout overgangen, is daar nog natuur? Belang van omgeving/achterland IJsselmeergebied? Wat is meest waardevolle natuur? Voor KRW is vismigratie ook belangrijk
- Dity Langendijk WDOD: hoe zit die interactie met omgeving/achterland eruit? En bredere context, en uitwisseling, binnen bepaald reikwijdte van b.v. vogels die bij droogte ander gebied zoeken
- Ruurd: zit in gebiedsgericht zoeken, daarbij nadruk gelegd op oevers, denk de dijk weg

- Lucas Meursing: verhouding overstromingsgraslanden en meanderen?
- Bert Piekstra Wetterskip Fryslan: is er wel altijd voldoende water voor hoger peil?
- Ton de Vrieze: ook in de toekomst is dit geen natuurlijk peil meer

Bij de kaart over de Randmeren:

- Minder sturing nodig op waterbeschikbaarheid e.d., dus meer ruimte voor natuurlijk peil? Te gebruiken als compensatie voor verlies elders in IJsselmeergebied?
- Daarentegen minder ruimte voor variatie habitat en gradiënten binnen de oevers? Bijv. opties voor buitendijks overstromingsgrasland?
- Uitzakken lastig gezien (recreatie en) nodige tegendruk ter voorkoming van grondwaterpeil oude land (heroverweging Vergeten Randmeer?), mogelijkheid hoger peil in winter/voorjaar, dan uitzakken?
- Wat is effect van peilverhoging op de Veluwe beken? Wat als we niks doen?
- Hier belangrijke relatie met evt. toename algenbloei door opwarming, meer incidenten, combi met recreatie? Is peilbeheer hier een instrument?
- Verkenning nut van andere routes water (aanvoer vanuit zuid of noord i.p.v. oost/west), heroverweging oude afwegingen doorspoeling (relatief goede kwaliteit polderwater)?
- Toegenomen opstuwing door verwijderen Hardersluis?
- Wat zijn gevolgen van verandering peilverschil met de ander twee peilcompartimenten?
- Welke verbinding is mogelijk tussen de meren en de aansluitende polderstrook (SBB) en hoe kan dat samenhangen met peilbeheer?
- Relevante info vanuit IJ-team (Platform IJsselmeergebied; Perry Cornelissen vraagt).

Bij de kaart over het Markermeer:

- Dity: Eem vallei vaker geïnundeerd? weer paaigebied, wanneer juist?
- Perry: voor natuur 2 zaken belangrijk: seizoensvariatie van 50-70 cm en langjarige variatie tussen droge en natte jaren
- In Markermeer is open water daarmee weinig voor elkaar te krijgen (behalve compartimenten in Marker Wadden en Trintelzand), dan zal je toch naar meer verbinding als compartiment van gebieden zoals Oostvaardersplassen moeten gaan kijken.
- Compartiment ook in Eem vallei?
- Piek in maart van neerslag/verdamping meer uitsmeren over ruimte en tijd
- Het gaat harder regenen, hoe is dit in verhouding tot zoetwatervoorziening?
- Juist zorgen dat Eem vallei vaker kan overstromen voor natuur? Pompen op Houtribdijk? En ook voor Randmeren? Wat biedt dat aan nieuwe mogelijkheden?
- Lucas: interessante discussie over wel of niet meer koppelen van uitwisseling tussen IJsselmeer en Markermeer, zowel water als stoffen
- PAGW zijn lokale maatregelen, postzegels, er wordt wel gekeken naar geaccumuleerde effecten
- Koen: effect van alternatieve aanvoerroutes? (Bv. via Amsterdam). Wat is effect op de natuur? Kortere verblijftijd in Markermeer te realiseren?
- Gooi- en Eemmeer waterkwaliteit vaker slechter door RWZI.
- Suggestie om in West Friesland en Noordoost polder extra volume voor zoetwater buffer te generen (buiten het huidige oppervlak/volume IJsselmeer).
- Variatie i.p.v. rechte lijnen.
- In Gooi- en Eemmeer gebeurt al veel, er zijn al Natura 2000 gebieden.
- Koen: waar kan je grootschalige visie kwijt? A la ruimte voor de rivieren?
- Lucas als winterpeilen verhogen dan dijken verhogen en dan ontwerpvrage, dan koppelingen met verschillende aspecten om uit te zoeken. Kijken of meer koppeling tussen A'dam en Volendam, wetland achtig gebied achter de dijk.
- Accent voor Markermeer: nog mogelijkheid om gemiddelde chloride gehalte te verlagen?

