Grenzen van het water en bodemsysteem

Resultaten fase 1B



Grenzen van het water en bodemsysteem
Resultaten fase 1B

Auteur(s)
Annemargreet de Leeuw
Annegien Tijssen

Grenzen van het water en bodemsysteem
Resultaten fase 1B

Opdrachtgever	Waterschap Zuiderzeeland
Contactpersoon	Gerrit Kiers
Referenties	order 4402746, product 42805-100
Trefwoorden	water en bodemsysteem, klimaatadaptatie

Documentgegevens	
Versie	1.1
Datum	01-10-2026
Projectnummer	11210869-010
Document ID	11210869-010-CAD-0002
Pagina's	101
Classificatie	
Status	Definitief

Auteur(s)		
	Annemargreet de Leeuw Annegien Tijssen	

Managementsamenvatting

Zuiderzeeland bestaat uit polders, die tussen 1942 en 1968 aangelegd zijn. Eind 19e eeuw werden hiervoor al de eerste verkenningen en kaarten gemaakt. Bij het ontwerp werden inschattingen gemaakt over inklinking en bodemligging en er werd gestreefd om natuurlijke processen, technische ingrepen, zoals gemalen, dijken, het watersysteem én gebruiksfuncties op elkaar af te stemmen. Dit heeft geresulteerd – zeker in vergelijking tot andere polders in Nederland - in een robuust, grootschalig, betaalbaar, beheersbaar en goed functionerend watersysteem[1], met name voor wonen en landbouw.

De eerste grenzen van dit watersysteem komen echter in zicht, onder andere door de meer extreme weerscondities en nieuwe inzichten over bodemdaling. Kunnen onder die omstandigheden de huidige gebruiksfuncties gefaciliteerd blijven worden? Het waterschap Zuiderzeeland wil daarom de grenzen van het water- en bodemsysteem beter kunnen duiden en kwantitatief onderbouwen. Over wat voor een grenzen hebben we het dan? Hoe ‘hard’ zijn deze grenzen, wanneer worden ze bereikt en wat zijn daar de gevolgen van? De samengevatte onderzoeksvraag luidt:

In hoeverre kan het huidige water- en bodemsysteem, onder toenemende druk van gebruiksfuncties en externe factoren, het huidige gebruik blijven faciliteren?

De centrale conclusie van de studie is dat die vraag niet eenduidig te beantwoorden is. Het systeem bereikt namelijk geen duidelijke, harde grens op één moment. In plaats daarvan is sprake van een geleidelijk proces waarin prestaties onder druk komen te staan, keuzes moeilijker worden en risico’s toenemen. Kwetsbaarheid van de gebruikersfuncties neemt toe. Het oppervlak dat schade ondervindt van het bereiken van een grens neemt ook toe. Grenzen blijken daarbij niet alleen fysiek bepaald te zijn door vormgeving van het poldersysteem en externe druk onder invloed van klimaatverandering en bodemdaling, maar vooral ook afhankelijk van de gebruiksfuncties van het poldersysteem en samenhangende keuzes.

Tegelijkertijd maakt de verkenning duidelijk dat deze grenzen niet alleen een toekomstig vraagstuk zijn. Op meerdere waterthema’s zijn ze nu al zichtbaar. Zo worden waterkwaliteitsnormen op verschillende plekken niet gehaald en staat de zoetwaterbeschikbaarheid in droge perioden onder druk. Juist in droge perioden is de watervraag van de landbouw hoog en is er tegelijk doorspoeldebiet nodig om de waterkwaliteit en zoutconcentraties op orde te houden. Ook leidt bodemdaling er nu al toe dat landbouw in delen van het gebied moeilijker wordt omdat de drooglegging te klein wordt. Deze trends zetten naar verwachting door, waardoor de problematiek zich niet alleen verdiept maar ook ruimtelijk uitbreidt.

De druk op het watersysteem neemt toe. Ondanks het waterbeheer dat het waterschap voert zorgen neerslagtekorten voor verminderde waterkwaliteit, en beregeningstekort voor de landbouw. Piekneerslagen zorgen in een steeds groter gebied en steeds vaker voor wateroverlast. Tegelijkertijd zorgt bodemdaling ervoor dat delen van het gebied natter worden en daardoor minder geschikt voor huidige landbouwgebruiksfuncties. Het systeem is bovendien afhankelijk van externe factoren, zoals de beschikbaarheid van water uit het IJsselmeer. Onderstaande figuur geeft de resultaten visueel weer.

[1] Gebruikte termen zijn uitgelegd in de Begrippenlijst van bijlage F

GRENZEN WATER- EN BODEMSYSTEEM IN ZICHT

Flevoland is ontworpen met een watersysteem dat veel ruimte biedt aan wonen, werken, landbouw en natuur.
Door klimaatverandering en intensief gebruik komen de grenzen van dit systeem steeds meer in zicht.
Wat betekenen deze ontwikkelingen voor het waterbeheer en de ruimtelijke keuzes voor de toekomst?

Deltares

WATERSCHAP ZUIDERZEELAND

DE DRUK OP HET SYSTEEM NEEMT TOE DOOR:



KLIMAATVERANDERING

Meer extreme buien, langere droogte, hogere temperaturen en zeespiegelstijging.



BODEMDALING

Voortgaande bodemdaling door inklinking en oxidatie.



INTENSIEVER GEBRUIK WATER EN BODEM

Door landbouw, wonen, industrie en nieuwe dienstverlening.



RUIMTECLAIMS

Toename woningbouw en faciliteiten voor werkgelegenheid. En behoefte aan ruimte voor natuur, recreatie, defensie, waterberging en infrastructuur voor energie.

WAT HEEFT DIT VOOR GEVOLGEN?

WATERKWALITEIT



- Op veel plekken worden waterkwaliteitsnormen niet gehaald.
- Droogte, hitte en intensief gebruik vergroten de druk op het systeem.
- Het effect is nu al nu al zichtbaar en neemt verder toe richting 2050 en 2100.



ZOETWATERBESCHIKBAARHEID



- Watervraag voor beregening groeit, het aanbod neemt af.
- De waterkwaliteit en verzilting van het oppervlaktewater vragen om meer doorspoeling.
- Sterke afhankelijkheid van aanvoer water uit IJsselmeer en Markermeer.
- Het tekort heeft merkbaar impact rond 2050 en zal ingrijpend zijn richting 2100.



WATEROVERLAST



- Extreme buien komen vaker voor.
- Op dit moment is een klein deel van het landelijk gebied (1 á 2%) gevoelig voor wateroverlast. Richting 2050 verdubbelt dat oppervlak. In 2100 merken gemeenten dat water vaker op straat komt en in het landelijk gebied treden sloten vaker en grootschaliger buiten hun oevers (tot 8% van het landelijk gebied).
- Met name op langere termijn vaker normoverschrijding.



LEESWIJZER

Grensoverschrijding in de tijd

- V voldoet aan grens
- ! grens soms overschreden
- !! grens vaker en forser overschreden
- !!! grens ver overschreden

Onzekerheid optreden effect

- ??? groot
- ?? middelmatig
- ? klein



BODEMDALING



- Landbouwgrond wordt natter.
- Het verdienvermogen van de akkerbouw neemt af richting 2050, omdat de natte bodem minder geschikt wordt voor gewassen en zware machines het land niet op kunnen.



WATERVEILIGHEID



- Waterveiligheid blijft voorlopig op orde.
- Hogere waterstanden op het IJsselmeer en het Markermeer door de zeespiegelstijging na 2050.
- De afhankelijkheid van voldoende afvoercapaciteit bij de Afsluitdijk neemt toe.
- Er is genoeg ruimte de dijken verder te versterken.
- De polders blijven veilig, de gevolgen worden voelbaar in de buitendijkse gebieden.



AFVALWATERKETEN



- Meer extreme buien en groter stedelijk gebied leiden tot toename druk op riool en rioolgemalen. Wat leidt tot druk op het watersysteem.
- Waarschijnlijk kan de afvalwaterketen meegroeien met de bouw van nieuwe woningen in stedelijk gebied en toename van extreme buien.
- Er is een zorgplicht voor het zuiveren van huishoudelijk afvalwater.



WAAR MAKEN WE WELKE KEUZE?

INTENSIVEREN: WATER PAST ZICH AAN



Grotere gemalen en onderbemalingen



Meer zoetwateraanvoer



Dijkversterking en complexe technische oplossingen



Meer techniek om water af te voeren en vast te houden

Huidig gebruik blijft mogelijk

Kosten en afhankelijkheid nemen toe

TRANSFORMEREN: GEBRUIK PAST ZICH AAN



Water en bodem sturend



Andere vormen van landbouw en natuur



Meer water vasthouden en bergen



Bouwen en economische ontwikkeling op geschikte locaties

Minder druk op water- en bodemsysteem

Vraagt aanpassing van gebruik en keuzes

Er zijn ook thema's waar de problematiek meevalt. Zo is op dit moment een betrekkelijk klein deel van de totale landelijk gebied gevoelig voor wateroverlast, is de waterveiligheid van het binnendijkse, beschermde gebied goed geregeld en kan de afvalwaterketen naar verwachting meegroeien met stedelijke uitbreidingen.

Met de globale systeemanalyse wordt aangetoond dat het water en bodemsysteem zich ontwikkelt in een richting waarbij het steeds lastiger wordt om het systeem te laten functioneren onder de huidige strategie. Kan de huidige strategie van het faciliteren van huidige gebruiksfuncties doorgevoerd worden en het huidige systeem in stand worden gehouden, of wordt dat onhoudbaar omdat grenzen bereikt worden en is een andere strategie nodig? Dit zijn keuzes die op een hoger, systeemniveau ingrijpen. Keuzes die ingrijpen op het functioneren van het systeem worden systeemkeuzes genoemd.

Het waterschap is niet de enige instantie die systeemkeuzes maakt, anderen doen dat ook of beïnvloeden ze door middel van beleid. Systeemkeuzes vragen vaak om vervolgkeuzes of lokken keuzes van anderen uit. Daarmee is in feite sprake van een versterkend pad. Deze leiden tot een steeds grotere druk op het systeem en brengen de grenzen sneller dichterbij. Dit plaatst het waterschap en zijn partners voor strategische keuzes. Enerzijds kan gekozen worden voor intensiveren: het verder optimaliseren van het huidige systeem via technische maatregelen. Anderzijds kan gekozen worden voor transformeren: het aanpassen van het gebruiksfuncties aan de mogelijkheden van water en bodem. In de praktijk zal een combinatie van beide strategieën nodig zijn.

Ruimtelijke keuzes spelen hierin een sleutelrol. Intensivering van gebruiksfuncties vergroot de druk en versnelt het bereiken van grenzen, terwijl een aanpak waarin water en bodem sturend zijn deze ontwikkeling kan afremmen.

Alles overziend laat de verkenning zien dat het watersysteem nog voldoende functioneert, maar dat de druk en tegelijk de kwetsbaarheid toeneemt. De huidige strategie kan op termijn niet zonder meer worden voortgezet. Dit vraagt om tijdige en bewuste strategische keuzes.[2]

[2] De managementsamenvatting is samengesteld op basis van een AI gegenereerde samenvatting en vervolgens geredigeerd en aangevuld tot de huidige versie. De auteur neemt volledige verantwoordelijkheid voor de tekst.

Inhoud

	Managementsamenvatting	**4**
1	**Inleiding**	**10**
1.1	Vraagstelling, doelstelling en uitgangspunten	10
1.2	Definitie van de term grens	11
1.3	Aanpak fase 1B	12
1.4	Leeswijzer	12
2	**Effecten van klimaatverandering en bodemdaling op de grenzen van het waterbeheer**	**14**
2.1	Inleiding	14
2.2	Waterkwaliteit en ecologie	14
2.2.1	Effecten van klimaatverandering	14
2.2.2	Grenzen van het waterbeheer	15
2.2.3	Betekenis van klimaateffecten voor de termijn van het bereiken van grenzen van het waterbeheer	16
2.3	Afvalwaterketen	18
2.3.1	Effecten van klimaatverandering	18
2.3.2	Grenzen van het waterbeheer	18
2.3.3	Betekenis van klimaateffecten voor de termijn van het bereiken van grenzen van het waterbeheer	19
2.4	Waterbeschikbaarheid	20
2.4.1	Effecten van klimaatverandering en maatschappelijke ontwikkelingen	20
2.4.2	Grenzen van het waterbeheer	21
2.4.3	Betekenis van klimaateffecten en maatschappelijke ontwikkelingen voor de termijn van het bereiken van grenzen van het waterbeheer	21
2.5	Wateroverlast – overschrijding wateroverlastnormen	23
2.5.1	Effecten van klimaatverandering	23
2.5.2	Grenzen van het waterbeheer	24
2.5.3	Betekenis van klimaateffecten voor het grenzen van het waterbeheer	25
2.6	Wateroverlast door bodemdaling	25
2.6.1	Effecten van klimaatverandering en bodemdaling	25
2.6.2	Grenzen van het waterbeheer	26
2.6.3	Betekenis van bodemdaling voor het grenzen van het waterbeheer	26
2.7	Waterveiligheid	27
2.7.1	Effecten van klimaatverandering en bodemdaling	27
2.7.2	Grenzen van het waterbeheer	28
2.7.3	Betekenis van klimaateffecten voor het grenzen van het waterbeheer	29
2.8	Samengevatte resultaten effecten klimaatverandering en bodemdaling op grenzen	30
3	**Systeembenadering**	**35**
3.1	Inleiding	35
3.2	Klimaatadaptatie: intensiveren en transformeren	36
3.3	Versterkend pad 1: Bodemdaling en vergroten drooglegging	37

3.4	Versterkend pad 2: Vergroten zoetwaterbeschikbaarheid faciliteert de landbouw	39
3.5	Versterkend pad 3. Vergroten pompcapaciteit tegen wateroverlast	40
3.6	Versterkend pad 4: Versterking waterkering trekt economische ontwikkeling aan waardoor waterkeringen verder moeten worden versterkt	41
3.7	Versterkend pad 5: Voorzieningen versterken economische ontwikkeling, wat tot hogere watervraag leidt	42
3.8	Versterkende paden van Zuiderzeeland grijpen in elkaar	43
4	**Betekenis voor ruimtelijke doorvertaling**	**45**
4.1	Inleiding	45
4.2	Intensiveren of transformeren: een analyse met de Ruimtescanner	46
4.3	Toekomstige gebiedsinrichting en de grenzen van het waterbeheer	47
4.4	Botsproef van de omgevingsvisie aan de RuimteScanner	48
4.5	Tot slot	49
5	**Conclusies en aanbevelingen**	**51**
5.1	Conclusies	51
5.2	Aanbevelingen	53
6	**Referenties**	**55**
A	**Van fase 1A naar fase 1B**	**57**
B	**Systeembegrip van het water- en bodemsysteem van Flevopolder en Noordoostpolder**	**59**
B.1	Het polderontwerp	59
B.2	Bodem en ondergrond	61
B.3	Zout water in de polder: oorsprong en zoutmanagement	62
B.4	Staat van de waterkwaliteit	64
B.5	Omgaan met te veel water	69
B.6	Samenhangend kaartbeeld	71
C	**Kerncijfers KNMI'23**	**73**
D	**Bijlage Resultaat workshop**	**74**
D.1	Resultaten voor thema Waterkwaliteit en ecologie	74
D.2	Resultaten voor thema Afvalwaterketen	77
D.3	Resultaten voor thema Waterbeschikbaarheid	81
D.4	Resultaten voor thema Wateroverlast	85
D.5	Resultaten voor thema Waterveiligheid	90
E	**Plannen voor de polders**	**94**
E.1	Omgevingsvisie Flevoland, een tussenstand samengevat	94

E.2 Eerste indruk vernieuwing omgevingsvisie provincie 96
E.3 Gemeentelijke omgevingsvisies 97

F Begrippenlijst 99

1 Inleiding

1.1 Vraagstelling, doelstelling en uitgangspunten

Zuiderzeeland bestaat uit polders, die tussen 1942 en 1968 aangelegd zijn. Eind 19e eeuw werden hiervoor al de eerste verkenningen en kaarten gemaakt. Bij het ontwerp werden inschattingen gedaan over inklinking en bodemligging en er werd gestreefd om natuurlijke processen, technische ingrepen, zoals gemalen, dijken, het watersysteem én het landgebruik op elkaar af te stemmen. Dit heeft geresulteerd in een robuust, grootschalig, betaalbaar, beheersbaar en goed functionerend watersysteem, met name dienend aan wonen en landbouw. Intussen zijn randvoorwaarden en inzichten die bij het ontwerp werden gehanteerd aan veranderd. Zo zien we dat klimaatverandering leidt tot meer extreme weerscondities, dat het gebruik van het watersysteem intensiveert en dat er nieuwe inzichten zijn over voortschrijdende bodemdaling. Kan onder die veranderende omstandigheden het huidig landgebruik gefaciliteerd blijven worden?

Het waterschap Zuiderzeeland wil daarom de grenzen van het water- en bodemsysteem beter onderzoeken en kwantitatief onderbouwen. Wat zijn mogelijke grenzen ? Hoe ‘hard’ zijn deze grenzen, wanneer worden ze bereikt en wat zijn daar de gevolgen van? De samengevatte *onderzoeksvraag* luidt:

In hoeverre kan het huidige water- en bodemsysteem, onder toenemende druk van gebruiksfuncties en externe factoren, het huidige gebruik blijven faciliteren?

Doelstelling
Doel is om een integraal overzicht te geven van mogelijke grenzen aan de huidige strategie van het waterschap. Dit vormt in een latere fase een basis voor een adaptiestrategie voor Zuiderzeeland. Meer specifiek gaat het om:

- inzicht bieden in de robuustheid van het water- en bodemsysteem en hoe het water- en bodemsysteem zich kan gaan ontwikkelen in de toekomst
- inzicht bieden in de grenzen van de strategie van het waterschap onder toekomstige veranderingen.

De resultaten van de studie kunnen hierna worden benut door het waterschap om op de veranderingen te kunnen voorbereiden en intern gesprek aan te kunnen gaan over strategie, keuzes en investeringen van het waterschap. Desgewenst kunnen ze een handvat bieden voor een gesprek met stakeholders in het beheergebied van het waterschap en de omgeving, of voor het agenderen van bepaalde onderwerpen op regionaal en landelijk niveau

Uitgangspunten
Het waterschap Zuiderzeeland richt zich op het mogelijk maken en faciliteren van gebruiksfuncties van water- en bodemsysteem. De vraag is in hoeverre deze strategie vol te houden is op de langere termijn. Daarom zijn de volgende uitgangspunten gedefinieerd:

- Het project richt zich op fysieke grenzen. Denk hierbij niet alleen aan het voldoen aan formele normen en ontwerpcriteria, maar ook aan gevolgen voor gebruiksfuncties.
- Daarbij ligt de focus in deze studie op de impact van klimaatverandering, bodemdaling, en daaraan gelinkte keuzes van de buitenwereld, met name de nationale overheid.

- In minder hoog detailniveau wordt ook gekeken naar grenzen vanuit realiseerbaarheid van aanpassingen van het water- en bodemsysteem voor wat betreft beschikbare tijd en middelen.

Daarnaast is een beknopte toets uitgevoerd van de bevindingen over de fysica in relatie tot recente ontwikkelingen in het kader van de omgevingsvisie van de provincie.