- Flevoland bron door zout kwel, gemiddelde is hoger dan IJsselmeer.

Bij de kaart over het IJsselmeer:

- Wat zijn te verwachten gevolgen van een peilverandering met 1 meter voor de waterveiligheid als doorkijk voor de lange termijn?
- Volg principe 'Building with Nature' zo mogelijk bij aanpassingen ten behoeve van waterveiligheid en dijkversterking HWBP. Zoek synergie.
- Concretiseer opties voor natuur voor bestuurlijke afweging en besluitvorming rond de herijking van de Deltabeslissing IJsselmeergebied
- Wanneer is sprake van een robuuste natuur in relatie tot het optreden van extreme omstandigheden en met welke frequentie?
- Benoemen maatgevende factoren of omstandigheden/ frequentie.
- Verzilting ook meenemen: accepteren we dit of niet in relatie tot natuur? En zo ja, met welke frequentie en mate?
- Waar is sprake van robuuste natuur (definitie) waarbij erosie niet van invloed is? Op welke locatie treedt geen erosie op?
- Samenhang zoetwatervraag/ natuurwaarden meenemen met bodemdaling en veenweidegebieden (binnendijks) in relatie tot meerpeilen: wel/niet meenemen in afweging?
- Herintroduceren getijdebeweging in het IJsselmeer: mogelijkheden?
- Natuurlijk peilbeheer curve introduceren voor zomer (laag) en winter (hoog). Wat is optimaal voor natuur? Effecten en mogelijkheden in relatie tot klimaatverandering? In samenhang natuur binnen- en buitendijks/ veiligheid en zoetwatervoorziening.
- Samenspel inrichting (gradiënten) natuur: maatwerk mogelijk in samenhang peilbeheer (bijv. voorjaarsopzet)?
- Nemen van lokale maatregelen tegen ongewenste inundatie (broedseizoen): welke maatregelen en waar kansrijk?
- Natuur (beoogd) : effecten wel / geen ontkoppeling IJsselmeer en Markermeer (kansen en risico's)
- Bij uitzakken meerpeilen, waarbij inzet van pompen voor waterinname voor omliggende regio's nodig is: connectiviteit natuur (bijv. betekenis vismigratie)?
- Uitbreiding areaal overgangen land / water: waar kansrijk?
- Visstand bij peilverandering: betekenis paaiplassen en vismigratie
- Inrichting en beheer van TBO's afstemmen op peilbeheer
- Aandacht voor natuur in winter (overwinteraars, voedselbeschikbaarheid, luwtezones)
- Betekenis Trans Atlantische oscillatie (omkering/ stilvallen) voor het IJsselmeergebied?
- Vastleggen CO2 in combinatie met natuurmaatregelen (mitigatie). Mogelijk kansrijk in ondiepe zones?

Aanvulling: bullets op de kaart van groep IJsselmeer

- Verhogen peilen - >100cm – Waterkeringen
- Building with Nature (PAGW) – meerwaarde – natuurveiligheid – dijkversterking
- Concreet maken opties voor BO afweging
- Verzilting meenemen / accepteren en welke consequenties natuur
- Bodemdaling & veenweidegebieden
- Samenhang wateropgaven wel/niet haalbaar?
- Getijdebeweging?
- Robuustheid natuur bij extremen
- Natuurlijk peil (bandbreedte) curve i.r.t. effecten (- schuiven in geheel)
- Natuur a.g.v. klimaatverandering – veiligheid, binnendijks/buitendijks
- Samenspel inrichting / gradiënten –

- Maatwerk in de tijd, bijv. moment voorjaarsopzet
- Lokale bescherming ongewenste inundatie (broedseizoen)
- Robuuste natuur locaties, erosie – waar evenwicht?
- Natuur: wel/geen ontkoppeling MMR / YMR – kansen/risico's
- i.r.t. bijv. waterveiligheid
- Bij beoogd uitzakken – innemen m.b.v. pompen – connectiviteit natuur, vispassages
- Land-water overgangen t.b.v. omliggende regio's
- Betekenis visstand – paaieren / migratie
- Synergie natuur, veiligheid
- Beheer (TBO's) i.r.t. peilbeheer afgestemd
- Watertemperatuur – TEO kansen – schaal / haalbaar zomer, winter
- Winter – overwintering
- Luwe zones / voedsel
- Trans Atlantische Oscillatie omkering / stilvallen
- Mitigatie: vastleggen CO2 ondiepe zones (kans?)
- Benoemen maatgevende factoren / omstandigheden

Deelnemers:

- Dity Langendijk (WDOD)
- Bertho Bulthuis ((ZZL)
- Kaffener, K.J. (Koen) - DGWB
- Ruurd Noordhuis (Deltares)
- Pieter Filius (Vechtstromen)
- Remmelt Scheringa (prov. Drenthe)
- Meursing, Lukas (RWS MN)
- Bert Piekstra (WF)
- Vrieze, Ton de (RWS MN)
- Garritsen, Ton (RWS MN)
- Koen Zuurbier (PWN)
- Eva Ruiter (WF)
- Hartog, Madeleine den (RWS MN)
- Menno Genseberger (Deltares)
- Kevin Verdel (Min. LNVV)
- Veen, Paul van (RWS MN)
- Siekerman, Nienke (RWS MN)
- Dagmar Hogendorp (WF)
- Gerben Kalkman (Coalitie Blauwe Hart)
- Leo Bruinzeel (Vogelbescherming)
- Perry Cornelissen (SBB)
- Chris Bakker (It Fryske Gea)

C Bijlage III: Notities workshop 26 maart 2025

Tweede workshop “Natuur, peilbeheer en klimaat”, Lelystad, 26 maart 2025

Doel van de dag was de resultaten van het onderzoek naar de effecten van klimaatverandering op natuur en peilbeheer in het IJsselmeergebied te bespreken en de betekenis daarvan op de samenhang tussen natuur en peilbeheer in de toekomst.

Centraal stonden de vragen of de resultaten herkenbaar zijn, of er nog zaken ontbreken waarmee rekening dient te worden gehouden, welke kansen en risico's spelen.

Ochtendsessie: Discussie Samenhang strategieën DPIJ en natuur

Opgezet m.b.v. de vier DPIJ Strategieën:

1. Voortzetten

- Wat is definitie van autonome peilstijging? Hiermee wordt niet bedoeld het meestijgen met de zeespiegel maar wel het opvangen van grotere extremen in de afvoer van de IJssel. Zeespiegelstijging wordt opgevangen door het vergroten van de afvoercapaciteit van de pompen.
- Risico nemen om marges te vergroten als je toch pompen hebt (betere risicobeheersing)
- Beoogd peil en bandbreedte, beter in plaatjes laten zien, ook maximale ondergrens
- Oprekken binnen veiligheidsgrenzen
- Dynamiek oprekken van marges gebruik maken voor de ecologie en lokaal sturen voor bepaalde soorten. Met meer dynamiek meer natuurwaarden.
- o Goed verhaal hebben waarom de bandbreedtes zijn zoals ze nu zijn. En waarom we alleen de 'dunne' schijf beschikbaar hebben voor zoetwatervoorraad.
 - ☐ Studie 'Peilthermometer' naar uitzakken van peil: bijv. inlaten omgeving, scheepvaart.
 - ☐ Bandbreedte is een compromis voor ecologie
 - ☐ Piekje is eigenlijk te laat in seizoen. Sommige soorten starten eerder met broeden
- Discussiepunt autonome afname, verslechtering van N2000 waarden. Autonome ontwikkeling IJsselmeergebied bij strategie Niks doen, wordt waarschijnlijk natuur nog slechter. Dat ligt eraan wat je autonoom noemt.
- Wanneer gaat het mis (voor veiligheid)? Hoe hoog kun je gaan? Is dit wel wat je zou willen voor ecologie? Meer schade door inundaties, omdat te voorkomen, ingrepen.
- o Het huidige peilbeheer is gebaseerd op veiligheid en zoetwatervoorziening. Enige aanpassing van het peil heeft gelijk aanpassing nodig voor de dijken. Tenzij je de normering aanpast.
- o Er zijn nu meer buitendijkse gebieden, dus ook andere schade dan bijv. 1962.
- o Zijn er door de hoog water van winter 2023 ook positieve effecten te zien voor de natuur? -> niet gelijk te zeggen, de ecologische monitoring voldoet niet om dit te kunnen zeggen (sterfte van spiering niet gemonitord). Moet gezocht worden naar deze informatie.
 - ☐ Voorbeeld incident Lake Peipsi, permanente omslag.
 - ☐ ATKB – vissterfte warme periode IJsselmeer. Microstratificatie
- Waar zit nog ruimte in dit scenario? Dat duidelijk hebben. Verhoging, verlaging.
- o Nieuwe inzichten, IJssel afname geeft nu al om in de praktijk het meerpeil op te zetten. In dit scenario ook meenemen dat zomeropzet misschien niet lukt. (in andere scenario's gaat in de winter al opzet beginnen).

- o Geen extra buffer met dit scenario: omliggende gebieden zullen vaker met droogte te maken hebben. Wat betekent dat ook voor dit scenario.
- o Eerder vasthouden? Water vasthouden in achterland/regio's, is dat genoeg in kuubs? Verdampst dit al waar je bij staat? Oplossing ligt niet bij de regio's.
- o En, en, en...
- Peilbesluit, vanuit 3 functies te beredeneren. Hoogwaterveiligheid, Zoetwatervoorziening. Ecologie en Biodiversiteit, wat wil je daaruit redenerend. En wat voor een effecten heeft dat ook om de omliggende gebieden (achterland, maar ook Waddenzee!)
- Manier van denken voor dit proces moet anders:
 - o Dit is wel een ok scenario.
 - o Winterpeil is zoals het is, kan iets naar beneden door spuien. Kunnen iets onder winterpeil, en daarmee winterstorm opvangen.
 - o Natuurlijke uitzakking in de zomer. Het uitzakken lukt nu niet altijd. Maar met extra spuien zou je dat kunnen doen. Dit kun je uitrekenen en sturen. Uitzakken is wel technisch haalbaar. Te ver uitzakken kan buitendijks problemen opleveren evenals voor de waterinname. Maar voor sec IJSG kan het wel goed zijn.
 - o Gebieden aanwijzen waar je wel fluctuerend peilbeheer kan hebben.
 - o Stelling: is oprekken van bandbreedtes beter voor de ecologie? -> ja zakkende zomerpeil is beter voor ecologie IJSMG. Er moeten dan wel bijpassende maatregelen bij.