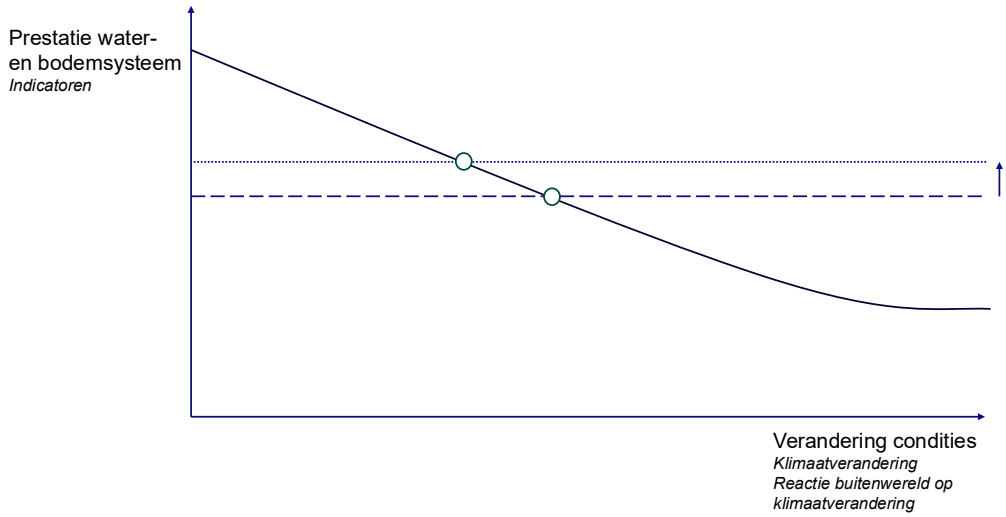
De resultaten van deze studie kunnen door het waterschap worden gebruikt in het ontwikkelen van haar (lange termijn) strategie.

1.2 Definitie van de term grens

In 2025, in de eerste fase van dit project, fase 1A, heeft een afbakening van de huidige verkenning plaatsgevonden in co-productie met het waterschap Zuiderzeeland. De resultaten van fase 1A zijn beschreven in het rapport (Ten Harmsen van der Beek et al, 2025).

Uiteindelijk is in fase 1A bepaald om de term grens te gebruiken voor de situatie dat de condities zodanig veranderd zijn dat de huidige strategie van het waterschap niet meer toereikend is om de doelstellingen te halen (zie Figuur 1-1). Op dat moment zullen andersoortige, veelal ingrijpende maatregelen nodig zijn.

In fase 1B is de strategie van het waterschap geduid als: huidige gebruiksfuncties faciliteren. Daarmee is de term grens aangescherpt tot: De situatie dat de condities zodanig veranderd zijn dat de huidige strategie niet meer toereikend is om huidige gebruiksfuncties te faciliteren. Ter illustratie, in grote delen van het gebied kan men de combinatie van piekbuien en bodemdaling opvangen, maar in andere delen waar bodemdaling groot is, is dat niet het geval. De grens wordt overschreden als huidige gebruiksfuncties van die gebieden niet meer gefaciliteerd kunnen worden



Figuur 1-1 Schematische weergave grenzen (witte bolletjes) door het veranderen van condities (uitgezet op de x-as) of het veranderen van de eisen aan de prestatie van het water- en bodemsysteem (y-as en horizontale lijnen). Het veranderen van condities of de eisen die aan de prestatie gesteld worden kan zorgen voor een grens waarbij de huidige strategie om de prestatie te handhaven niet meer voldoende is en (grootschalige) maatregelen genomen moeten worden.

Ten behoeve van de reproduceerbaarheid vat bijlage A het resultaat van de eerste verkenning van grenzen aan het water- en bodemsysteem van de Flevopolders samen, en wordt vervolgens nadere scoping ten behoeve van fase 1B beschreven.

1.3 Aanpak fase 1B

Centraal in de aanpak staat co-creatie, waarin onderzoekers van Deltares en experts van het waterschap Zuiderzeeland gezamenlijk aan joint fact finding en duiding van de gegevens hebben gewerkt. Daarbij is steeds de connectie gezocht tussen kennis en praktijk.

Eerst is beschouwd hoe het water- en bodemsysteem reageert op druk vanuit klimaat en bodemdaling. Voor toenemende neerslagtekorten, neerslag, meerpeil en temperatuur is kwalitatieve informatie uit literatuur, en waar mogelijk kwantitatieve informatie uit bestaande studies en extra berekeningen op een rij gezet. Eerdere studies hebben gekeken naar de toekomstige ontwikkelingen van het gebied, bijvoorbeeld voor bodemdaling (Kooi et al., 2023), zoetwaterbeschikbaarheid (Pezij et al., 2022) en waterveiligheid (Botterhuis et al., 2024). Hieruit zijn scenario's voor verschillende zichtjaren en impact van klimaatverandering op aspecten van het watersysteem af te leiden. Data uit studies naar bodemdaling, wateroverlast, waterveiligheid en waterbeschikbaarheid en effecten daarvan zijn op rij gezet zodat ze op een nieuwe manier, vanuit toename van druk, besproken konden worden in een expertconsultatie. Per waterthema is hun betekenis voor het bereiken van grenzen van het waterbeheer afgeleid. Ook is uitgewerkt wanneer ze mogelijk in beeld komen.

Daarmee ontstond een eerste overzicht van het in beeld komen van grenzen van het water- en bodemsysteem. Dit zijn lang niet altijd harde fysieke grenzen, maar vaak maatschappelijke afwegingen en zijn daarmee dus niet vast. Het is daarom goed om te kijken naar de onderliggende systeemdynamiek, en hoe de huidige strategie die gericht is op het faciliteren van huidige gebruiksfuncties het systeem in stand houdt. Naar analogie van (Schasfoort et al, 2025) is een beknopte systeemanalyse als desktopstudie uitgevoerd om de globale effecten van systeemkeuzes en mogelijk versterkende paden nader in het vizier te krijgen. De resultaten zijn tussentijds getoetst met de relevante experts die betrokken waren bij de expertconsultatie. Daarmee wordt het duidelijk dat grenzen onvermijdelijk zijn – de kwetsbaarheid neemt in de loop van de tijd toe. *Wanneer* die kwetsbaarheid niet meer acceptabel is (de grens is bereikt op een zeker moment) wordt daarmee minder belangrijk.

Tot slot is in de expertconsultatie ingezoomd op effect van verandering van het gebruiksfuncties. In dit project is met de RuimteScanner verkend hoe het landgebruik zich zou ontwikkelen tot 2050 onder aannames die sturen op intensiveren van de huidige ruimtelijke structuur en onder aannames die sturen op transformeren naar een landgebruik dat rekening houdt met de dynamiek van het water- en bodemsysteem (in lijn met de water en bodem sturend principes). Deze verkenning sluit aan op onderliggende analyses van de nationale scenario's van het Plan Bureau voor de Leefomgeving (PBL, 2026). Met deze informatie is een botsproef uitgevoerd voor het beheersgebied van het waterschap en de omgevingsvisies in de provincie Flevoland. Daarmee krijgt het waterschap inzicht hoe de ruimtelijke plannen voor de middellange termijn inwerken op de onderliggende systeemdynamiek en het bereiken van grenzen van het waterbeheer.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft hoe voor verschillende waterthema's het water- en bodemsysteem reageert op toenemende druk vanuit klimaatverandering en bodemdaling en welke effecten dit teweeg brengt. Er wordt aangegeven waar en wanneer de grenzen in beeld komen, d.w.z. wanneer huidige gebruiksfuncties niet meer onder de huidige strategie gefaciliteerd kunnen worden.

Hoofdstuk 3 beschrijft in een integrerende systeemanalyse hoe keuzes in het waterbeheer of keuzes in het gebruik van het water- en bodemsysteem elkaar beïnvloeden en/of versterken. Hoofdstuk 4 schetst de context van mogelijke ruimtelijke ontwikkelingen, beschreven in omgevingsvisies van de provincie, en plaatst ze in het licht van nationale scenario's van het PBL en de Wetenschappelijk Klimaatraad (WKR). Hoofdstuk 5 vat conclusies en aandachtspunten voor vervolgstappen voor het waterschap samen.

2 Effecten van klimaatverandering en bodemdaling op de grenzen van het waterbeheer

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt per waterthema beschreven:

- Hoe klimaatverandering of bodemdaling fysieke parameters in het water- en bodemsysteem beïnvloeden;
- Welke grens van toepassing is voor het betreffende waterthema en
- Wat de betekenis van klimaateffecten is voor de termijn van het bereiken van grenzen van het waterbeheer.

Bovenstaande wordt voor de volgende waterthema's beschreven in:

- Waterkwaliteit en Ecologie (paragraaf 2.2),
- Afvalwaterketen (paragraaf 2.3),
- Waterbeschikbaarheid (paragraaf 2.4),
- Wateroverlast (paragraaf 2.5),
- Wateroverlast door bodemdaling (paragraaf 2.6) en
- Waterveiligheid (paragraaf 2.7)

De resultaten in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op de uitkomsten van een literatuurstudie, berekeningen en een expertconsultatie waarin o.a. gebruikgemaakt is van kerncijfers over klimaatscenario's van het KNMI. In bijlage C zijn deze kerncijfers van het KNMI (KNMI, 2023) overgenomen. Deze cijfers zijn de vertaling van de effecten van klimaatverandering in hydrologische eenheden en zijn gebruikt voor het verder definiëren van gevolgen in Zuiderzeeland en het plaatsen van de mate waarin problemen zullen ontstaan in de tijd.

Het hoofdstuk eindigt met een overzichtstabel en visuele weergave over de thema's heen.

2.2 Waterkwaliteit en ecologie

2.2.1 Effecten van klimaatverandering

Drukfactoren op de waterkwaliteit en ecologie van Zuiderzeeland als gevolg van klimaatverandering zijn toenemende temperatuur, verzilting en droogte, en "first flush" bij piekbuien na een droge periode. Deze effecten werken met name door op normen voor 1) nutriënten (KRW normen voor stikstof en fosfor en de zwemwaternorm m.b.t. blauwalg); 2) gewasbeschermingsmiddelen (KRW normen en drinkwaternormen); 3) verzilting (drinkwaternormen en doorwerking op landbouw en ecologie); 4) concentratie-effecten versterken de voorgaande drie doorwerkingen.

Door middel van een expertconsultatie (zie bijlage D.1) is in kaart gebracht hoe klimaatverandering naar verwachting doorwerkt op waterkwaliteit en ecologie. Hierbij zijn verhoging van temperatuur, versterking van intensiteit en frequentie van piekneerslag en verhoging van intensiteit en frequentie van neerslagtekorten (droogte) beschouwd. Zuiderzeeland heeft een relatief jong ecosysteem en in het algemeen heeft dat relatief meer redundantie en herstelvermogen van stress of gebeurtenissen dan andere, meer kwetsbare ecosystemen.

Uit de expertconsultatie blijkt dat de waterkwaliteit en ecologie met geleidelijke veranderingen van het klimaat (neerslag, droogte, temperatuur) kan meebewegen, maar dat piekbelastingen incidenteel kunnen zorgen voor schade. Wel neemt de weerbaarheid van het ecosysteem bij steeds grotere druk door klimaatverandering en gebruik van het watersysteem af. De verminderde weerbaarheid maakt het ecosysteem kwetsbaar. Planten en dieren reageren niet altijd op één ongunstige omstandigheid, maar als verschillende omstandigheden ongunstig zijn, kan een kleine extra gebeurtenis tot grote gevolgen leiden. Dat maakt dat klimaatverandering de huidige staat van waterkwaliteit en ecologie verder kunnen verslechteren:

- Bij droogte vermindert verversing en kunnen waterpeilen dalen, waardoor indikking kan plaatsvinden.
- Wanneer het na een droge periode weer regent, kunnen achtergebleven stoffen alsnog in het watersysteem terecht komen. Hogere neerslagintensiteit kan leiden tot grotere af- en uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten. In stedelijke omgeving komen daar ook nog afspoeling van toxische stoffen bij.
- Hogere watertemperatuur kan in kleinere, stilstaande wateren en ondiepe grotere wateren leiden tot indikking, tot vissterfte, blauwalgengroei en toename van exoten. Ook kan hogere watertemperatuur een stressfactor voor de ecologie zijn.

Samenvattend, waterkwaliteit en ecologie kunnen geleidelijke veranderingen van klimaat opvangen, maar cumulatieve effecten van piekbelastingen kunnen grote gevolgen hebben voor de weerbaarheid van het ecosysteem en op langere termijn waterkwaliteit en ecologie verder verslechteren.

2.2.2 Grenzen van het waterbeheer

De grens die voor water en ecologie in deze verkenning is gebruikt is *Overschrijding waterkwaliteitsnormen*. Hiervoor zijn huidige normen en eisen als indicator gebruikt. De grens vertaalt zich in parameters die de toestand van de waterkwaliteit en ecologie (biologie, fysische chemie en specifieke verontreinigende stoffen) en chemie (zware metalen, PFAS, PAK's) uitdrukken. De Kaderrichtlijn Water (KRW) normen gelden op regionaal niveau en kunnen gemotiveerd worden aangepast aan lokale omstandigheden. Vanwege het poldersysteem is het oppervlaktewater in Flevoland van nature voedselrijk en lokaal zout. De doelen en afgeleide normen zijn daar in Flevoland op aangepast.

In Zuiderzeeland is de toxische druk is (zeer) hoog en de KRW-normen – waaronder nutriënten en bestrijdingsmiddelen – worden al overschreden (Waterschap Zuiderzeeland, 2023a). De huidige strategie van het waterschap is met name gericht op het doorspoelen van het watersysteem om vervuiling te verdunnen. Het waterschap voert verder beheersmaatregelen uit zoals baggeren, inplanten van riet en natuurlijker peilbeheer om bodem en water te zuiveren. Het waterschap verwacht daarmee een groot deel van de biologische KRW-doelen te behalen in 2027, maar is ook realistisch over een aantal doelen waarvan onzeker is of ze gehaald zullen worden (zie ook bijlage B.4). Het betreft onder andere stoffen die moeilijk tot niet afbreken en gevaarlijk zijn voor de gezondheid van mens en dier. Op dit moment zijn deze gevolgen voor de experts zichtbaar in monitoringsgegevens, maar nog niet altijd voor het publiek.

Hiermee is een grens voor wat betreft waterkwaliteit nu al bereikt of al overschreden. Dit wordt met name veroorzaakt door menselijk gebruik van het water- en bodemsysteem.

2.2.3 Betekenis van klimaateffecten voor de termijn van het bereiken van grenzen van het waterbeheer

Een precieze kwantificatie van de effecten is voor het waterthema Waterkwaliteit en ecologie volgens de experts niet te geven. De natuur heeft grote veerkracht en wanneer er mogelijkheden zijn voor dieren om uit te wijken naar een gebied waar de waterkwaliteit beter is, zouden ecosystemen zich wellicht kunnen herstellen. Wanneer cumulatieve effecten grote gevolgen voor de ecologie zullen hebben is op dit moment niet te voorspellen. Wel is op basis van de klimaatkerncijfers (KNMI, 2023) een globale indicatie gegeven over termijnen waarop fysieke parameters verslechteren. Deze klimaatkerncijfers zijn opgenomen in Bijlage C.

Neerslagtekort:
Bij droogte wordt het bereiken van de grens voor waterkwaliteit en ecologie met name bepaald door de mate van indikking. Dit kan worden gereduceerd door doorspoeling. Hoe meer er doorgespoeld kan worden, des te lager zullen de concentraties blijven. Het bereiken of verder overschrijden van de grens is dus afhankelijk van hoeveel er doorgespoeld kan worden. Dit hangt af van de hoeveelheid water die beschikbaar is, maar ook van keuzes in de waterverdeling.

Voor 2050 laten de klimaatkerncijfers een toename van het neerslagtekort zien van 13 tot 35% ten opzichte van het neerslagtekort in het huidige klimaat (referentieperiode 1991-2020). Dit zal naar verwachting leiden tot vaak en fors overschrijden van de grens.

Voor 2100 wordt een toename tot 79% verwacht ten opzichte van het neerslagtekort in het huidige klimaat. Dit leidt waarschijnlijk tot ver overschrijden van de grens.

Temperatuur:
Voor 2050 laten de klimaatkerncijfers een stijging van de temperatuur van 0,5 tot 1,5 graden Celsius zien ten opzichte van de temperatuur in het huidige klimaat. Bij 0,5 graden is de verwachting dat de biologie zich opnieuw instelt op de temperatuur en daarmee niet zal leiden tot een verdere overschrijding van de grens. Een stijging van 1,5 graden kan leiden een wat grotere overschrijding van de grens

Voor 2100 wordt een toename van 0,5 tot 4,5 graden Celsius verwacht ten opzichte van de temperatuur in het huidige klimaat. Bij een temperatuurstijging tot 4,5 graden zal het effect op de biologie naar verwachting groot zijn en daarmee leiden tot ver overschrijden van de grens.

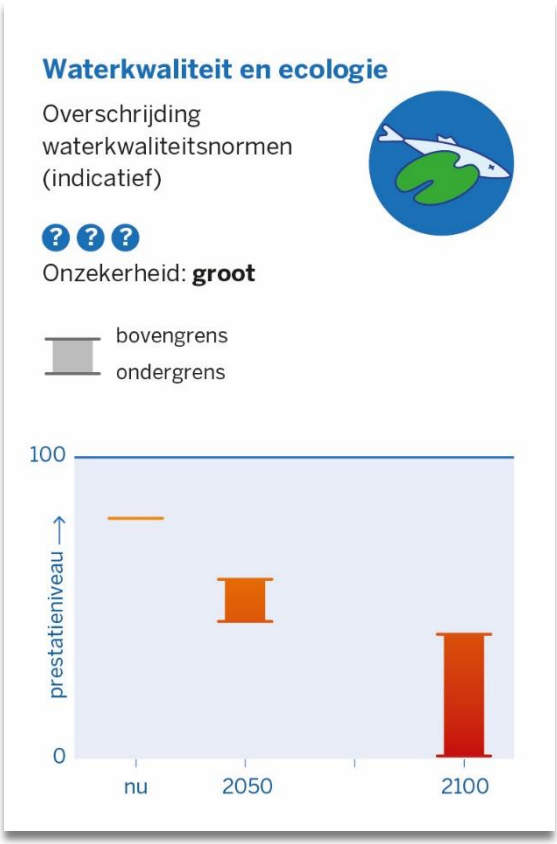
Neerslag:
Bij neerslag wordt het bereiken of verder overschrijden van de grens voor waterkwaliteit en ecologie met name bepaald door af- en uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten, en in stedelijk gebied ook nog afspoeling van toxische stoffen. Tijdens de expertconsultatie zijn de klimaatkerncijfers van het KNMI voor 2050 en 2100 voor de gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid neerslag beschouwd.

Voor af- en uitspoeling van stoffen is piekneerslag bepalender dan de jaarlijkse hoeveelheid neerslag. De klimaatkerncijfers (Bijlage C) laten voor zowel 2050 als voor 2100 voor de zomerperiode grotere effecten van klimaatverandering zien voor piekbuien dan voor jaarlijkse hoeveelheid neerslag. Voor de 1-daagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden, wordt een verandering verwacht van 4 tot 9% in 2050 en 4 tot 26% in 2100 ten opzichte van het huidige klimaat. Voor de uurlijkse neerslag die eens per jaar wordt overschreden, wordt een toename verwacht van 4 tot 11% in 2050 en 4 tot 31% in 2100 ten opzichte van het huidige klimaat. De overschrijding die hieronder voor de twee scenario's wordt beschreven moet dan ook als een conservatieve schatting beschouwd worden.

Voor 2050 laten de klimaatkerncijfers voor de jaarlijkse hoeveelheid neerslag een verandering van -2 tot +3% zien ten opzichte van de jaarlijkse hoeveelheid neerslag in het huidige klimaat. Deze verandering leidt waarschijnlijk tot soms overschrijden van de grens.

Voor 2100 wordt een verandering van -3 tot +8% verwacht ten opzichte van de jaarlijkse hoeveelheid neerslag in het huidige klimaat. Hierbij wordt een grotere af- en uitvoer van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten verwacht. Dit zal waarschijnlijk leiden tot soms overschrijden van de grens.