2. Beheerst bufferen (Zomer hoog)

- kort overgeslagen
- Door hogere start positie zomerpeil kun je meer zakken.
- Voor hoger zomerpeil zouden dijken gebouwd moeten worden
- En is er überhaupt genoeg water
- Voor buitendijkse gebieden gelijk onderwater, desastreus

3 Meestijden (winter hoog)

- Voorjaar actief afspuien (niet natuurlijke dynamiek). Draagt voor ecologie niks bij, dan kun je beter laten uitzakken.
- Hoge waterpeil winter. Winternatuurlijk peil hoger. Zomerpeil is lager dan winterpeil.
- Winterdynamiek is gunstig voor de ecologie, oeverlanden, vaak riet uitgespoeld.
- Winterdynamiek is belangrijk, niet te strak reguleren. Als dat kan via pompen en spuien kun je dat zelfs gereguleerd doen. Deze middelen inzetten voor ecologie.
- Kleine inzakking in de start van de zomer zou fijn zijn. Meer ruimte zoeken voor uitzakking in de zomer.
- Afweging, wat is nodig voor robuust veerkrachtig systeem vs. wat is nodig voor natuurwaarden?
- Voor huidige natuurontwikkelingsprojecten is dit niet goed.
 - o Waar zit de grens voor de huidige projecten?
 - o Hoe belangrijk is versnelde erosie van de projecten? Kun je suppleren, hoeveel kost dat?
 - o Projecten mogen best wat onderwater staan, als het maar weer bovenwater komt. Bij erosie/wegspoeling kan dat onhandig zijn.
- Middelste is een redelijke compromis.
- Bij dit scenario kun je pompen uitstellen en kun je meegroeien met de zeespiegel. Kan geleidelijk meegroeien, in tijd verloop, ecologie laten meegroeien.

4 Ruimte voor de meren

- Beide peilen (zomer / winter) gaan om hoog. Zit van alles in.
- In de tijdlijn van zeespiegelstijging meenemen
- Waterbeschikbaarheid in tijden van droogte zal altijd een knelpunt blijven.
- Moet opzoek gaan naar schuifruimte voor ecologie, want sommige soort zouden verdrinken.
- Is dit wel een reële optie voor het programma? Alle strategieën en opties hebben tot doel mogelijkheden (voor- en nadelen resp. gevoeligheden) te verkennen.

Je kan per waterlichaam ook nog kijken naar specifiek meerpeil. Stukjes land in buitendijks gebied zou het peilbeheer afzonderlijk kunnen worden gereguleerd voor de ecologie. Je kan iets met de kades, je kan iets infrastructuur.

Urgentie zoetwaterbeschikbaarheid daar komen we knel. Te kort gaat op land veel meer gevolgen hebben. IJsselmeergebied is oplossing daarvoor, maar tot hoever kan je het laten uitzakken. Veel technisch mogelijk, energie is nog een discutabel punt. Spuien en meebewegen met zeespiegelstijging is daarom ook een voorkeur vanuit energie.

Is er weet over hoeveel water er dan nodig?

- o 2100 – nog niet in extreme kant
- o In NWP beleidsruimte (?) / beleidstabel. Hoe en of doen we dat, inzetten?

Middagssessie: Oplossingsrichtingen

Groep Ton de Vrieze

Als vertrekpunt voor mogelijke oplossingsrichtingen is de huidige situatie aangehouden: wat schiet het huidig peilbesluit tekort ten aanzien van natuur? En is het mogelijk om binnen het Peilbesluit te optimaliseren?

Optimaliseren:

- Vergroten dynamiek: hoger in de winter, (verder) uitzakken in de zomer
- Reset watersysteem
- Habitattypes: vergroten (bestaand) areaal en aanleg nieuwe / ontbrekende types
- Grondbroeders zijn vroeger: eerder opzetten?

Flexibel peilbeheer vraagt om tijdig te anticiperen

- Weersvoorspellingen zijn belangrijk
- Voorspelling vogeltrek levert informatie voor peilbeheer

Verbinding buitendijkse natuurgebieden met binnendijkse gebieden

- Zoek winst in connectiviteit en gradiënten

Inrichting van natuurgebieden / oevers

- Hoogwater-broedkering (Workum) lokaal toe te passen

Wens uitzakken in de zomer:

- Wel / niet volgens een uitzakcurve
 - o Aflaten naar regio's in plaats van zee: voeden buffers in regio's
 - o Drinkwaterbuffers in de regio's.

Klimaatbuffer PWN+

- In buffer maatwerk peilbeheer mogelijk

- Minder kwetsbaar voor verzilting
- Habitattypen toevoegen
- Beschikbaarheid voldoende water van een goede kwaliteit voor drinkwater:

Dilemma:

- waterveiligheid (– peil laag) versus natuur (- peil vroeg in het voorjaar hoog)
- te hanteren winterdynamiek voor de meerpeilen: onzekerheden neerslag / IJssel

Kantelpunt extra verlaagd zomerpeil in relatie tot verzilting (nader te onderzoeken)

- afhankelijk van zeespiegelstijging, schutten,
- mogelijkheden tot wegspoelen verzilting

Wat is op termijn robuust in relatie tot stijging van de temperatuur ten aanzien van:

- soorten
- gradiënten
- diversiteit

Vernatten veenweidegebieden (binnendijks)

- maatwerk per regio met onderscheid tussen laag- en hoogveengebieden (Fr-NH)
- sponswerking voor omgeving

Kijk door richting 2100 voor de te nemen maatregelen die worden genomen

Groep Menno Genseberger en Ton Garritsen

- Welke dilemma's spelen daarbij.
- Wat is technisch en juridisch maakbaar

Primaire opmerkingen:

- Over 75 jaar zie de wereld er heel anders uit, laten we ons naar een toekomstige wereld verplaatsen. Of willen we uitgaan van de huidige situatie?
- Bandbreedte en breedteband. Fietsen en waterfietsen.
- Als je de bandbreedte vergroot, aan de onderkant, uitzakken, dan vergroot je de oever.
- Wanneer is het (natuurlijk peilverloop) voldoende?
- Eens dat de land water overgang de belangrijkste schakel is. En dat is relevant als een basis voor peil keuzes.
- In elk scenario zou je moeten kijken wat het optimum is binnen dat scenario. Is nu heel recht getoond. De bandbreedte en het feitelijk meerpeilverloop in de loop van het jaar is wat anders.
- Kun je biotopen weer creëren? Gedeeltelijk. Je kunt niet alles behouden wat er nu is. Zoeken in het spel van breedte van de rand en hoogte van de bandbreedte.
- Natuur heeft een functionerende rand nodig. Uitzakken geeft meer riet-areaal. Alle randen onder water, dan de gradiënt (tussen diep water en hoger liggend land) ergens anders zoeken.
- Achteroevers (verbinden / creëren)
- Natuurlijkheid. Gebouwd door eb en vloed, dat is niet meer. Platen hebben we. Met natuurlijk peil willen we dat. Met een verbinding met natuurlijk achterland, dat ook. Sommige natuurlijke hoogtes wil en kun je niet gebruiken. Dan moet je wel het meer in ... aanbieden van een surrogaat ...
- ... ander peilbesluit ... compenseren ... welke biotopen dan nodig ... om een goed functionerende rand te ontwikkelen ...