Met name de verwachte ontwikkeling van neerslagtekorten door klimaatverandering is onzekerder èn procentueel mogelijk groter dan de verandering van temperatuur en neerslagintensiteit. Neerslagtekorten werken van de drie beschouwde klimaateffecten volgens de experts het sterkst door in waterkwaliteit en ecologie. Voor het mitigeren van neerslagtekorten is de huidige waterbeheerstrategie gericht op het doorspoelen van het watersysteem. Voor dat doel wordt water ingelaten vanuit met name IJsselmeer. Daarmee heeft de grens voor waterkwaliteit en ecologie nu en in de toekomst een relatie met zoetwaterbeschikbaarheid en het werken daaraan. Zie hiervoor paragraaf 2.4.3.



Figuur 2-1 Indicatieve grafische weergave van de prestatie van het water- en bodemsysteem t.o.v. waterkwaliteitsnormen

De *indicatieve* grafische weergave (Figuur 2-1) brengt in beeld hoe de prestatie van het water- en bodemsysteem ten opzichte van de waterkwaliteitsnormen in de loop van de tijd afneemt. Uitgangspunt is de huidige waterbeheerstrategie. De prestatie neemt vooral af door de toename van neerslagtekorten. Daarbij staat 100 voor het in het gehele beheersgebied voldoen aan alle waterkwaliteitsnormen, en 0 in het gehele beheersgebied niet kunnen voldoen aan alle waterkwaliteitsnormen. De lengte van de balken geven een indicatie voor de mate van onzekerheid over het geschatte prestatieniveau. Deze onzekerheid is in dit geval vooral een gevolg van de grote klimaatonzekerheid: de verschillende klimaatscenario's laten voor neerslagtekort een grote spreiding zien. Ondanks deze grote onzekerheid, is wel duidelijk dat de prestatie van het water- en bodemsysteem ten opzichte van de waterkwaliteitsnormen onder de huidige waterbeheerstrategie in de loop van de jaren af zal nemen.

2.3 Afvalwaterketen

2.3.1 Effecten van klimaatverandering

Een precieze kwantificatie van de effecten van klimaatverandering op het bereiken van deze grens is op dit moment niet te geven omdat er nog geen voldoende robuuste resultaten zijn die direct doorvertaald kunnen worden naar het hele beheersgebied van Zuiderzeeland. Het waterschap heeft een traject gestart om de problematiek en de ligging van lozingspunten (zowel hoogte als locatie) in kaart te brengen en te bespreken met betrokkenen en betrokken gemeenten. De in dit rapport beschreven verkenning geeft een indruk van de problematiek door de gevolgen van twee-daagse neerslaggebeurtenissen te beschouwen.

Voor de verkenning van de effecten van klimaatverandering zijn neerslaggebeurtenissen van 85 mm, 100 mm en 128 mm per 48 uur met Sobek doorgerekend. Dit zijn gebeurtenissen die met de huidige statistiek respectievelijk eens in 20 jaar, eens in 50 jaar en eens in 250 jaar voorkomen. Verder is er ook een projectie van de neerslaggebeurtenis die naar verwachting in 2100 een terugkeertijd van 250 jaar heeft doorgerekend (151 mm per 48 uur).

Uit de berekeningen blijkt dat de afvalwaterketen zelden de primaire oorzaak van het overschrijden van de grens is, maar zij kan wél een cruciale kwetsbaarheid worden zodra grenzen in het watersysteem (met name voor wateroverlast en waterkwaliteit) dichterbij komen of worden overschreden. Bij extreme neerslag en/of langdurig hoge waterstanden kunnen prestaties van riooltransport, rioolgemalen en AWZI onder druk komen te staan doordat er geen gezuiverd afvalwater meer geloosd kan worden op het oppervlaktewatersysteem. Het gevolg hiervan is een verhoogd risico op ongezuiverde lozingen, slechter effluent en extra belasting van het watersysteem. Zie voor schematische weergave van de werking van het afvalwatersysteem ook Figuur B-12.

2.3.2 Grenzen van het waterbeheer

De grens die voor de afvalwaterketen in deze verkenning is gebruikt is *Niet kunnen lozen doordat het watersysteem langdurig vol zit.* Ontwerp, aanleg, beheer en onderhoud van het rioolstelsel is de verantwoordelijkheid van de gemeente. Zij zijn dus ook verantwoordelijk voor het proces van inzameling van de neerslag. Het waterschap heeft de verantwoordelijkheid voor het rioolgemaal, het transport, de zuivering en lozing van het gezuiverde water. In het kader van de gedefinieerde grens, die zich richt op deze laatste stap, is de beheer parameter die hier van belang is: het kunnen handhaven van het oppervlaktewaterpeil bij langdurig hevige neerslag. Het middel dat het waterschap daarvoor kan inzetten is gemaalcapaciteit.

Het al dan niet kunnen lozen van gezuiverd afvalwater wordt veroorzaakt door het buiten de oevers treden van oppervlaktewater. De mate waarin dit gebeurt hangt uiteraard af van de frequentie en intensiteit van neerslaggebeurtenissen. Daarnaast hangt het kunnen beheersen van het oppervlaktewaterpeil om het buiten de oevers treden te voorkomen ook af van bodemdaling. Door het dalen van het maaiveld wordt de afstand tussen maaiveld en daarmee lozingspunt van de afvalwaterketen, en het oppervlaktewater kleiner. Op het moment van schrijven van dit rapport wordt er door het waterschap een studie uitgevoerd naar de afvalwaterketen. In die studie worden ook de effecten van bodemdaling meegenomen. De resultaten uit deze studie zijn nog niet beschikbaar. Daarom is bodemdaling in deze verkenning voor de afvalwaterketen buiten beschouwing gelaten.

2.3.3 Betekenis van klimaateffecten voor de termijn van het bereiken van grenzen van het waterbeheer

Het grote aandachtspunt bij de afvalwaterketen is de verwijdering van moeilijk afbreekbare en gevaarlijke stoffen en de vraag of de afvalwaterketen kan meegroeien met ruimtelijke ontwikkelingen. Dat vraagt om grote investeringen. Dit speelt in de afvalwaterketen zelf. Klimaateffecten dragen niet hieraan bij.

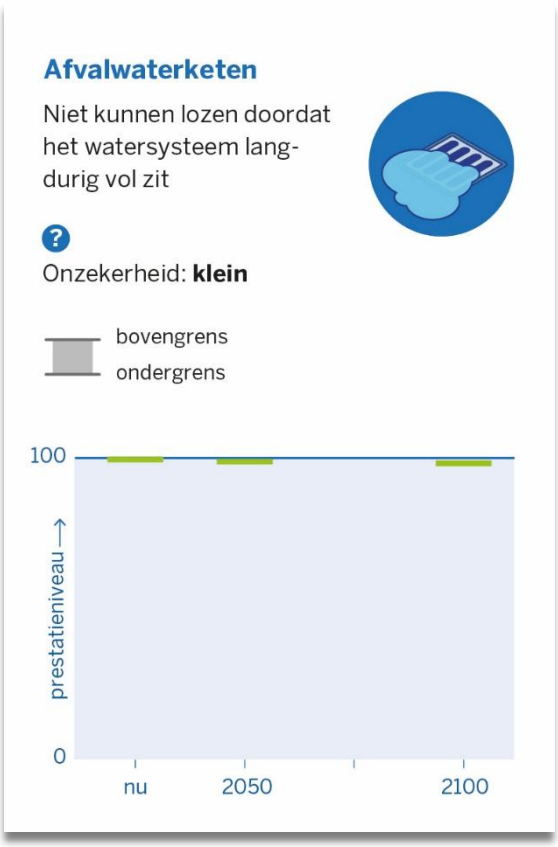
In deze verkenning is gekeken naar de vraag hoe klimaatverandering bijdraagt aan het niet kunnen lozen van gezuiverd afvalwater doordat het watersysteem langdurig vol zit. Op basis van de berekeningen en expertconsultatie is er een indicatieve doorvertaling gemaakt van de klimaateffecten op neerslag naar de termijn waarin de grens voor de afvalwaterketen bereikt zal worden. Dat brengt het volgende inzicht. Op dit moment wordt de grens nog niet bereikt. Berekeningen tot 2100 laten zien dat de kans klein is dat de grens wordt bereikt in de toekomst. Klimaateffecten dragen dus voor de afvalwaterketen nauwelijks bij. Dat wordt hieronder nader onderbouwd.

Voor 2100 laten de klimaatkerncijfers van het KNMI (KNMI, 2023; Bijlage C) voor de gemiddelde jaarneerslag een verandering zien van -3 tot 8% ten opzichte van de hoeveelheid neerslag in het huidige klimaat. Wanneer alleen naar het winterseizoen gekeken wordt, is de toename van de hoeveelheid neerslag aanzienlijk groter, namelijk 4 tot 26% ten opzichte van het huidige klimaat.

Dag- en uur neerslagen (representatief voor piekbuien) worden in de klimaatkerncijfers alleen voor het zomerseizoen gegeven. Voor de 1-daagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden, wordt een verandering verwacht van 4 tot 26% in 2100 ten opzichte van het huidige klimaat. Voor de uurlijkse neerslag die eens per jaar wordt overschreden, wordt een verandering verwacht van 4 tot 31% in 2100 ten opzichte van het huidige klimaat.

De kans dat inzamelingscapaciteit van het water in de verharde gebieden onvoldoende is, neemt daarmee toe. Dit zegt nog niet direct iets over de termijn van het bereiken van de grens *het niet kunnen lozen (van gezuiverd afvalwater) doordat het watersysteem langdurig vol zit*. Om dit inzichtelijker te maken is er voor gekozen om de mate waarin verhard gebied overstroomt door het buiten de oevers treden van het oppervlaktewater uit Sobek berekeningen te destilleren en te gebruiken als indicator voor de druk op het afvalwatersysteem, en daarmee als indicator voor het bereiken van de grens. Hierbij gaat het om situaties zoals de gebeurtenis waarbij straten van Tollebeek in de Noordoostpolder onder water kwamen te staan (van der Wal et al., 2017).

De doorgerekende neerslagscenario's laten zien dat in de Noordoostpolder (waar met name gescheiden rioolstelsels liggen) het oppervlak van het gebied dat te maken krijgt met water door het buiten de oevers treden van sloten en vaarten in 2100 zichtbaar toeneemt (zie bijlage D.4) en wel met name in het landelijke gebied.



Figuur 2-2 Indicatieve grafische weergave van de prestatie van het waterbeheer t.a.v. de grens afvalwaterketen

In het stedelijke gebied wordt ook in 2100 nog vrijwel overal voldaan aan de wateroverlastnorm voor verhard gebied van 1/100. Dit is een indicatie dat het afvalwatersysteem nog lang naar behoren kan presteren en kan lozen op het oppervlaktewatersysteem.

De *indicatieve* grafische weergave (Figuur 2-2) brengt de prestatie van het water- en bodemsysteem ten aanzien van de grensnorm voor het stedelijk gebied als indicator voor de prestatie van het afvalwatersysteem ten aanzien van de grens “Niet kunnen lozen doordat het watersysteem langdurig vol zit” vereenvoudigd in beeld.

2.4 Waterbeschikbaarheid

2.4.1 Effecten van klimaatverandering en maatschappelijke ontwikkelingen

In de kern zijn twee (samenhangende) mechanismen van belang in het licht van waterbeschikbaarheid. Watertekorten treden op door hoog neerslagtekort, maar ook door hoge zoutgehalten. In droge perioden wordt beregend vanuit het grondwater op plekken waar dat kan en verder uit het oppervlaktewater. Deze bronnen kunnen beide verzilten. Zolang er voldoende regen valt is er geen probleem, maar juist in tijden van schaarste wordt het zoute oppervlaktewater onvoldoende verdund en is doorspoeling nodig om het zout te verdunnen en weg te spoelen. Het waterschap heeft zich altijd ingespannen met slim water management om ervoor te zorgen dat het zoute water zich niet verder verspreidt. Zie bijlage B.3 voor meer informatie hierover.

De afgelopen jaren is in het kader van het Deltaprogramma en het Kennisprogramma Zeespiegelstijging helder geworden dat de klimaatverandering een groot effect heeft op het neerslagtekort. Zowel in lage als in hoge scenario’s neemt het neerslagtekort toe, met een grote variatie (KNMI, 2023 en Glas et al, 2025).

In de toekomst treden meer problemen op. Er is invloed door zowel klimaatverandering als verschuiving van het gebruik in de landbouw:

a. Door klimaatverandering worden hogere neerslagtekorten verwacht.
b. Door klimaatverandering wordt de beschikbaarheid van water op het IJsselmeer en Markermeer minder, doordat er minder smeltwater vanuit de Alpen naar ons land komt.
c. Bij hogere neerslagtekorten neemt de beregeningsvraag toe. Zoals hiervoor geschetst wordt de aanwezigheid van zout in het oppervlaktewater dan ook problematisch.
d. Door druk vanuit het gebruik (optimalisatie van de bedrijfsvoering, precisielandbouw en/of druk van de markt) kan de beregeningsvraag ook toenemen.
e. In gevallen van gedegenereerde bodem is het vochtvasthoudend vermogen achteruitgegaan; dergelijke bodems hebben eerder behoefte aan beregening.

De toename in beregeningsbehoefte en de vraag aan water voor het doorspoelen leiden tot een toenemende watervraag aan het landelijke watersysteem – het IJsselmeer. Tegelijkertijd worden momenteel de op nationaal niveau gemaakte afspraken ten behoeve van zoetwatervoorziening herijkt. In de huidige afspraken kent zoetwatervoorziening ten behoeve van landbouw in de polders een relatief lage prioriteit en het is niet ondenkbaar dat dit in de herijking zo zal blijven. Dit kan er toe leiden dat in de toekomst onder druk van klimaatverandering in droge perioden onvoldoende inlaatwater vanuit het IJsselmeer beschikbaar is voor doorspoeling en beregening. Vraag en aanbod van water lopen daardoor steeds verder uit elkaar. De manier waarop het land gebruikt wordt is medebepalend in het bereiken van die grens.

2.4.2 Grenzen van het waterbeheer

De grens die voor waterbeschikbaarheid in deze verkenning is gebruikt is *Zoetwaterbeschikbaarheid te laag om aan de zoetwatervraag te voldoen gedurende droge periodes*. Voor zoetwaterbeschikbaarheid is het watersysteem afhankelijk van zoet kwelwater (met name vanuit de Veluwe en kwel achter de dijken) en de beschikbaarheid van inlaatwater vanuit het IJsselmeer. De beschikbaarheid van IJsselmeerwater staat onder druk door landelijk afnemend aanbod en toenemende vraag. Dit kan leiden tot het bereiken van de grens voor waterbeschikbaarheid in piekperiodes waarin de vraag naar zoetwater groot is.

Het bereiken van de grens voor waterbeschikbaarheid hangt af van het gebruik van het water- en bodemsysteem. De gebruikers hebben de verwachting gehad op voldoende zoet water te kunnen rekenen. Ook als (i) het gebruik steeds hogere eisen stelt, als (ii) de landelijke waterbeheerder een andere keuze maakt en als (iii) klimaatomstandigheden veranderen. Tot nu toe heeft het waterschap steeds geprobeerd om zo goed mogelijk te voldoen aan de watervraag en meestal kunnen zorgen voor voldoende water van voldoende kwaliteit.

2.4.3 Betekenis van klimaateffecten en maatschappelijke ontwikkelingen voor de termijn van het bereiken van grenzen van het waterbeheer

Uit de vorige paragraaf blijkt dat het bereiken van de grens voor waterbeschikbaarheid niet alleen afhangt van hoe het neerslagtekort verandert door klimaatverandering maar ook van politieke keuzes die het resultaat zijn van een bredere (nationale) afweging over zoetwaterbeschikbaarheid voor bepaalde regio’s en functies. Het Deltaprogramma Zoetwater bereidt dit voor. Deze discussie zal komende jaren steeds vaker gaan opkomen. Om de stap naar kwantificatie van de grens (Wat vinden we als maatschappij precies een te lage zoetwaterbeschikbaarheid?) te kunnen maken, is onder andere een maatschappelijke kosten baten analyse nodig ter onderbouwing van politieke beslissingen. Daarom heeft het waterschap besloten om een aparte maatschappelijke kosten baten analyse voor zoetwater uit te voeren om af te leiden wat een haalbaar en betaalbaar niveau is.

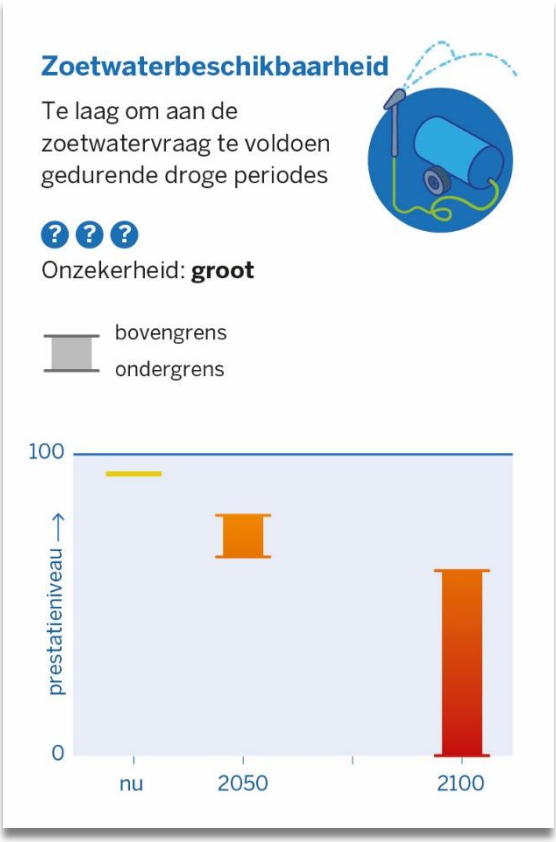
De beschrijving in dit hoofdstuk is gebaseerd op de kennis die in het begin van 2026 beschikbaar was, een momentopname. Conclusies zullen waarschijnlijk op basis van de maatschappelijke kosten baten analyse en politieke besluitvorming in de toekomst aangescherpt worden.

In deze verkenning is de termijn voor het bereiken van de grens voor waterbeschikbaarheid semi-kwantitatief beschouwd. Vanwege nuances, complexiteit en de afhankelijkheid van keuzes die in het hoofdwatersysteem worden gemaakt met betrekking tot de verdeling van het water bij schaarste is deze semi-kwantitatieve beschouwing gebaseerd op studies die in het kader van het Deltaprogramma zijn gemaakt (Pouwels, 2021 en Pezij, 2022).

Deze studies laten zien dat een doorvertaling van neerslagtekorten vanuit de KNMI scenario's naar het watersysteem van de polders het volgende beeld geven voor het Hd scenario voor 2100 (zie de grafiek in bijlage D.3):

- Maximale jaarlijkse neerslagtekorten met een terugkeertijd van twee jaar worden een factor twee hoger
- Maximale jaarlijkse neerslagtekorten met een terugkeertijd van 100 jaar worden een factor anderhalf hoger
- Een maximaal jaarlijks neerslagtekort dat nu eens in de honderd haar voorkomt, zou met dit scenario eens in de drie jaar voorkomen oftewel circa 30 maal zo vaak.

In termen van het bereiken van de grens voor waterbeschikbaarheid betekent dit het volgende. De toename van neerslagtekorten zal leiden tot een toename in de vraag naar IJsselmeerwater. Uit (Pouwels et al., 2021) is bekend dat limiterende beschikbaarheid van IJsselmeerwater verschuift van eens per 15 jaar (heden) naar eens in de 5 jaar (horizon 2050), en het onmogelijk leveren van IJsselmeerwater kan oplopen naar eens in 10 tot 20 jaar (horizon 2050).



Figuur 2-3 Grafische weergave van de geschatte prestatie van het waterbeheer t.a.v. de grens waterbeschikbaarheid

De grafische weergave (Figuur 2-3) brengt vereenvoudigd in beeld hoe de huidige waterbeheerstrategie presteert ten opzichte van grens van waterbeschikbaarheid.

De onzekerheid rondom deze prestatie is groot vanwege zowel onzekerheid die de scenario's van het KNMI laten zien voor de toename van het neerslagtekort, maar ook vanwege de onzekerheid omtrent de komende beleidsbeslissingen omtrent de waterverdeling bij schaarste. Dit geldt voor de korte termijn (Deltabeslissingen), maar ook op langere termijn.

Uit (Pouwels et al., 2021) blijkt dat ook op dit moment, in het heden dus, niet altijd en overal aan de verwachtingen van de gebruikers voldaan kan worden door limiterende beschikbaarheid van IJsselmeerwater.

2.5 Wateroverlast – overschrijding wateroverlastnormen

2.5.1 Effecten van klimaatverandering

Voor wateroverlast door het buiten de oevers treden van watergangen heeft de provincie bij provinciale verordening normen afgegeven die een signaalfunctie hebben (het wordt tijd om na te denken over actie). Op het moment dat niet aan deze norm wordt voldaan gaat het waterschap samen met gebiedspartners zoeken naar oplossingen. Daarmee is de functie van dit type (signaal-) norm anders dan een wettelijke (bijvoorbeeld waterveiligheids-)norm. De norm voor wateroverlast is een kans van 1/50ste per jaar voor het gebied buiten de bebouwde kom, uitgezonderd de natuurgebieden en een kans van 1/100ste per jaar voor het gebied binnen de bebouwde kom, uitgezonderd de natuurgebieden. Doordat de stedelijke gebieden in het verleden voor het bouwrijp maken zijn opgehoogd, voldoen de meeste stedelijke gebieden aan de normen.

In de literatuurstudie is de meest recente informatie omtrent stresstesten en de risicodialoog gemobiliseerd. De risicodialoog wordt op dit moment gevoerd als reactie op de buien in Limburg, de Eiffel en de Ardennen onder aansturing van de Beleidstafel Wateroverlast en Hoogwater.

Berekeningen zijn gemaakt om in kaart te brengen hoe groot het oppervlak is dat onder invloed van wateroverlast komt bij verschillende neerslaggebeurtenissen. Daarbij is gewerkt met een natte startconditie: het watersysteem was gemodelleerd alsof het al een paar weken geregend had. In het gemodelleerde systeem leidden de neerslaggebeurtenissen dan ook snel tot overlast.

Daarom moeten de berekeningen beschouwd worden als een bovengrensbenadering. In de berekeningen hebben, bij een neerslag van 85 mm in 2 dagen (T20 neerslag), gebieden ter grootte van 700 ha last van water door het buiten de oevers treden van sloten en vaarten. Bij 100 mm neerslag in 2 dagen (T50 neerslag) gaat het om 2000 ha, bij 128 mm in 2 dagen (T250 neerslag) 7000 ha, en bij een nog extremere neerslag van 151 mm in 2 dagen (T750 neerslag) gaat het om naar schatting 36000 ha.

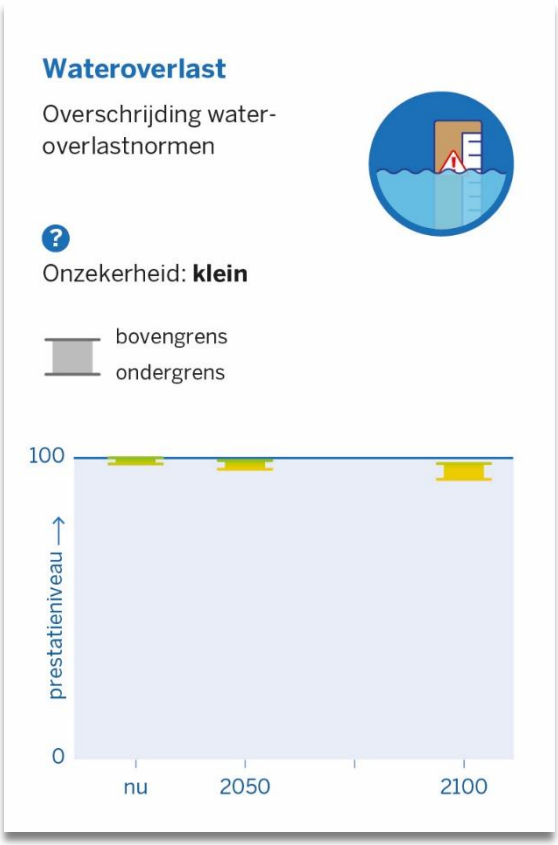
Op dit moment, in het heden dus, wordt bij deze bovengrensbenadering niet overal voldaan aan de wateroverlastnorm van 1/50: dan staat immers 2000 ha landelijk gebied onder water. Dat niet overal wordt voldaan aan de normen is ook bij de toetsing in 2012 en 2018 al door het waterschap gerapporteerd. De oppervlakten uit die toetsing en de bovengrensbenadering zijn niet onderling te vergelijken door de al opgetreden klimaatverandering en de gekozen startconditie van het nu gebruikte model. Daarmee overschatten we het oppervlak dat niet aan de norm voldoet. Maar alles overwegende is zeker plausibel dat tussen 700 en 2000 ha niet aan de norm voldoet. De grens voor wateroverlast is dus al bereikt.

Het oppervlak met wateroverlast neemt toe onder invloed van heviger neerslag. Naar verwachting zal hevige neerslag in 2100 2,5 maal zo vaak voorkomen als nu. Daarom zal in een steeds groter gebied leidt de grens worden bereikt.

2.5.2 Grenzen van het waterbeheer

De grenzen die voor wateroverlast in deze verkenning gebruikt is luidt:
Overschrijding wateroverlastnormen
Op dit moment kunnen met het huidige systeem in een deel van het gebied de normen ten aanzien van de wateroverlast niet gehaald worden. Door klimaatverandering wordt het oppervlak waar wateroverlast speelt steeds groter.

2.5.3 Betekenis van klimaateffecten voor het grenzen van het waterbeheer



Figuur 2-4 Grafische weergave van de bovengrensbenadering voor de prestatie van het waterbeheer t.a.v. grens Overschrijding wateroverlastnormen

De ontwikkeling van het oppervlak dat last heeft van wateroverlast door het buiten de oevers treden van oppervlaktewater is in de tijd gezet in de visuele weergave van de prestaties ten opzichte van de geformuleerde grens (Figuur 2-4). De prestaties nemen af vanwege toename van neerslagintensiteit.

De prestaties zijn gebaseerd op de hierboven berekende oppervlakken en neergezet als percentage van het totaal areaal landbouwgrond. Hierbij staat niveau 100 voor overal voldoen aan de grens, en 0 voor nergens voldoen aan de grens. De grens is gelegd bij de wateroverlastnorm voor landelijk gebied, te weten 1/50ste per jaar.
Onzekerheid wordt bij deze berekening vooral bepaald door de verandering van neerslagstatistiek als gevolg van klimaatverandering en die is kleiner dan de onzekerheid van andere klimaatparameters. Daarom wordt de onzekerheid hier als relatief klein gekwalificeerd.

Kort samengevat: de grens is al gepasseerd in een zeer klein deel van het landelijk gebied. In de toekomst zal een steeds groter gebied last krijgen van wateroverlast door bodemdaling (zie volgende paragraaf 2.6) en door klimaatverandering. Het betreft met name landbouwgebied. De wateroverlastnorm heeft een signaalfunctie. Het overschrijden van de norm betekent dit niet dat er voor de gebruikers directe consequenties zijn, maar wel dat er moet worden beschouwd of het wenselijk en haalbaar is om maatregelen te nemen zodat wel of in ieder geval beter aan de normen wordt voldaan.

2.6 Wateroverlast door bodemdaling

2.6.1 Effecten van klimaatverandering en bodemdaling

Voor de houdbaarheid van de huidige landbouw onder invloed van bodemdaling geeft de bodemdalingsstudie (Kooi et al, 2023) informatie. Deze zijn als voorbereiding op de expertconsultatie doorvertaald naar tabellen die per gebruiksfunctie en mate van bodemdaling aangeven hoeveel oppervlak het betreft. Bij de expertconsultatie is echter gebruik gemaakt van kaarten die het waterschap heeft samengesteld en aangeven wat de drooglegging wordt in het heden, in 2050 en in 2100 onder invloed van de basisprognose voor bodemdaling. Daarbij is het watersysteem niet aangepast, dus het (polder)streefpeil is constant gehouden. De informatie over de drooglegging past beter bij de analyse voor de gebruiksfunctie landbouw.

Schade door hoge grondwaterstanden in de landbouwgebieden begint in zware kleigronden op te treden bij een drooglegging kleiner dan 1,2 tot 1,0 m, afhankelijk van de bodemsamenstelling en de lokale situatie. Of er schade optreedt of niet en hoe groot deze is, is afhankelijk van de bodem (type, gelaagdheid, verslemping) en van het gewas dat geteeld wordt.

Figuur B-3 geeft de relatie tussen drooglegging en het aangrijpingspunt voor het waterbeheer. Daaruit is af te leiden dat het aangrijpingspunt voor het waterschap in principe het polderpeil is. In de analyse is het polderpeil constant en daalt het maaiveld. Door continue bodemdaling worden de gronden in de loop van de tijd natter.

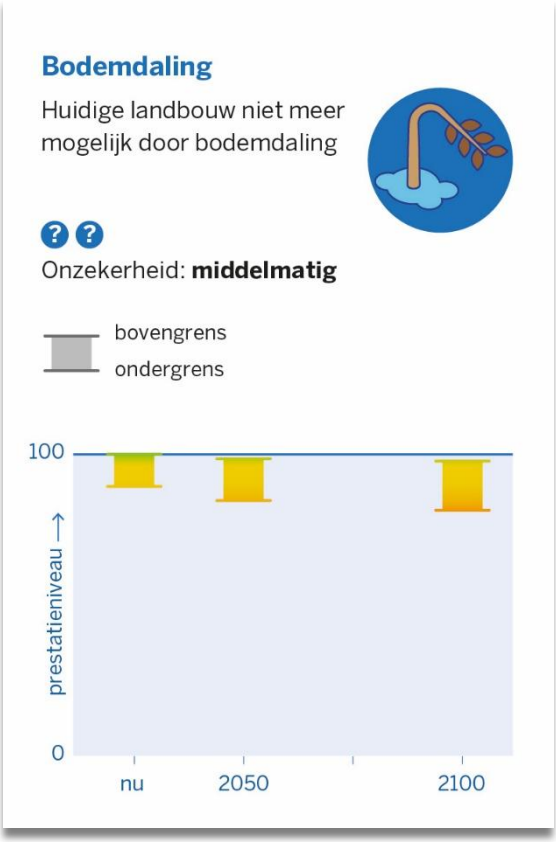
2.6.2 Grenzen van het waterbeheer

De grens voor wateroverlast door bodemdaling in deze verkenning gebruikt is, luidt:
Huidige landbouw niet meer mogelijk door bodemdaling.
Zodra de huidige landbouw niet meer concurrerend mogelijk is door te natte omstandigheden in de relatief lage delen van het gebied kan dat worden beschouwd als een grens. Vanwege toenemende bodemdaling zal een steeds groter gebied een te kleine drooglegging kennen, waarbij condities te vaak als te nat worden ervaren vanuit de huidige manier van landbouwvoering.

Wat de verkenning heeft opgeleverd, is dat de benoemde grens op dit moment niet persé kwantitatief neer te leggen is. De grens met betrekking tot drooglegging is nog minder gekwantificeerd dan de grens van paragraaf 0 omdat nu nog te weinig informatie beschikbaar is om daar een voorstel voor te doen. Hiervoor zou een maatschappelijke kosten baten analyse informatie moeten bieden ter onderbouwing van een politieke beslissing. Kort samengevat: de grens die in dit hoofdstuk beschouwd wordt is geen harde fysieke grens, maar vormt een opmaat voor een discussie omdat de situatie steeds moeilijker wordt voor de gebruikers van het water- en bodemsysteem.

2.6.3 Betekenis van bodemdaling voor het grenzen van het waterbeheer

Het landbouwgebied dat of dit moment weinig drooglegging (minder dan 1,2 m) kent is 9500 ha. In 25 jaar tijd neemt dat volgens de bodemdalingsprognoses toe naar 13.900 ha en weer 50 jaar daarna is het oppervlak verder toegenomen naar 16.800 ha. Het landbouwgebied met een zeer kleine drooglegging (minder dan 0,8 m) verdubbelt twee keer: van 500 naar 900 ha tussen nu en 2050 (in 25 jaar) en naar 1800 ha in 2100 (in 50 jaar tijd).



Figuur 2-5 Grafische weergave van de prestatie van het waterbeheer t.a.v. grens Huidige landbouw niet meer mogelijk door bodemdaling

Deze cijfers zijn visueel vormgegeven in Figuur 2-5, waarin de ontwikkeling van de prestaties in de tijd zijn gepresenteerd. De hierboven berekende oppervlakken zijn als percentage van het totaal areaal landbouwgrond neergezet. De bovengrens en ondergrens van de prestatie zijn afgeleid van arealen met een drooglegging van 0,8 m respectievelijk 1,2 m. Hierbij staat niveau 100 voor het geheel voldoen aan de grens, en 0 voor het geheel niet voldoen aan de grens. Onzekerheid wordt bij de berekeningen bepaald door verschillende componenten en is beschreven in (Kooi et al, 2023). Dit rapport beschrijft een lage, basis en een hoge prognose voor bodemdaling tussen 2020 en 2050 en tussen 2020 en 2100. In vergelijking met de andere thema's is de onzekerheid van de bodemdaling gekwalificeerd als middelmatig.

Kort samengevat: de grens is al gepasseerd in een klein deel van het landbouwgebied. Een deel van het gebied kent door bodemdaling al een dusdanig kleine drooglegging dat het moeilijk wordt om de huidige landbouw daar vol te blijven houden. In de toekomst zal een steeds groter gebied last krijgen van het effecten van bodemdaling.

2.7 Waterveiligheid

2.7.1 Effecten van klimaatverandering en bodemdaling

In het huidige stelsel voor waterveiligheid is binnendijkse waterveiligheid in de polder door middel van sterke waterkeringen nog lang te bieden. In het huidige stelsel zijn wettelijk niet alleen normen op basis van vermeden schade en slachtoffers verankerd, maar ook verantwoordelijkheden en fondsen ingesteld. In dit stelsel groeien de dijken mee met ontwikkelingen in zowel fysieke randvoorwaarden (12-jaarlijks beoordelen en desgewenst versterken) als sociaal-economische ontwikkelingen (elke 25 jaar een herijking van de normen).

Waterveiligheidsbeleid is ingericht onder meerlaagsveiligheid principes, zoals vastgelegd in het Nationaal Waterprogramma, maar wetgeving, uitvoering en daarmee fondsen zijn vooral gericht op het sterk houden van de waterkeringen (laag 1).
Zicht op gevolgen van overstromingen geven inzicht in de legitimatie om te investeren in laag 1. Daarvoor verzamelde literatuur betrof algemeen beschikbare informatie over de waterkeringen van Zuiderzeeland en overstromingsscenario's uit het LIWO. Informatie die onder de besluitvorming van de hoogte van de waterveiligheidsnormen lag is bestudeerd voor een goed begrip van de situatie (Slootjes et al, 2016).

Kort samengevat beschermen de dijken rondom de polders een gebied waar tot 51.000 mensen beschermd worden en 8,3 miljard schade wordt voorkomen in de Noordoostpolder, en tot 250.000 getroffenen en 26 miljard schade in de Flevopolder wordt voorkomen.

Een primaire dijkdoorbraak in het gebied zou nu al tot grote economische schades leiden. Veel mensen worden getroffen. In de berekeningen die onder de norm liggen is een evacuatiefractie van 0,44 toegepast om rekening te houden met vluchten (verticaal evacueren) en evacueren. Vanaf ongeveer 5-6 meter water zijn deze verticale evacuatie mogelijkheden beperkt. Als er in de toekomst tot grote meerpeilstijgingen wordt besloten om daarmee mee te groeien met de stijging van de zeespiegel dan zou dit aspect meegenomen moeten worden in nieuwe slachtofferberekeningen. Het LIR kan dan veel hoger zijn.

De hydraulische belasting op de keringen van Zuiderzeeland wordt gedomineerd door storm. Als onder zulke condities de waterkering faalt, is het handelingsperspectief voor crisismanagement beperkt. Daarom kan het dan ook verstandig zijn om naast het continu werken aan meegroeiende waterkeringen en het mee laten groeien van de pomp- (en spui)capaciteit op de Afsluitdijk, ook aandacht te geven aan de weerbaarheid van het beschermde gebied in laag 2 (ruimtelijke inrichting), in mindere mate laag 3 (crisismanagement) en tot slot laag 4 (herstelcapaciteit) van meerlaagsveiligheid.

GIS analyses van de *buitendijkse* gebieden zijn voorbereid ten behoeve van de expertconsultatie. Daarin is samengevat hoe hoog deze gebieden liggen en welk landgebruik er voorkomt in verschillende hoogteklassen. In het geval dat de beleidsbeslissing genomen zou worden om het meerpeil mee te laten groeien met de zeespiegel, dan heeft dat directe consequenties voor deze buitendijkse gebieden en genereert het verder een versterkingsopgave.

De GIS analyse leidde tot de volgende schattingen:

Bij meerpeil tot 0 m + NAP ligt ongeveer 10 ha onder water
Bij meerpeil tot 1 m + NAP ligt ongeveer 1900 ha onder water
Bij meerpeil tot 2 m + NAP ligt ongeveer 11500 ha onder water
Bij meerpeil tot 3 m + NAP ligt ongeveer 23200 ha onder water.

De informatie die in deze en volgende paragrafen wordt beschreven, komt verder voort uit de expertconsultatie (zie bijlage D.5).

2.7.2 Grenzen van het waterbeheer

De grenzen die voor waterveiligheid in deze verkenning zijn gebruikt luiden:

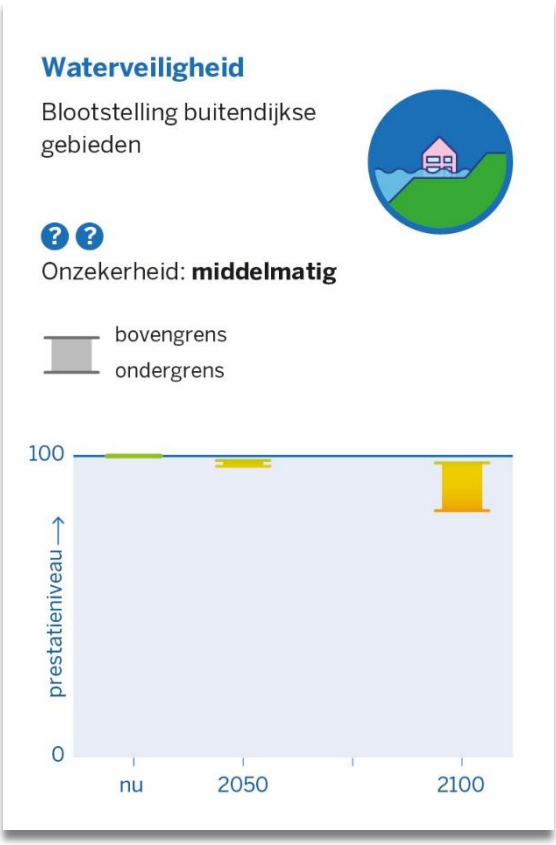
- *Blootstelling buitendijkse gebieden*
  Hogere buitenwaterstanden hebben directe invloed op de buitendijkse gebieden. Dit kan voor blootstelling van dit gebied aan hoogwater zorgen. Het vraagt om een maatschappelijke discussie om te bepalen wat daarin acceptabel is.
- *Aanpassingscapaciteit (tijd, ruimte) dijken en handelingsperspectief in noodgevallen te beperkt*
  - De dijken zijn robuust ontworpen en goed te versterken op een traditionele en efficiënte manier. Beperkingen aan capaciteit in de markt en beperking van middelen en grondstoffen kunnen mogelijk tot grenzen leiden.
  - In de polder is er weinig handelingsperspectief in het geval de waterkering doorbreekt; er zijn beperkingen in evacuatie- en herstelmogelijkheden bij dijkdoorbraak.