Overige opmerkingen

- Het gaat ook om verandering. De ene oplossing geeft minder pijn dan de andere.
 - Eerst 2100, daarna “nu” en daarna de weg naar 2100 vanuit nu (de route)
 - N2000 is een instrument in het geheel, het ecologisch systeem is een hogere doel
 - Natuurlijkheid speelt op meerdere vlakken
 - Wat is de ecologische functie van de rand van zo'n groot meer?
 - Een meer kan niet zonder een natuurlijke rand
 - 2100 een natuurlijk meer (ambitie, uitgangspunt, opgave ...)
 - Veel meer structuur nodig zoals de Marker Wadden
 - ... en van de IJsselmonding tot de Afsluitdijk
 - Dan gaan we dingen in het water leggen, waarom niet toestaan dat het naar buiten mag?
 - Grootschalig voorzien van water (van omliggend gebied) onontkoombaar voor de lange termijn
 - Bandbreedte (oevers)(?) zoeken op de randen.
 - Dan geef je bestaande natuur wel deels op.
 - Graslanden op kalkrijke ondergrond, met trilvenen, komt voor bij de FYK, vanwege bodem en dynamiek. Beheer bepaalt ook.
 - Er zit veel tussen water en land. Als je niet stuurt hou je alleen bos en water over.
 - Bij Veluwemeer een geleidelijke overgang, natuurlijk gradiënt van land naar water. En de bodem van het Veluwemeer begint ondiep. Wel plannen van recreatieondernemers om diepte te maken. Zand en varen.
 - Randmeren Oost zijn een eigen compartiment. Daar kan je veel met een klein pompje. Geen grote buffervoorraad. RMO gaat niet mee in het Markermeer en IJsselmeer-peilen (en zoetwaterbuffer)
 - Binnendijks peil verhogen krijgt weinig aandacht in deze beschouwingen.
 - Markermeer gaat wel vergelijkbaar mee
 - Vis kan Waterland niet inzwemmen (HHNK).
 - IJsselmeerkompas. Makkum. Onderzoeken in IJsselmeerkompas. Verbinding binnendijks en buitendijks.
 - Rand ontwikkelt zich niet goed als ... riet ... uitzakken ...
- NATUURLIJK PEILVERLOOP DOOR HET SEIZOEN**
- Als de oever / rand / etc. maar functioneert / natuurlijk genoeg is
 - Compartimenteren kan ook. Als je een stuk bij-graافت of –ontwikkelt. Gericht op ecologie.
 - LWO of oever of rand of???
 - NM kiest nu voor een deels open verbinding.
 - Vol laten lopen van ... en dan laten uitzakken.
 - PAGW Oostvaardersoever
 - Diepe polders in Fryslân
 - Compartiment maken met reliëf
 - Waddenzee behoefte, nog wel vragen over het effect
 - Binnendijkse natuur die afhankelijk is van wateraanvoer
 - In droge zomers dan wel heel veel water nodig om die nat te houden. Extra gemalen om te verbinden
 - Tenzij maatregelen op land door de Ws
 - Vanaf een halve meter is het wel goed ...
 - Hang ook af van de oever ...
 - Areaal oeverlengte, ondiep water, ...
 - Randmeer

Groep Ruurd

Perry: Gecombineerde benadering vanuit twee invalshoeken: Wat zijn de consequenties voor ecologie en wat is nodig voor ecologie.

Wat is nodig: inzet op natuurlijke peildynamiek, inclusief jaar-op-jaar variatie.

Verkennen van mogelijkheden en noodzaak opzetten en uitzakken binnen de DPIJ-strategieën met huidige marges als startpunt, opnemen in verdere uitwerking strategieën.

Uitzoeken wat mogelijk is zonder ingrepen. Optie is ook verschillende strategieën in de verschillende peilcompartimenten, vooral IJsselmeer versus Markermeer, Randmeren lijken voorlopig te blijven zoals het nu is (Dity).

Perry: Wellicht meest kansrijk binnendijks (want buitenpeil “gerommel” in de marge), of binnen natuurontwikkelingsprojecten als Marker Wadden door compartimenten af te sluiten en eigen peil te voeren (of zelfs gebied rond Marker Wadden afzonderen voor eigen peil?).

Behalve OVP bijv. ook kijken naar connecties Wieden Weerribben, Vergeten Randmeer e.d., desnoods met kunstgrepen zoals voor het overzetten van grof organisch koolstof.

Dit triggert fundamentele discussie over wat is natuur, problemen van afsluiting toch best op te lossen met nog verder reguleren (?).