Voor deze verkenning is voor verschillende soorten landgebruik de blootstelling van de buitendijkse gebieden bepaald bij het steeds hoger worden van het meerpeil.

Voor de tweede genoemde grens is vastgehouden aan de waterveiligheidsnormen die in de wet vastgesteld zijn. Het ziet er naar uit dat als de huidige manier van werken doorgezet wordt, de waterveiligheid geborgd is. Het is niet vastgelegd hoe krap de capaciteit in de markt en beperking van middelen zullen moeten zijn om tot het bereiken van een grens te komen. Het tweede deel van de benoemde grens betreffende het handelingsperspectief is onbeantwoord gebleven omdat het vastleggen daarvan een risicodialoog vraagt: Wanneer wordt het handelingsperspectief in noodgevallen te beperkt of onacceptabel laag? Dat betekent dat de grenzen die in dit hoofdstuk met betrekking tot waterveiligheid beschouwd zijn, niet puur fysiek zijn, maar een opmaat vormen voor discussie met landelijke en regionale stakeholders.

2.7.3 Betekenis van klimaateffecten voor het grenzen van het waterbeheer

De aandrijvende klimaatfactor voor dit thema is de beleidskeuze om het meerpeil van IJsselmeer en Markermeer al dan niet mee te laten groeien met de zeespiegel. De experts achten de kans daar op klein, toch is een visuele weergave gemaakt die de blootstelling van de buitendijkse gebieden uitzet als prestatie. Hierbij is de snelheid van verandering en onzekerheid afgeleid van de scenario's voor zeespiegelstijging, waarbij er natuurlijk ook sprake is van onzekerheid vanwege de beleidskeuze die hier aan voorafgaat. Tot 2100 stijgt de zeespiegel in tot een ondergrens in laagste prognose van 26 cm + NAP, tot een bovengrens in de hoogste prognose van 124 cm + NAP.



Figuur 2-6 Grafische weergave van de bovengrensbenadering voor de prestatie van het waterbeheer t.a.v. grens Blootstelling buitendijkse gebieden

Onverminderde doorvertaling van zeespiegelstijging naar het meerpeil is verwerkt in een visuele weergave van de prestatie voor waterveiligheid waarbij de prestatie hier is afgeleid als het percentage van het gebied dat blootgesteld wordt (Figuur 2-6).

Hierbij staat niveau 100 voor de huidige situatie, en 0 voor het onder water staan van het gehele areaal buitendijks gebied. De bandbreedte is afgeleid van de bandbreedte in de scenario's voor zeespiegelstijging. De onzekerheid is als middelmatig ingeschat vanwege de onzekerheid in de snelheid van het stijgen van de zeespiegel en de beleidskeuze om het meerpeil al dan niet te laten meestijgen met de zeespiegel.

De tweede geformuleerde grens is in de expertsessie niet verder uitgewerkt. De discussie in de expertconsultatie leverde op dat zolang de waterveiligheid bij wettelijke normen gereguleerd is, de fondsen beschikbaar blijven en het hoogwaterbeschermingsprogramma loopt, deze grenzen van waterveiligheid voldoende bewaakt worden.
Aanvullend daarop leverde de expertconsultatie vooral op dat het ten uitvoer brengen van meerlaagsveiligheidbeleid de weerbaarheid verhoogt, oftewel kwetsbaarheid verlaagt. Er is geen tijdscomponent verbonden aan deze bevinding.

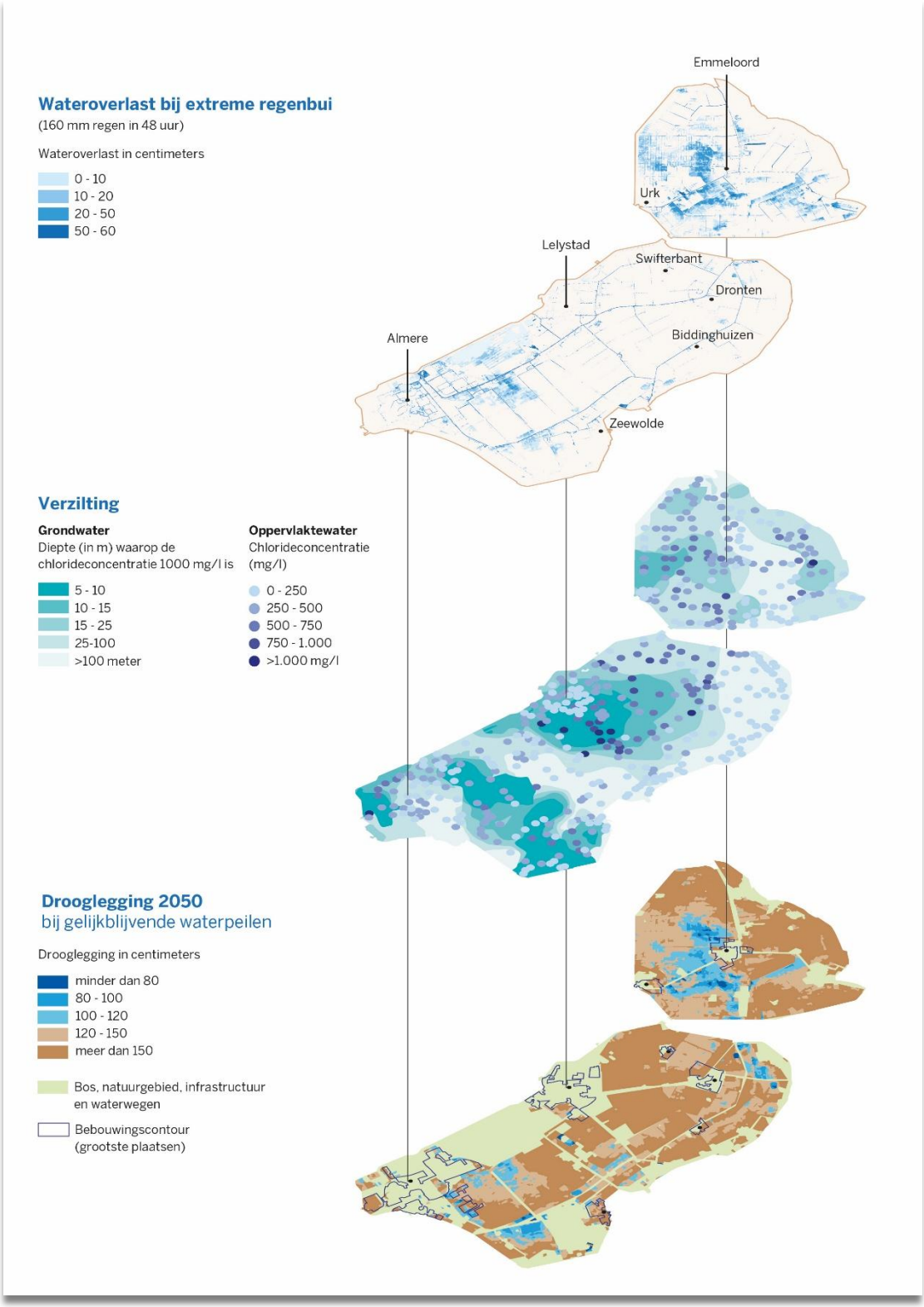
2.8 Samengevatte resultaten effecten klimaatverandering en bodemdaling op grenzen

De paragrafen 2.2 tot en met 2.7 beschreven resultaten van de verkenning van de invloed van klimaatverandering en bodemdaling op gedefinieerde grenzen.

Onderstaand beeld (Figuur 2-7) geeft in één overzicht de ruimtelijke relaties weer voor wateroverlast, verzilting en drooglegging.

Heel helder is de samenhang in de Noordoostpolder tussen de gebieden die onder invloed staan van wateroverlast en gebieden waar de drooglegging klein is. Die relatie is minder sterk te herkennen in het noordoostelijk deel van Flevoland, en weer beter te herkennen in zuidelijk Flevoland.

De ruimtelijke relatie met zout grond- en oppervlaktewater is minder sterk. Dat komt doordat het zoute grondwater gevolg van een autonoom proces is dat door kwel aangedreven wordt, en doordat het optreden van zout oppervlaktewater door middel van doorspoelen van de polder wordt beheerst.



Figuur 2-7 Samenhangend kaartbeeld problematiek water en bodemsysteem

Wat de verkenning heeft opgeleverd, is dat de benoemde grenzen op dit moment niet kwantitatief vast te leggen zijn. Hiervoor zou een maatschappelijke kosten baten analyse informatie moeten bieden ter onderbouwing van een politieke beslissing. De grenzen die in dit hoofdstuk beschouwd worden zijn geen harde fysieke grenzen, maar vormen een opmaat voor een discussie omdat de situatie steeds moeilijker wordt voor de gebruikers van het water en van het bodemsysteem.

De verkenning heeft informatie verzameld op basis van literatuur, berekeningen, GIS analyses en expertconsultatie om zo veel als mogelijk in te schatten waar grenzen zouden kunnen liggen en hoeveel oppervlak onder invloed van die grenzen zou komen te liggen. De resultaten voor de verschillende grenzen zijn visueel weergegeven in Figuur 2-8. Bovendien geeft onderstaande tabel een samenvatting van de bevindingen.

Uit de resultaten is af te leiden dat de volgende grenzen *in het heden* al overschreden worden en de komende jaren zal dat in een steeds groter deel van het gebied het geval zijn:

- *Waterkwaliteit en ecologie - Overschrijding waterkwaliteitsnormen*: De normen van waterkwaliteit en ecologie worden niet allemaal en overal gehaald. Een verbeterprogramma loopt maar het waterschap is realistisch dat het onzeker is of een aantal van de KRW doelen voor de deadline van 2027 kunnen worden behaald. Klimaatveranderingseffecten zorgen er vooral voor dat de weerbaarheid van het ecosysteem afneemt. Daarmee neemt ook de prestatie van het water- en bodemsysteem ten opzichte van de waterkwaliteitsnormen onder de huidige waterbeheerstrategie in de loop van de jaren af.
- *Waterbeschikbaarheid - Zoetwaterbeschikbaarheid te laag om aan de zoetwatervraag te voldoen gedurende droge periodes*: Ook nu is het niet mogelijk om altijd en overal aan de watervraag te voldoen. De manier waarop het land gebruikt wordt is medebepalend in het bereiken van die grens. Het bereiken van deze grens hangt verder af van de beschikbaarheid van water op het IJsselmeer en Markermeer, de (toename van de) watervraag en effecten van klimaatverandering. De prestatie van het waterbeheer is afhankelijk van beslissingen op nationaal niveau. Dit kan er toe leiden dat in de toekomst onder druk van klimaatverandering in droge perioden onvoldoende inlaatwater vanuit het IJsselmeer beschikbaar is voor doorspoeling om de zoutlast tegen te gaan en beregening voor de landbouw. Vraag en aanbod van water lopen daardoor steeds verder uit elkaar. Daardoor is de conclusie dat de prestatie van het waterbeheer t.a.v. van deze grens in de loop van de tijd afneemt.
- *Wateroverlast - Huidige landbouw niet meer mogelijk door bodemdaling:* De grens is al gepasseerd in een klein deel van het landbouwgebied. Een deel van het gebied kent door bodemdaling al een dusdanig kleine drooglegging dat het moeilijk wordt om de huidige landbouw daar vol te blijven houden. In de toekomst zal een steeds groter gebied last krijgen van het effecten van bodemdaling. De prestatie van het waterbeheer t.a.v. deze grens neemt in de toekomst af.

Aan de andere kant is ook helder dat voor wateroverlast in de buitengebieden (*Niet kunnen lozen doordat het watersysteem langdurig vol zit* en *Overschrijding wateroverlastnormen)* op dit moment (vrijwel) aan de grens wordt voldaan: de gebieden waar problemen ontstaan zijn door de beschouwde typen wateroverlast – het onder water lopen door buiten de oevers treden van sloten en vaarten - zijn relatief klein. Daarbij laat het waterbeeld van de Noordoostpolder een problematischer beeld zien dan de Flevopolder, dankzij het ruimere ontwerp van de Flevopolder. De wateroverlastnorm heeft een signaalfunctie. Voor gebruikers zijn er niet direct consequenties, maar wel zou beschouwd moeten worden of het wenselijk en haalbaar is om maatregelen te nemen zodat beter aan de normen wordt voldaan.

Voor waterveiligheid is de grens voorlopig niet in zicht dankzij het waterveiligheidsstelsel. Aandachtspunt ontstaat mogelijk op de wat langere termijn (2050 – 2100) als de beleidsbeslissing genomen zou worden om het meerpeil mee te laten groeien met de zeespiegel. Dan zijn er consequenties voor de buitendijkse gebieden.

Tabel 2-1 Overzichtstabel grenzen

Thema	Grens	Parameter klimaat/ bodem	Parameter waterbeheer	Tijdschaal Nu	Tijdschaal tot 2050	Tijdschaal 2050 - 2100
Water-kwaliteit	Overschrijding waterkwaliteits-normen	Neerslag-tekort is dominante factor	Watervraag voor door-spoelen	Grens vaker en fors overschre-den	Grens vaker en fors overschre-den	Grens ver overschre-den
Afvalwater-keten	Niet kunnen lozen doordat het watersysteem langdurig vol zit	Neerslag	Afvoer-capaciteit	Voldoet aan grens	Voldoet aan grens	Voldoet aan grens
Water-beschikbaar heid	Zoetwaterbeschik-baarheid te laag om aan de zoetwatervraag te voldoen gedurende droge periodes	Neerslag-tekort	Verdam-ping, verzilting en als reactie daarop wateraan-voer	Grens soms overschre-den	Grens vaker en fors overschre-den	Grens ver overschre-den
Water-overlast	Overschrijding wateroverlast-normen	Neerslag	Afvoer-capaciteit	Voldoet aan de grens	Voldoet aan de grens	Grens soms overschre-den
Water-overlast	Huidige landbouw niet meer mogelijk door bodemdaling	Droog-legging	Polderpeil	Grens soms overschre-den	Grens soms overschre-den	Grens vaker en fors overschre-den
Water-veiligheid	Blootstelling buitendijkse gebieden	Zee-spiegel	Meerpeil	Voldoet aan grens	Grens soms overschre-den	Grens vaker en fors overschre-den
Water-veiligheid	Aanpassings-capaciteit (tijd, ruimte) dijken en handelings-perspectief in noodgevallen te beperkt	Zee-spiegel	Meerpeil	Niet gedefinieerd	Niet gedefinieerd	Niet gedefinieerd



Figuur 2-8 Overzicht grafische weergave van prestatie van het waterbeheer t.a.v. grenzen als gevolg van klimaatverandering en bodemdaling

3 Systeembenadering

3.1 Inleiding

Hoofdstuk 2 geeft per waterthema een overzicht van de grenzen die geïdentificeerd zijn. Het hoofdstuk laat zien hoe druk door klimaatverandering en bodemdaling, in termen van fysieke factoren, de grenzen sneller dichterbij komen. Een aantal beschouwde grenzen laten daarbij grotere effecten zien: *Overschrijding waterkwaliteitsnormen*, *Huidige landbouw wordt niet meer mogelijk door bodemdaling* en *Zoetwaterbeschikbaarheid te laag om aan de zoetwatervraag te voldoen gedurende droge periodes*.

De grenzen zijn lang niet altijd harde fysieke grenzen, maar betreffen vaak maatschappelijke afwegingen en zijn daarmee dus niet vast. Wel laat hoofdstuk 2 zien dat het water en bodemsysteem zich een bepaalde richting op ontwikkelt. Het wordt steeds lastiger om het systeem goed te laten functioneren onder de externe ontwikkelingen met de huidige strategie. Het is aannemelijk dat er op een zeker moment andere keuzes gemaakt moeten worden dan de huidige strategie en het is waarschijnlijk dat die keuzes ingrijpen op systeemniveau. Kan de huidige strategie van het faciliteren van huidige gebruiksfuncties doorgevoerd worden en het huidige systeem in stand worden gehouden, of wordt dat onhoudbaar omdat grenzen bereikt worden en is een andere strategie nodig? Dit zijn keuzes die op een hoger, systeemniveau ingrijpen.
Daarnaast kunnen de grenzen en onderliggende processen samenhang vertonen. Het is dan ook zaak om effecten van keuzes die het waterschap in samenspraak met haar omgeving kan maken op systeemniveau te (laten) analyseren.

Keuzes die ingrijpen op het functioneren van het systeem worden systeemkeuzes genoemd. Bij het waterschap gaat het dan over de inrichting en dimensionering van het watersysteem als geheel, bij de provincie gaat het dan om bestemmen van functies en prioriteiten daarin. Het waterschap is niet de enige instantie die systeemkeuzes maakt, anderen doen dat ook of beïnvloeden ze door middel van beleid. Systeemkeuzes vragen vaak om vervolgkeuzes of lokken keuzes van anderen uit. Daarmee is in feite sprake van een versterkend pad. Een voorbeeld van een versterkend pad is dat van bodemdaling en het laten mee-dalen van het polderpeil (zoals bijvoorbeeld de Koekoekspolder in Mastenbroek). De grondwaterstand wordt daar d.m.v. een beheerst polderpeil laag gehouden, daarom is daar tuinbouw mogelijk. Maar dat leidt weer tot verdere bodemdaling en als reactie daarop verder verlagen van het polderpeil. Er is ook een andere keuze mogelijk, namelijk het hoger laten worden van het polderpeil en grondwaterstanden. De drooglegging neemt daardoor af, en tegelijk neemt ook de snelheid van bodemdaling af. Dat is de keuze die in het veen-weide gebied in West Nederland is gemaakt. De keuze voor het verlagen of juist verhogen van het polderpeil is een systeemkeuze (naar Schasfoort et al, 2025).

Met de globale systeemanalyse in dit hoofdstuk krijgt het waterschap materiaal in handen om over het nemen van systeemkeuzes en het doorbreken van versterkende paden in discussie te gaan met de gebruikers, andere stakeholders en de landelijke overheid.

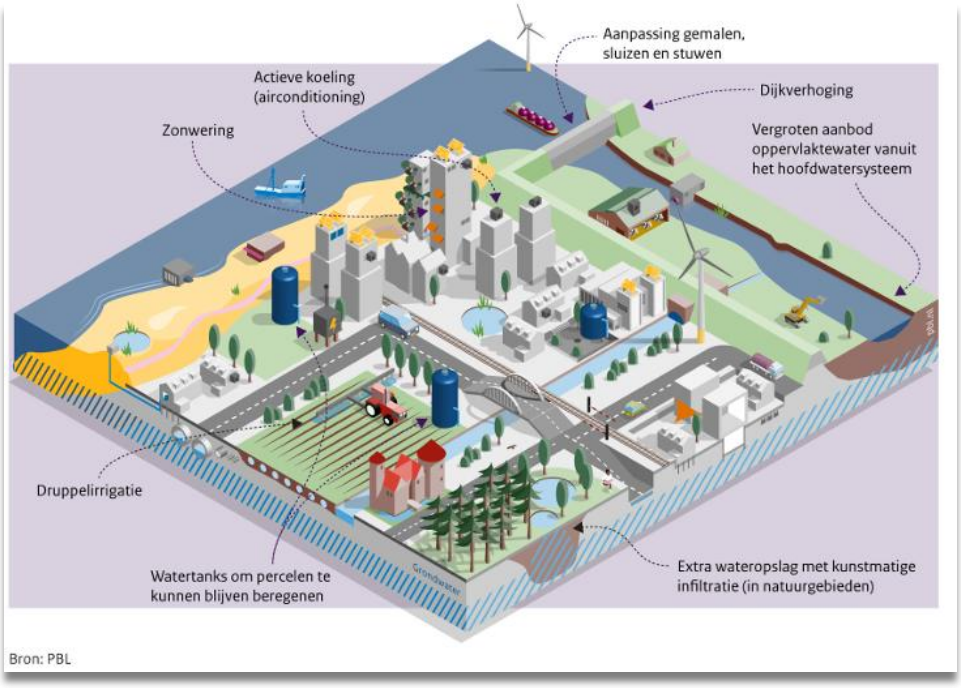
Naar analogie van (Schasfoort et al, 2025) is een globale systeemanalyse als desktopstudie uitgevoerd om de (kwalitatieve) effecten van systeemkeuzes en mogelijk versterkende paden nader in het vizier te krijgen. De resultaten zijn tussentijds getoetst met de relevante experts die betrokken waren bij de expertconsultatie.