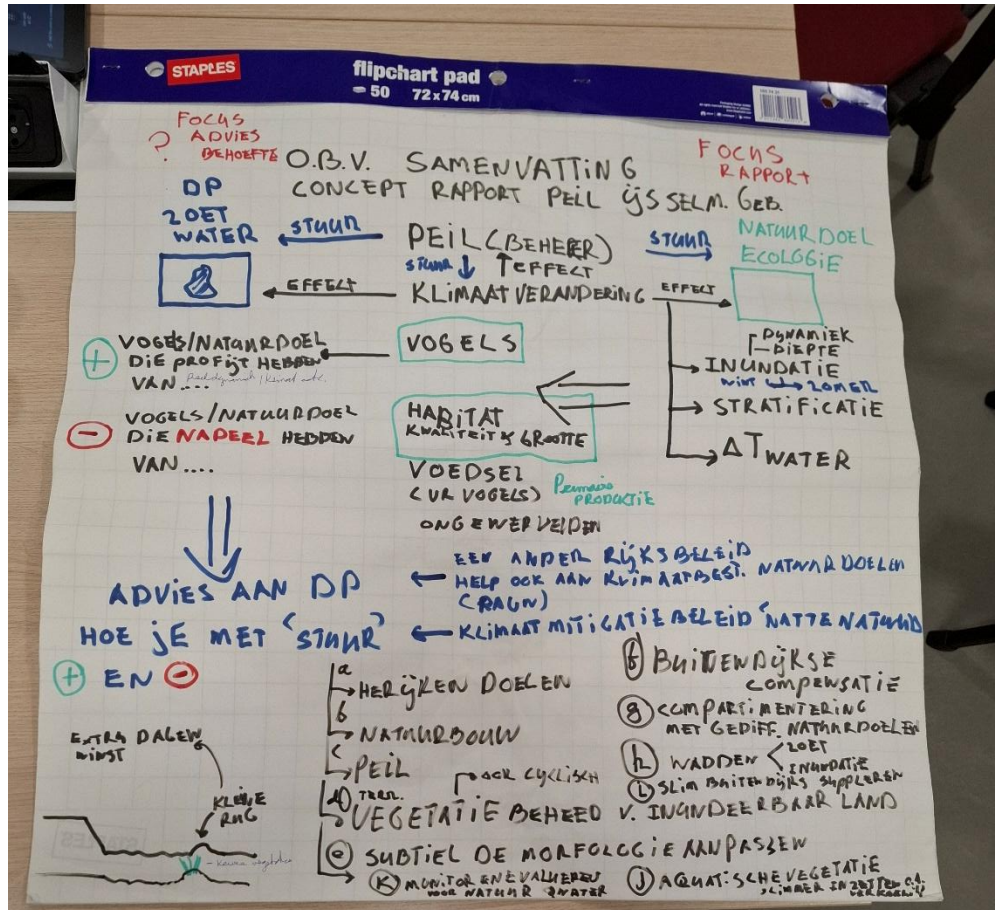
In combinatie met benadering peildynamiek is ook evaluatie van de natuurdoelen nodig, met name van Natura 2000 doelen ten opzichte van een streefbeeld voor veerkrachtiger ecologische systemen. Ook onderscheid maken tussen landelijke doelen en gebiedsdoelen als instrument voor landelijke Staat van Instandhouding.

Verder kwam de noodzaak naar voren om het “verhaal” van de ecologie beter neer te zetten buiten de gemeenschap van insiders (bijv. voor gebruikers omgeving zoals boeren). Wat is het belang van natuurdoelen, wat is (de beperking van) samenhang tussen die doelen, hoe hangt dat samen met dynamisch peil etc.; Wat is de essentie van het verhaal over ecologie in het IJsselmeergebied?

D Bijlage IV: Schema t.b.v. Oplossingsrichtingen

Werk sessie Jeroen Veraart en Ruurd Noordhuis, WEnR, Wageningen, 29 aug 2025

Flipover ter ondersteuning van hoofdstuk 5, Oplossingsrichtingen.



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

Deltares

www.deltares.nl