Voor Zuiderzeeland zijn vijf versterkende paden geïdentificeerd die in elkaar grijpen. Ze worden eerst apart behandeld voor het overzicht maar feitelijk spelen ze tegelijkertijd en kunnen ze elkaar versterken. Aan het eind van ieder van de paragrafen 3.3 tot en met 3.7 volgt een aanwijzing welke type maatregelen of ingrepen zouden passen bij een strategie van intensiveren, welke bij een strategie van transformeren.
Paragraaf 3.8 schetst de versterkende paden in relatie tot elkaar.

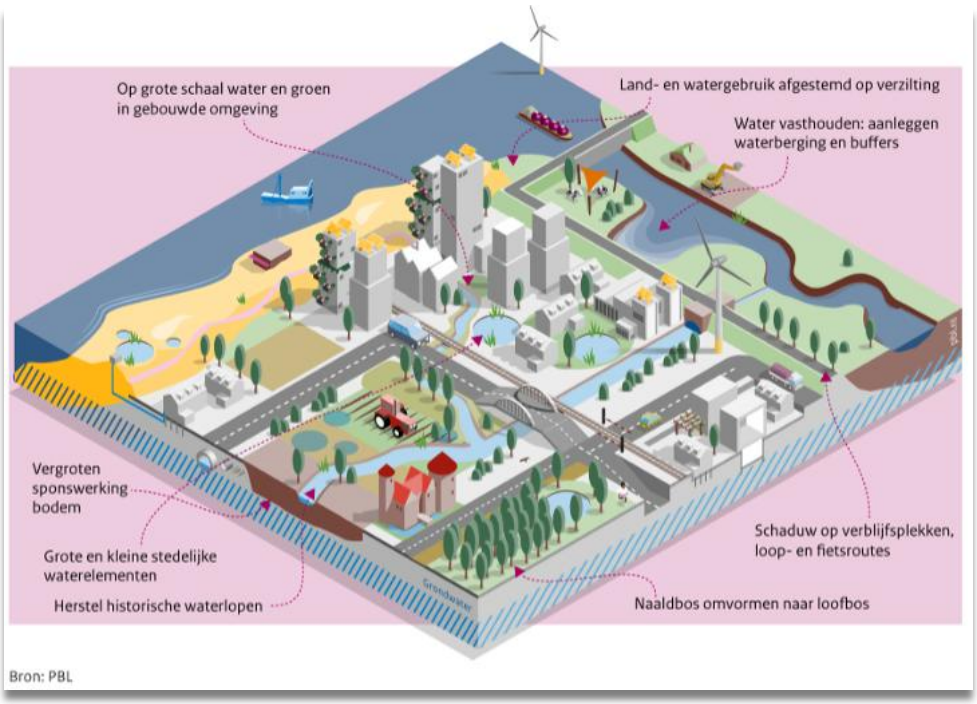
3.2 Klimaatadaptatie: intensiveren en transformeren

Wanneer het gaat om klimaatadaptatie, wordt er in Nederland vaak gekeken naar twee verschillende strategieën waarlangs systeemkeuzes worden gemaakt: intensiveren en transformeren (WKR, 2025; NAS 2026; PBL, 2026). Het rapport van de Wetenschappelijke Klimaatraad (WKR, 2025) beschrijft deze als volgt: *“Bij intensiveren wordt bestaand adaptatiebeleid voortgezet en waar nodig opgeschaald om bestaande functies en landgebruik te ondersteunen en nieuwe sociaaleconomische ontwikkelingen mogelijk te maken. Intensiveren betekent: doorgaan op de weg die is ingezet in het verleden. Hoewel intensiveren in sommige gebieden wenselijk of zelfs noodzakelijk kan zijn, is deze benadering niet overal houdbaar door de toenemende kosten en beperkingen als gevolg van klimaatverandering. Transformeren als adaptatiestrategie betekent daarentegen een fundamentele verandering van landgebruik en/of functies, passend bij het water- en bodemsysteem en het veranderende klimaat.”*

Bij intensiveren zijn de maatregelen voor adaptatie vaak technisch van aard, op lokale schaal toegepast en zijn ze gericht op een specifiek risico (PBL, 2026 en Wetenschappelijke Klimaatraad, 2025). Bij transformeren worden de omgeving en samenleving aangepast naar de natuurlijke situatie en het veranderende klimaat. In de praktijk is het verschil tussen intensiveren en transformeren, dat bij intensiveren de (huidige) functie leidend is en het waterbeheer daarop wordt aangepast, terwijl bij transformeren het klimaat en het water- en bodemsysteem bepalen hoe functies daarop aangepast kunnen worden. In werkelijkheid is de grens tussen beide strategieën niet zo hard en ligt het eraan op welk schaalniveau je naar de oplossing kijkt: je kunt binnen een stad intensiveren, maar de wijdere omgeving transformeren, of juist een polder transformeren, maar het geheel van de dijkringen blijft behouden en intensiveert dus. Uiteindelijk zal waarschijnlijk een mix van adaptatieopties uit beide strategieën worden toegepast, waarbij tussen locaties de mate van focus op intensiveren of transformeren kan verschillen.



Figuur 3-1 Voorbeelden van Intensiveren (PBL, 2026)



Figuur 3-2 Voorbeelden van Transformeren (PBL, 2026)

3.3 Versterkend pad 1: Bodemdaling en vergroten drooglegging

De polders zijn op de Zuiderzeebodem aangelegd. In het ontwerp van de waterhuishouding werd rekening gehouden met het rijpen van klei en inklinking. Over bodemdaling ten gevolge van veenoxidatie was nog niet zoveel kennis beschikbaar. Dat proces is in het ontwerp niet meegenomen (zie bijlage B). Versnelde bodemdaling manifesteert zich al. In (Kooi, 2023) zijn nieuwe prognoses voor bodemdaling opgesteld.

Daardoor ontstaat vraag aan het waterschap om verdere verlaging van het polderpeil om wateroverlast te voorkomen, landbouwgrond begaanbaar te houden en het afvalwater uit de AWZI onder vrij verval op het oppervlaktewater te kunnen laten lozen (Figuur 3-3). Vooralsnog heeft het waterschap nog niet besloten tot het installeren van nieuwe peilgebieden.

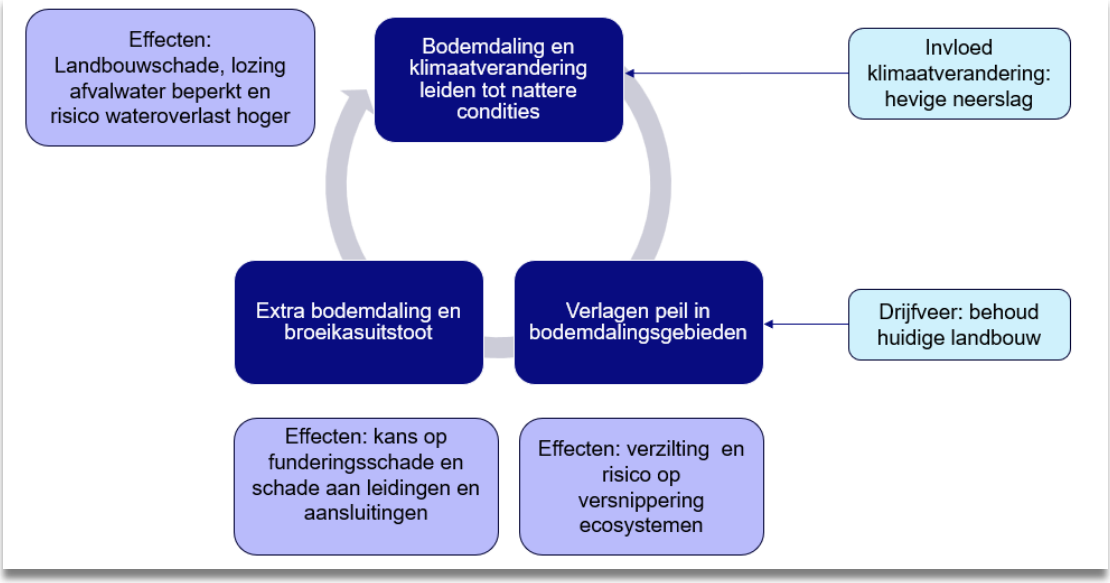
Negatieve effecten zijn er ook. Bodemdaling in combinatie met peilverlaging leidt tot nog meer veenoxidatie, nog meer bodemdaling en een nog grotere vraag voor peilverlaging. Het kan leiden tot meer kwel van het grondwater en daarmee vergroting van verzilting van het grondwater en oppervlaktewater. Het lokaal verlagen van peilen – of het inrichten van onderbemalingspeilgebieden – leidt tot versnippering van ecosystemen. Bij de veenoxidatie komen broeikasgassen vrij, en de bodem verschraalt. Tegelijkertijd zorgt bodemdaling voor een groter overstromingsrisico, want bij een doorbraak van de waterkering komt het gebied daar dieper onder water te staan.

De systeemkeuze *intensiveren* komt neer op het verlagen van het peil ten behoeve van landbouw en bebouwd gebied. Met deze systeemkeuze komen de volgende grenzen van het waterbeheer mogelijk versneld in beeld:

- Overschrijding wateroverlastnormen: in de lager gelegen gebieden verzamelt het water zich. Wateroverlast door buiten de oevers treden van vaarten en sloten concentreert zich daar (Figuur 2-7).
- Niet kunnen lozen doordat het watersysteem langdurig vol zit (hiervoor heeft het waterschap een andere studie uitstaan).
- Overschrijding waterkwaliteitsnormen: het verlagen van polderpeilen leidt ook tot enigszins lagere grondwaterstanden waardoor de kweldruk kan toenemen. Met kwel komt immers zout water uit de voormalige Zuiderzeebodem omhoog.

Wanneer gekozen wordt voor het doorbreken van dit versterkende pad, hoort daar een andere systeemkeuze bij: de systeemkeuze *transformeren* komt neer op het verhogen van peilen in gebieden met veen onder de klei om broeikasgasuitstoot te verminderen en bodemdaling tegen te gaan. Het kan leiden tot andere gebruiksfuncties en landgebruik. Met deze systeemkeuze komt de volgende grens voor het waterbeheer mogelijk versneld in beeld:

- Huidige landbouw niet meer mogelijk zonder toename onderbemaling. Door hoger grond- en oppervlaktewaterpeil kan materieel vaker niet op tijd het land op en treedt vaker schade op aan de landbouwgewassen.



Figuur 3-3 Versterkend pad bodemdaling en vergroten drooglegging

3.4 Versterkend pad 2: Vergroten zoetwaterbeschikbaarheid faciliteert de landbouw

Een van de effecten van klimaatverandering is dat neerslagtekorten toenemen. Zoals beschreven in paragraaf 2.4 kan dat leiden tot een toenemende waterbehoefte van de landbouw voor beregening en tot een groter risico op het niet kunnen doorspoelen van zout oppervlaktewater. De reactie kan zijn om de zoetwaterbeschikbaarheid te vergroten. De huidige landbouw kan dan verder optimaliseren, doordat er voldoende zoetwater beschikbaar blijft voor beregening en doorspoeling. De landbouwsector wordt hierdoor concurrerender ten opzichte van regio's in Europa waar onvoldoende water kan worden aangevoerd (Figuur 3-4). Het effect is echter dat de watervraag vanuit de landbouw weer verder toeneemt met alle geschetste gevolgen vandien.

Dit versterkende pad heeft zich in Zuiderzeeland al laten zien; het aantal beregeningsinstallaties is toegenomen. Met klimaatverandering neemt de watervraag inderdaad steeds verder toe door hogere temperaturen en afname van neerslag. Steeds vaker kan niet aan de watervraag (voldoende, en van voldoende kwaliteit) worden voldaan. Het inlaten van water is onderdeel van het dagelijkse waterbeheer dat Zuiderzeeland uitvoert. In tijden van langdurige droogte en laagwater is het een landelijke afweging of Zuiderzeeland het zoete water vanuit de meren mag inlaten ten behoeve van de landbouw (zie paragraaf 2.4 over Waterbeschikbaarheid).

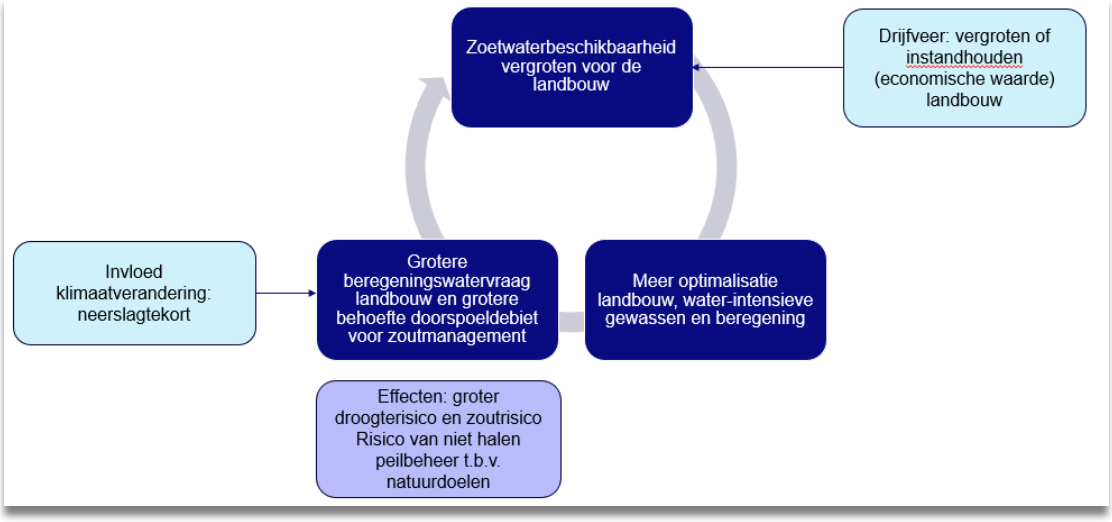
Het waterschap verkent in een studie over de zoetwaterbeschikbaarheid of en hoe lang het waterschap zoetwaterbeschikbaarheid (voldoende water van voldoende kwaliteit) kan faciliteren. Zolang het waterschap kan faciliteren, is er geen stimulans voor landbouw om minder gevoelig te worden voor verzilting of neerslagtekort.

De systeemkeuze *intensiveren* komt neer op het tegengaan van verzilting door de polders door te spoelen en het vergroten van de zoetwaterbeschikbaarheid voor de landbouw.

Met deze systeemkeuze en onder invloed van de in paragraaf 2.4 beschreven klimaatdruk komt de grens versneld in beeld:

- Zoetwaterbeschikbaarheid te laag om aan de zoetwatervraag te voldoen gedurende droge periodes.
- Overschrijding waterkwaliteitsnormen: ook de biologie is afhankelijk van volgende zoetwaterbeschikbaarheid en kan schade ondervinden van hoge zoutconcentraties,

Wanneer gekozen wordt voor het doorbreken van dit versterkende pad, hoort daar een andere systeemkeuze bij: de systeemkeuze *transformeren* komt neer op het accepteren van verzilting en/of watertekorten en het adapteren aan de nieuwe situatie. Het kan leiden tot bijvoorbeeld meer zelfvoorzienend zijn voor wat betreft zoetwatervoorziening of keuze voor teelt van andere gewassen.



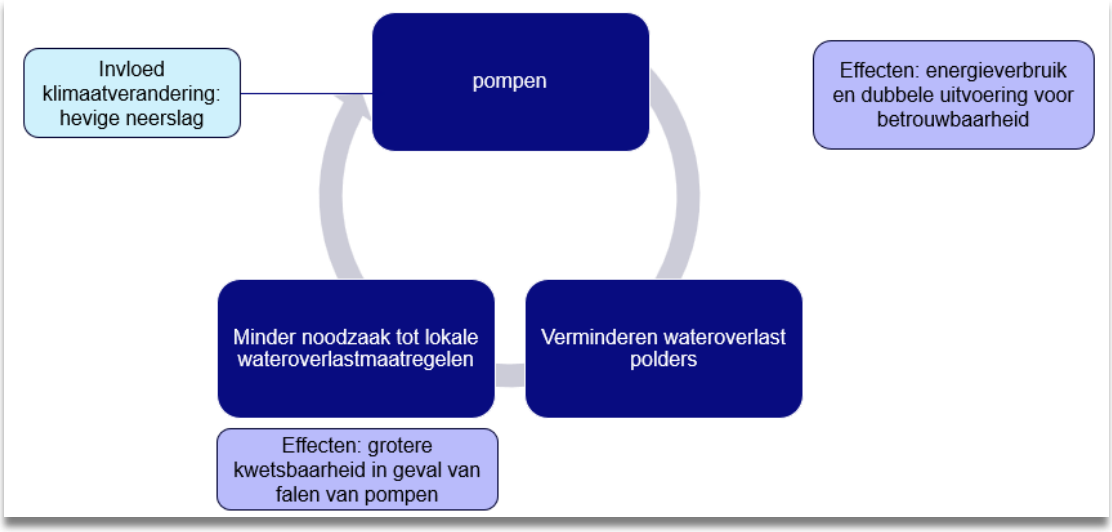
Figuur 3-4 Versterkend pad vergroten zoetwaterbeschikbaarheid

3.5 Versterkend pad 3. Vergroten pompcapaciteit tegen wateroverlast

Het snel afvoeren van neerslag uit de bebouwde delen van polders met pompen verkleint de kans op wateroverlast. Hierdoor is er geen noodzaak tot het creëren van waterberging of flexibel peil, waardoor bij toenemende extreme neerslag door klimaatverandering meer pompcapaciteit nodig is. Inzet van pompen zorgt voor minder wateroverlast, maar ook voor hogere energiekosten en afhankelijkheid van de betrouwbaarheid het leveren van energie en betrouwbaarheid van de pompen. Doordat de overheid ontzorgt, nemen anderen geen verantwoordelijkheid voor andere maatregelen (Figuur 3-5). Dit zou kunnen leiden tot een ruimtelijke ontwikkeling die toekomstige transformatie belemmert.
Voor de polders geldt dat dit versterkende pad zich nog niet heeft laten zien, dus het ligt mogelijk verder in de toekomst.

De systeemkeuze *intensiveren* komt neer op het vergroten van pompcapaciteit om mee te groeien met toename van intensieve neerslag door klimaatverandering en het omgaan met wateroverlast door bodemdaling. Dit heeft positieve invloed op de grens “Overschrijden wateroverlastnormen” maar hoort tegelijk ook bij het versterkende pad dat in paragraaf 3.3 werd beschreven.

Systeemkeuze *transformeren* komt neer op het vergroten van de bergingscapaciteit van het watersysteem (vasthouden en bergen van water). Hier is ruimte voor nodig en is daarom een keuze met ruimtelijke impact.



Figuur 3-5 Versterkend pad vergroten pompcapaciteit

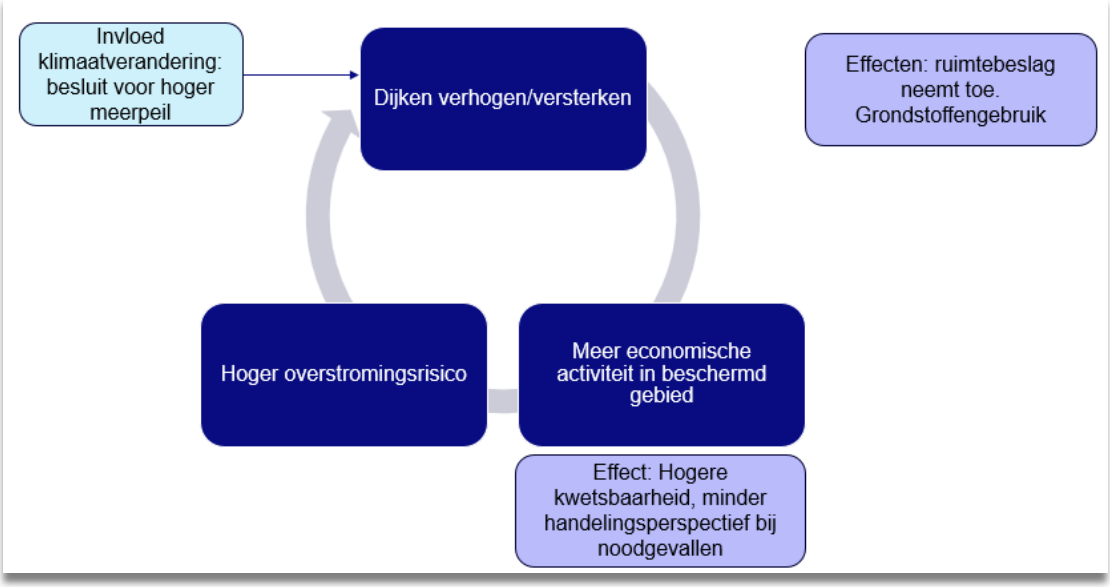
3.6 Versterkend pad 4: Versterking waterkering trekt economische ontwikkeling aan waardoor waterkeringen verder moeten worden versterkt

Nederland-breed leidt het verhogen van waterkeringen en daarmee vergroten van de veiligheid van het gebied achter de waterkeringen tot de situatie dat economische activiteit op peil kan blijven of zelfs kan toenemen. Door de Nederlandse, op overstromingsrisico gebaseerde wetgeving en normen leidt verhoogde economische activiteit tot een grotere dijkversterkingsopgave.

In Zuiderzeeland manifesteert dit pad zich op een andere manier (Figuur 3-6). De nabijheid en goede verbindingen met Amsterdam en de rest van de Randstad trekken sociaaleconomische ontwikkeling in met name Almere en omgeving aan. De omgeving van Almere ligt laag, rond -5 m NAP. Dit is de eerder benoemde grens waaronder het Lokaal Individueel Risico toeneemt omdat verticaal evacueren niet meer mogelijk is (zie paragraaf 2.7).

De systeemkeuze *intensiveren* komt neer op het verhogen van veiligheid door middel van dijken en (natuurlijke) vooroevers. Het heeft daarmee een relatie met het eerste deel van de grens “*Aanpassingscapaciteit (tijd, ruimte) dijken* en handelingsperspectief in noodgevallen te beperkt”. Deze systeemkeuze vereist dus dat er voor de uitvoering van het waterveiligheidsbestel voldoende tijd en middelen beschikbaar worden gesteld.

De systeemkeuze *transformeren* komt neer op het verhogen van waterveiligheid door in te zetten op laag 2 (ruimtelijke inrichting) en laag 3 (crisismanagement) van het waterveiligheidsbeleid. De kwetsbaarheid wordt dan verkleind door middel van aangepast, verhoogd en op hogere delen van de polder bouwen en de weerbaarheid wordt verhoogd met goede evacuatiemogelijkheden en verbeterde sociale cohesie. Deze systeemkeuze heeft daarmee een relatie met het tweede deel van de grens “Aanpassingscapaciteit (tijd, ruimte) dijken en *handelingsperspectief in noodgevallen te beperkt*”.



Figuur 3-6 Versterkend pad Dijkversterking trekt sociaaleconomische ontwikkeling aan

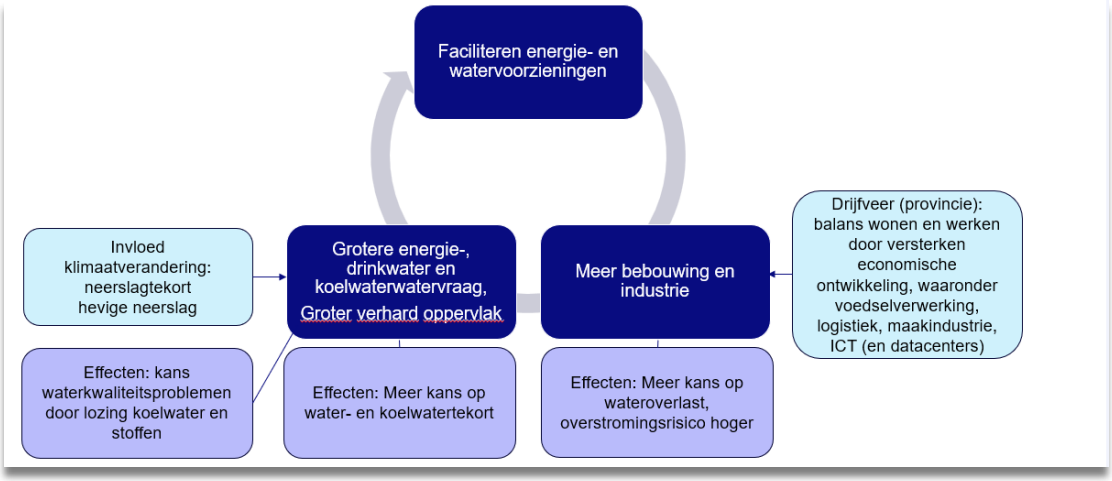
3.7 Versterkend pad 5: Voorzieningen versterken economische ontwikkeling, wat tot hogere watervraag leidt

Goede voorzieningen en infrastructuur voor de levering van en drink- en koelwater kan nieuwe economische ontwikkeling aantrekken. Met goede faciliteiten kunnen bouwplannen doorgaan en kan industrie zich vestigen, denk bijvoorbeeld aan datacenters. Economische ontwikkeling en bedrijvigheid kunnen vervolgens ook weer nieuwe ontwikkelingen aantrekken, waardoor de vraag naar huizen en nieuwe industrielocaties toeneemt. Dit resulteert in een grotere watervraag. Op termijn is er een risico op koelwaterlozingsbeperkingen, door stijgende temperaturen en waterkwaliteitsnormen. Ook kunnen er problemen ontstaan met verzilting bij drinkwater-winlocaties bij kleinere waterbeschikbaarheid. Meestal leiden economische ontwikkelingen tot de lozing van meer afvalstoffen, tenzij de industrie een gesloten systeem heeft gebouwd. Economische ontwikkelingen kunnen te maken krijgen met wateroverlast, tenzij daar bij de aanleg voldoende rekening mee wordt gehouden. Tot slot leiden sociaaleconomische ontwikkelingen tijdelijk, tot het moment dat de normen aangescherpt zijn en de dijken versterkt, tot een hoger overstromingsrisico (Figuur 3-7).

Dit versterkende pad wordt verwacht zich te manifesteren bij het operationeel worden van het Vliegveld Lelystad, eventueel in combinatie met de nieuwe militaire basis in de Flevopolder. De systeemkeuze *intensiveren* komt neer op het tegemoet komen aan de energie- en watervraag. Vanwege de integraliteit van dit pad heeft het relatie met het bereiken van veel grenzen aan het waterbeheer.

- Zoetwaterbeschikbaarheid te laag om aan de zoetwatervraag te voldoen gedurende droge periodes
- Overschrijding waterkwaliteitsnormen
- Mogelijk: Overschrijding wateroverlastnormen
- Aanpassingscapaciteit (tijd, ruimte) dijken en handelingsperspectief in noodgevallen te beperkt

Wanneer gestreefd wordt naar het doorbreken van het versterkende pad zou de systeemkeuze *transformeren* neerkomen op sturen op circulair gebruik van grondstoffen, besparing van gebruik van energie en water en gebruik van duurzame energie. De uitwerking daarvan ligt met name op kleine schaal en bij de partners van het waterschap oftewel de gebruikers van het water- en bodemsysteem, die meer zelfvoorzienend worden voor wat betreft water. Voor het waterschap is dan van belang om het waterbeheer daarbij passend te maken. Denk bijvoorbeeld aan aanpassen van het watersysteem op afgekoppelde gebieden.



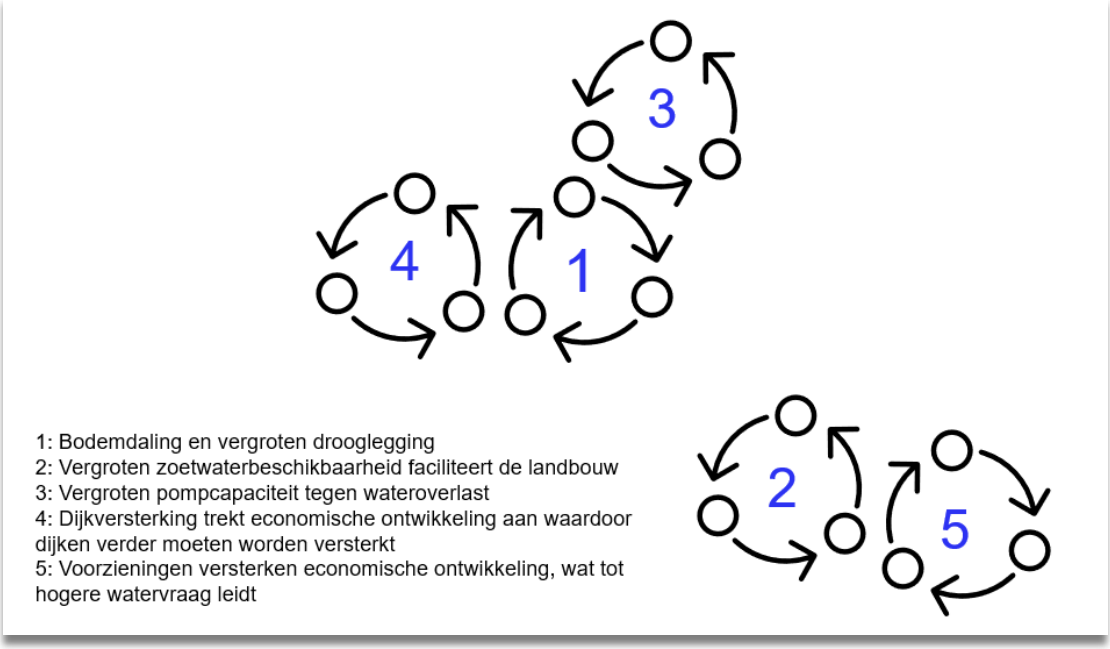
Figuur 3-7 Versterkend pad goede voorzieningen en economische ontwikkeling

3.8 Versterkende paden van Zuiderzeeland grijpen in elkaar

De versterkende paden die in paragraaf 3.3 t/m 3.7 zijn beschreven, kunnen ook elkaar beïnvloeden (Figuur 3-8). Zo kan het eerste pad, waarin bodemdaling leidt tot een steeds lager maaiveldniveau, de dijkversterkingsloop (pad 4) versterken onder regime van intensiveren. Bovendien leidt de lagere maaiveldligging tot een hoger risico op wateroverlast dus tot een behoefte aan grotere gemaalcapaciteit (pad 3).

Wanneer het water in natte periodes afgevoerd is, is het niet meer beschikbaar in droge periodes. In theorie kan dus de zoetwaterbehoefte (pad 2) erdoor vergroot worden. Dit is echter een zwakke relatie.

De aandrijving van het versterkende pad voor de zoetwatervoorziening (pad 2) richting de economische ontwikkeling (pad 5) is sterker. Wanneer immers de faciliteiten voor zoetwatervoorziening versterkt zijn ten behoeve van landbouw, dan kan het in principe ook ingezet worden voor ander gebruik. Daarmee kan het pad waarin goede watervoorzieningen andere economische ontwikkeling aantrekken worden aangedreven.



Figuur 3-8 Versterkende paden kunnen elkaar aandrijven

4 Betekenis voor ruimtelijke doorvertaling

4.1 Inleiding

De hoofdvraag die centraal staat in deze verkenning is in hoeverre het huidige water- en bodemsysteem, onder toenemende druk van gebruik en externe factoren, het huidige landgebruik kan blijven faciliteren. Het kunnen faciliteren van het huidig gebruik stelt eisen aan het water- en bodemsysteem, en daaruit voortvloeiend aan het waterbeheer van het waterschap. In de analyses en beschouwingen in de voorgaande hoofdstukken is gekeken naar hoe deze eisen aan het water- en bodemsysteem veranderen onder de druk van klimaatverandering en bodemdaling, bij gelijkblijvend landgebruik in het beheersgebied. In hoofdstuk 2 is beschreven hoe deze eisen aan het water- en bodemsysteem veranderen onder de druk van klimaatverandering en bodemdaling, bij *gelijkblijvend* landgebruik in het beheersgebied. Hoofdstuk 3 gaf inzicht in de onderliggende systeemdynamiek.

Naast klimaatverandering en bodemdaling verandert echter ook landgebruik. Veranderend landgebruik kan ook leiden tot een verandering in de eisen aan het water- en bodemsysteem. Toekomstige veranderingen in landgebruik kunnen ervoor zorgen dat grenzen aan het waterbeheer eerder of later in zicht zullen komen dan wanneer uitgegaan wordt van gelijkblijvend landgebruik. Dit is afhankelijk van de wijze waarop aan toekomstig landgebruik vorm wordt gegeven. In 2022 heeft Minister Harbers de Tweede Kamer per kamerbrief (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022) geïnformeerd over de rol van water en bodem bij ruimtelijke ordening. Sindsdien hebben Rijk, provincies en gemeenten, ondersteund door de expertise van de waterschappen, invulling proberen te geven voor hun eigen gebieden aan de principes uit deze brief: Niet afwentelen, rekening houden met extremen, in samenhang omgaan met wateroverlast, droogte en bodem, meerlaagsveiligheid, minder afdekken/vergraven/niet verontreinigen, integrale aanpak en de leefomgeving en structurerende keuzes toepassen of uitleggen waarom het lokaal anders gaat. Ook de provincie Flevoland geeft samen met andere overheden en de omgeving invulling aan deze principes in het proces dat zij in gang hebben gezet om te komen tot een nieuwe ontwerp omgevingsvisie.

In dit hoofdstuk worden toekomstige veranderingen in het landgebruik verkend langs twee verschillende strategieën: intensiveren en transformeren. Deze strategieën zijn in paragraaf 3.2 toegelicht en krijgen in het huidige hoofdstuk een *ruimtelijke* doorvertaling. Hiertoe is verkend hoe het landgebruik zich zou ontwikkelen tot 2050 onder aannames die sturen op intensiveren van de huidige ruimtelijke structuur en onder aannames die sturen op transformeren naar een landgebruik waarbij rekening gehouden wordt met water- en bodem sturend principes (paragraaf 4.2). In paragraaf 4.3 wordt beschreven welke impact de twee strategieën voor gebiedsontwikkeling hebben op het bereiken van de grenzen van het waterbeheer en in paragraaf 4.4 hoe zich dit verhoudt tot de omgevingsvisie die de provincie Flevoland op dit moment ontwikkelt. Daarmee krijgt het waterschap informatie in handen ten behoeve van het invullen van hun betrokkenheid in het provinciale proces. Paragraaf 4.5 benoemt tot slot de waarde van het vormgeven aan principes die in het provinciale proces ook benoemd zijn.

4.2 Intensiveren of transformeren: een analyse met de Ruimtescanner

In dit project is met de Ruimtescanner verkend hoe het landgebruik zich zou ontwikkelen tot 2050 onder aannames die sturen op intensiveren van de huidige ruimtelijke structuur en onder aannames die sturen op transformeren naar een landgebruik dat rekening houdt met de dynamiek van het water- en bodemsysteem (in lijn met de water en bodem sturend principes). De RuimteScanner is een analytisch instrument dat ingezet kan worden om ruimtelijke ontwikkelingen en beleidskeuzes inzichtelijk te maken. Het model combineert geografische data met sociaaleconomische en demografische informatie, waardoor het mogelijk wordt om toekomstige scenario's voor ruimtegebruik te verkennen. De RuimteScanner brengt ruimteclaims bij elkaar, wijst ze toe aan beschikbare plekken, op volgorde van geschiktheid, en rekening houdend met dichtheid. Door verschillende beleidsopties en externe ontwikkelingen door te rekenen, biedt de RuimteScanner ondersteuning bij strategische besluitvorming op zowel lokaal als nationaal niveau. Specifiek is gebruik gemaakt van de versie die ontwikkeld is voor de herijking van het PBL (PBL, 2026).

Bij intensivering wordt uitgegaan van het doorzetten van huidig beleid, wat (indien ongewijzigd) zal leiden tot verdere uitbreiding van bestaande kernen zoals Almere en Lelystad. Transformeren gaat uit van sturing op het benutten van de kracht van het water- en bodemsysteem en vraagt om het opleggen van functionele beperkingen aan voor wonen, bedrijven en landbouw minder geschikte locaties zoals natte, slappe of dalende gebieden. Tegelijkertijd zou stedelijke inbreiding verder kunnen worden gestimuleerd.

De verkenning met de Ruimtescanner laat zien dat de woningbouwopgave en ontwikkeling van werkgelegenheid onder regime van zowel Intensiveren als Transformeren van een gelijke orde van een gelijke orde van grootte zijn. Onder de verschillende aannames wordt een vergelijkbaar aantal huizen en banen in de provincie Flevoland gerealiseerd, maar de locatie en het type hiervan verschilt tussen de twee adaptatiestrategieën (Figuur 4-1):

- Bij *intensiveren* wordt er zeer veel gebouwd rondom Almere – zelfs tot over de gemeentegrenzen van Zeewolde, ten noorden van de A27 – en Lelystad. Er worden veel eengezinswoningen gebouwd in beide steden (rood en licht oranje), hoewel er ook ruimte is voor meergezinswoningen (bordeauxrood en bruin). Daarnaast zien we vooral bij Lelystad een grote uitbreiding van bebouwing voor werkgelegenheid.
- Bij *transformeren* zien we een zeer grote verschuiving van woningen naar de noordoost- en zuidrand van de Noordoostpolder, waar tienduizenden woningen bijkomen. In Lelystad wordt veel minder wordt gebouwd en bij Almere neemt de uitbreiding minder ruimte in. De bouw bestaat voornamelijk uit sociale huur met zowel eengezins- als meergezinswoningen. Er wordt niet meer gebouwd in de venige polder ten noorden van de A27. Net ten oosten van de A27, wordt een bedrijventerrein aangelegd. Bij Lelystad vindt met name uitbreiding voor de logistieke sector plaats.



Figuur 4-1 Nieuwbouw en herbouw in 2050 onder klimaatadaptatiebeleid gefocust op intensiveren (links) en transformeren (rechts).

4.3 Toekomstige gebiedsinrichting en de grenzen van het waterbeheer

Toekomstige veranderingen in landgebruik kunnen ervoor zorgen dat de grenzen die in hoofdstuk 2 uitgewerkt zijn, eerder of later in zicht zullen komen dan wanneer uitgegaan wordt van gelijkblijvend landgebruik.

Wanneer bij toekomstige gebiedsinrichting gekozen wordt voor een strategie van *intensiveren* van huidig beleid, ligt het in de lijn der verwachting dat daarmee de eisen aan het water- en bodemsysteem door gebruik versneld zullen toenemen. Immers het huidige gebruik wordt geïntensiveerd, waarmee de druk op het water- en bodemsysteem toe zal nemen. Het is dan ook te verwachten dat de grenzen van het waterbeheer, zoals beschreven in hoofdstuk 2, versneld in zicht zullen komen bij deze strategie.

Wanneer gekozen wordt voor een strategie van *transformeren*, zal er bij gebiedsinrichting nadrukkelijk rekening gehouden worden met het water- en bodemsysteem en daar waar nodig functionele beperkingen aan landgebruik opgelegd worden. Het is dan ook te verwachten dat bij deze strategie de grenzen van het waterbeheer, zoals beschreven in hoofdstuk 2, later of helemaal niet bereikt zullen worden. Immers, er wordt gekozen voor veranderend gebruik dat er op gericht is binnen de grenzen van het water- en bodemsysteem te blijven.

De verkenningen die in het kader van dit project uitgevoerd zijn, zijn niet gedetailleerd en kwantitatief genoeg om te duiden hoeveel eerder of later de grenzen van het waterbeheer bereikt zullen worden onder deze twee strategieën. Ze laten echter wel zien dat de twee strategieën tot een aanzienlijk andere ruimtelijke inrichting leiden, en dat keuzes met betrekking tot toekomstige gebiedsinrichting daarmee een rol zullen spelen in de snelheid waarmee grenzen van het waterbeheer bereikt zullen worden.

4.4 Botsproef van de omgevingsvisie aan de RuimteScanner

De provincie Flevoland ontwikkelt een nieuwe ontwerp omgevingsvisie. Dit proces is nog sterk in ontwikkeling en het resultaat staat dus nog niet vast. De provincie zet in op sterke leefregio's, op innovatieve economische ecosystemen en een robuust polderraamwerk. De beschikbare informatie is nog summier (Provincie Flevoland, 2026) en Figuur E-19. Onderstaande tekst berust dan ook op een indruk die een discussiestuk maakt en aandachtspunten die daaruit voortkomen. Het betreft een momentopname.

Op dit moment lijkt te worden ingezet op

1 Sterke leefregio's: versterking van bestaande steden en dorpen, voorzien van goede infrastructuur voor de bereikbaarheid. De bedoeling is om ze te voorzien van een gezonde en klimaatbestendige leefomgeving en van een beleefbaar buitengebied in de nabijheid. In de ruimtelijke doorvertaling zien we dominantie terug van economische ontwikkeling, leidend tot stedelijke ontwikkeling van woningen en bedrijventerreinen. Een toename van de bebouwing aan de noordoostelijke rand van de Noordoostpolder zoals hiervoor beschreven onder regime van Transformeren (paragraaf 4.2) lijkt geen onderdeel van de ontwerp omgevingsvisie.
2 Innovatieve economische ecosystemen: er lijkt nu te worden ingezet op beleid voor hotspots, energie-intensieve bedrijvigheid en defensie-activiteiten. Daaronder valt ook een hotspot aan de oostzijde van de Noordoostpolder en die zou in overeenstemming kunnen zijn met het regime van Transformeren zoals hiervoor beschreven (paragraaf 4.2).
3 Daaronder moet een Robuust polderraamwerk als fundament komen. De provincie heeft ook leidende principes voor de omgevingsvisie geformuleerd. Met name de leidende principes behorende bij het Robuuste polderraamwerk zijn daarin interessant:
    a) Onder Benutten van diversiteit van bodems en watersystemen worden principes genoemd van zorgvuldige afweging en functies op de juiste plek, afhankelijk van de bodemgesteldheid.
    b) Onder Versterken natuurverbindingen zijn aanwijzingen gegeven waar dat aan de orde kan zijn, met specifieke verwijzing naar natuurrijke gebieden en gebieden waar het watersysteem aanleiding geeft.
    c) Vervolgens geeft de provincie aan dat het de volgende gebiedstypen op het netvlies heeft: open landbouwgebieden, multifunctionele landbouwrandgebieden, verwevingsgebieden, adaptatiegebieden en deltagebieden.

Ad 3.a)
De projecties van de RuimteScanner bij de adaptatiestrategie *intensiveren* (Figuur 4-1) komen goed overeen met het schetsmatig toekomstbeeld uit de nu geldende Strategische Agenda van Flevoland (Figuur E-15, in Bijlage E.1).
Uit vergelijking van het Polderraamwerk (Figuur E-18 in Bijlage E.2) van de provincie Flevoland met de resultaten van de RuimteScanner blijkt het volgende. Uit de lokatiekeuze voor woningbouw en werkgelegenheid kan geconcludeerd worden dat de huidige (ontwerp) omgevingsvisie van de provincie Flevoland voornamelijk inzet op intensiveren en niet op transformeren. Daarmee is het aannemelijk dat implementatie van een gebiedsontwikkeling in lijn met deze nog in ontwikkeling zijnde omgevingsvisie het bereiken van de grenzen zoals beschreven in hoofdstuk 2 zal versnellen, tenzij deze wordt ingericht en vormgegeven op een wijze dat wateroverlast gemitigeerd wordt. Zie Bijlage E voor meer achtergrondinformatie over de omgevingsvisie van de provincie Flevoland.
Daarnaast uit zich het belang van hoogwaardige landbouwgrond in ruime toewijzing, ook in gebieden waar hoge zoutconcentraties worden gemeten in het oppervlaktewater. Daar zal de grens "Zoetwaterbeschikbaarheid te laag om aan de zoetwatervraag te voldoen gedurende droge periodes" mogelijk snel bereikt worden.

Ad 3.c)
Daartegenover staat dat de ontwerp omgevingsvisie adaptatiegebieden aanwijst, daar waar bodemdaling aan de orde is. Hier is wellicht een transformatie strategie mogelijk.

4.5 Tot slot

In paragraaf 4.4 werd aannemelijk gemaakt dat de ruimtelijke plannen van de provincie, ondanks de moeite die gedaan is om het water- en bodemsysteem als fundament onder de ruimtelijke ontwikkeling te erkennen, vooral inzet op intensiveren van het gebruik en minder op transformeren op basis van water en bodem sturend principes. En dat de ruimtelijke plannen daarmee mogelijk kunnen leiden tot een versnelling van het bereiken van de grenzen van het waterbeheer. Een gebiedsontwikkeling waar ook ruimte is voor transformatie op basis van water en bodem sturend principes zal daarentegen het bereiken van de grenzen van het waterbeheer kunnen vertragen. Dit vraagt echter om transformatieve systeemkeuzes. De volgende versterkende paden uit hoofdstuk 3 hebben een ruimtelijke component:

- Pad 1: Bodemdaling en vergroten drooglegging. De provincie wijst indicatief adaptatiegebieden aan. Hier ligt een kans voor de transformatieve keuze om het landgebruik aan te passen aan de omstandigheden.
- Pad 3: Vergroten pompcapaciteit tegen wateroverlast. De transformatieve keuze is om de bergingscapaciteit te vergroten. Daar is ruimte voor nodig. In de ontwerp omgevingsvisie is zo'n reservering nog niet gemaakt.
- Pad 4: Versterking waterkering trekt economische ontwikkeling aan waardoor waterkeringen verder moeten worden versterkt. In het geval van het beheersgebied van Zuiderzeeland drijft de nabijheid van de Randstad economische ontwikkeling rond Almere aan, dus het startpunt ligt anders dan in de rest van Nederland. De ontwerp omgevingsvisie, status april 2026, zet in op sociaal-economische ontwikkelingen rondom Almere en Lelystad. De transformatieve keuze is hier om ook in te zetten op maatregelen in laag 2 (ruimtelijke inrichting) en laag 3 (crisismanagement) van het meerlaagsveiligheidsbeleid.

Naast de ruimtelijke vergelijking heeft de provincie belangen onderkend die een vertragend effect kunnen hebben op het bereiken van de grenzen. Gevraagd wordt om in te zetten op aangepast gebruik dat beter bestand is tegen wateroverlast. Ook wordt ingezet op het vragen aan initiatiefnemers van nieuwe functies in landelijk gebied om te zorgen voor groenblauwe inpassing. Dat kan bijdragen aan doelen voor het landelijk gebied (waaronder provinciaal belang nummer 13: een toekomstbestendig en klimaatadaptief watersysteem) en daarmee aan het vertragen van het bereiken van grenzen van het waterbeheer. Daarnaast wordt verduurzaming bij een aantal functies genoemd (landbouw en energiesector). Verduurzaming en zelfvoorzienendheid kan de druk op van het gebruik op het water- en bodemsysteem verminderen omdat de watervraag daarmee lager wordt. Het heeft daarmee een vertragend effect op het bereiken van grenzen van het waterbeheer. Transformatieve systeemkeuzes hebben relatie met de volgende versterkende paden:

- Pad 2: Vergroten zoetwaterbeschikbaarheid faciliteert de landbouw: de transformatieve systeemkeuze is om in te zetten op grotere zelfvoorzienendheid.
- Pad 4 heeft een relatie met betrekking tot wateroverlast. De systeemkeuze betreft inzet op kleinschalige ingrepen ten behoeve van implementatie van meerlaagsveiligheid, aanvullend op of als vervanging van de technische maatregelen.
- Pad 5: Voorzieningen versterken economische ontwikkeling, wat tot hogere watervraag leidt: de transformatieve systeemkeuze is om in te zetten op circulariteit en zelfvoorzienendheid.

In bewustzijn van de versterkende paden en in de wetenschap dat bij gebiedsontwikkeling het inzetten op transformeren van gebruik kan leiden tot een vertraging van het bereiken van de grenzen van het waterbeheer, is het belangrijk dat het waterschap Zuiderzeeland blijft zorgen voor een goede actuele informatiebasis over de kenmerken van zijn water- en bodemsysteem. Hiermee kan bijvoorbeeld de aanwijzing van adaptatiegebieden door de provincie nader begrensd worden. Daarbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een nieuwe, lokale, fysiografische kaart zoals gepubliceerd door (Deltares et al, 2022). Met deze informatiebasis kan het waterschap een goede bijdrage leveren aan het continue gesprek met gebiedspartners over sociaal-economische ontwikkelingen en daarmee ruimtelijke ontwikkeling in hun beheersgebied.

5 Conclusies en aanbevelingen

Voor een korte samenvatting van resultaten wordt verwezen naar de desbetreffende hoofdstukken. Hieronder volgen conclusies en aanbevelingen op een overkoepelend niveau.

5.1 Conclusies

Definiëren van grenzen blijkt niet scherp mogelijk
Een grens is gedefinieerd als de situatie dat de condities zodanig veranderd zijn dat de huidige strategie niet meer toereikend is om het huidige gebruik te faciliteren. Doelstellingen worden niet meer gehaald en onacceptabele risico's ontstaan. Andersoortige, veelal ingrijpende maatregelen zijn dan nodig en de vraag komt naar voren of men daarvoor de kosten wil maken, in het licht van de baten die dat oplevert. Dit vraagt om een politieke afweging.

De hypothese was dat met deze definitie voldoende scherpte ten behoeve van de verdere verkenning was aangebracht. Het werd echter helder dat de strikte scheiding die initieel werd aangebracht tussen het functioneren van het water- en bodemsysteem en het gebruik van dit water- en bodemsysteem een goede analyse in de weg zit. Een grens wordt namelijk niet bepaald door het water- en bodemsysteem in isolement, maar juist door de interactie van het gebruik met het water- en bodemsysteem.

Daarboven is het een politieke afweging waar de grens ligt vanwege de vraag wat acceptabele gevolgen en acceptabele risico's zijn van het overschrijden van een grens. Grenzen zijn dus lang niet altijd harde fysieke grenzen, maar komen meestal voort uit maatschappelijke afwegingen en zijn daarmee niet vast. Verder werd geprobeerd om een complex systeem te vatten in een simpele kwantitatieve term.

Voor het goed kwantificeren van grenzen mist informatie
Het doel van de verkenning was om:

- inzicht te bieden in de robuustheid van het water- en bodemsysteem van het waterschap en hoe het water- en bodemsysteem zich kan gaan ontwikkelen onder toekomstige veranderingen. Dit, om hierop voor te kunnen bereiden en daarmee gesprekken aan te kunnen gaan over strategie, keuzes en investeringen van het waterschap.
- een concreet handvat te bieden om in gesprek te gaan met stakeholders in het beheergebied van het waterschap en de omgeving en mogelijk ook bepaalde onderwerpen regionaal en landelijk te agenderen.

Daarbij was de aanname dat voor het effectief aangaan van het gesprek informatie nodig is over het moment waarop grenzen, onder invloed van klimaatverandering, worden bereikt.

In de verkenning is zo veel mogelijk gebruik gemaakt van beschikbare data en beleidsstudies, aangevuld met wat extra Sobek berekeningen en GIS analyses. Daarmee kon een *indicatie* gegeven worden van het bereiken van grenzen in het heden, op middellange termijn (tussen nu en 2050) en op de lange termijn (tussen 2050 en 2100). Wat geconcludeerd kon worden is dat de weerbaarheid van ecologie en maatschappij onder invloed van klimaatverandering afnemen. En dat het oppervlak waar men last heeft van een bepaalde grens steeds groter wordt.

Het meer kwantitatief duiden van de grenzen kan op dit moment niet op basis van de beschikbare kennis en informatie. Bovendien blijft het waarschijnlijk voor thema's zoals waterkwaliteit en ecologie ook in de toekomst niet mogelijk.

Beknopt overzicht bereiken gedefinieerde grenzen
De volgende tabel vat de bevindingen kort samen. De kleurstellingen volgen die van Figuur 2-8, waarbij de groene kleur is toegevoegd wanneer aan de grens (vrijwel) voldaan wordt.

Thema	Grens	Tijdschaal Nu	Tijdschaal tot 2050	Tijdschaal 2050 - 2100
Water-kwaliteit	Overschrijding waterkwaliteitsnormen	Grens vaker en forser overschreden	Grens vaker en forser overschreden	Grens ver overschreden
Afvalwater-keten	Niet kunnen lozen doordat het watersysteem langdurig vol zit	Voldoet aan grens	Voldoet aan grens	Voldoet aan grens
Water-beschikbaarheid	Zoetwaterbeschikbaarheid te laag om aan de zoetwatervraag te voldoen gedurende droge periodes	Grens soms overschreden	Grens vaker en forser overschreden	Grens ver overschreden
Water-overlast	Overschrijding wateroverlast-normen	Voldoet aan grens	Voldoet aan grens	Grens soms overschreden
Bodem-daling	Huidige landbouw niet meer mogelijk door bodemdaling	Grens soms overschreden	Grens soms overschreden	Grens vaker en forser overschreden
Water-veiligheid	Blootstelling buitendijkse gebieden	Voldoet aan grens	Grens soms overschreden	Grens vaker en forser overschreden
Water-veiligheid	Aanpassingscapaciteit (tijd, ruimte) dijken en handelingsperspectief in noodgevallen te beperkt	Niet gedefinieerd	Niet gedefinieerd	Niet gedefinieerd

De verkenning legt hiermee bloot dat het beheersgebied van Zuiderzeeland op verschillende waterthema's problemen zijn, of binnenkort gaan ontstaan, ondanks de oorspronkelijk ruime vormgeving van het watersysteem van de polders.

Globale systeemanalyse
Meer kwantitatief aangeven van de grenzen is niet in overeenstemming met de data en informatie. De waarde van de verkenning ligt dan ook vooral in het in kaart brengen van de problematiek.

De waterthema's staan niet los van elkaar maar hangen met elkaar samen in één poldersysteem. Keuzes die het waterschap of hun partners kunnen maken grijpen in op het functioneren van het water- en bodemsysteem van de polder. Daarom is belangrijk om ze in samenhang te beschouwen en hierover het gesprek te voeren met de andere stakeholders .

Vanwege de achteruitgang van de prestatie van het poldersysteem is een beknopte systeemanalyse opgezet. Deze heeft inzicht gegeven dat het systeem zich in een bepaalde richting ontwikkelt en dat er zichzelf versterkende mechanismen of paden afspelen. Voor Zuiderzeeland zijn vijf versterkende paden geïdentificeerd die in elkaar grijpen. Deze paden kunnen leiden tot een steeds groter beroep op het waterschap in de zin van het verstrekken van goede (water)voorzieningen en ze kunnen de in dit rapport beschreven grenzen sneller dichterbij brengen. Doorbreken van die paden vraagt om een systeemkeuze. Het maken van een systeemkeuze is ingrijpend maar gaat op verschillende vlakken nodig zijn. Het zijn politiek-maatschappelijke keuzes met vaak ruimtelijke consequenties.

5.2 Aanbevelingen

De ambitie van de verkenning was om scherp neer te zetten wanneer grenzen overschreden worden. Als eerste komen daarbij het overschrijden van normen in beeld, maar in de verkenning is ook voorbij normen en ontwerpcriteria gekeken: soms is sprake van een niet afgesproken verwachting van gebruikers/ingezetenen zoals bijv. de verwachting dat zoetwater altijd beschikbaar is. Bovendien is de vraag wat acceptabele gevolgen en risico's zijn, en wat niet meer acceptabel is. Die vraag is niet beantwoord. Niet overal is een norm voor en als er een is representeert die zelden het volledige spectrum van wat acceptabel is . Daarvoor is een MKBA en een breed maatschappelijk debat en politieke besluitvorming nodig.

Bij een aantal grenzen (Overschrijden waterkwaliteitsnormen en Aanpassingscapaciteit (tijd, ruimte) dijken en handelingsperspectief in noodgevallen te beperkt) werd gerefereerd aan weerbaarheid en veerkracht. Aanbevolen wordt om ook met de blik van het vergroten van de weerbaarheid van het *gebruik* van het water- en bodemsysteem de problematiek verder te verkennen. Dit kan extra handelingsperspectieven bieden.

In het uitwerken van de grenzen werd duidelijk hoe belangrijk systeemgedrag als basis onder de discussies is. Het verdient dan ook aanbeveling om te zorgen voor gezamenlijk begrip van de werking van het poldersysteem in het gesprek met andere overheden en degenen die systeemkeuzes beïnvloeden. Aanbevolen wordt om naar inspiratie van Op waterbasis (Deltares et al, 2021) te zorgen voor een nieuwe fysiogafische kaart voor Zuiderzeeland.

Het waterschap wordt aanbevolen om – samen met de provincie - strategieën en ingrepen te verkennen langs de lijnen van Intensiveren en Transformeren (WKR, 2025 en PBL, 2026). Met de inzichten kunnen vervolgens gebalanceerde strategieën worden opgebouwd: Het advies is om in beeld te brengen:

- Waar behoud van de huidige strategie wordt ingezet (intensiveren), waar ingrepen worden gedaan om het naderen van grenzen te vertragen, en waar overstappen naar ander gebruik (transformeren) aan de orde kan zijn. In het proces om te komen tot een nieuwe ontwerp omgevingsvisie lijken hier aanknopingspunten voor te zijn. De strategie vraagt om verdere concretisering van die aanknopingspunten;
- Daarbij is van belang om onderscheid te houden tussen kwesties die het beste in het landelijke watersysteem opgelost kunnen worden of in het regionale watersysteem, en in welke gevallen de oplossing het best gevonden kan worden in aanpassen van het ruimtegebruik;
- Hoe de business-case er uit ziet: welke kosten worden op korte en lange termijn verwacht in de verschillende strategieën en hoe manifesteren de baten zich gedurende de tijd. Hoe ontwikkelen risico's zich in de loop van de tijd onder invloed van klimaatverandering en bodemdaling en tijdens de uitvoeringstermijnen van de strategieën.

Ook wordt aanbevolen om met de inzichten die dat oplevert, de botsproef met de omgevingsvisies opnieuw te maken en daarmee het gesprek aan te gaan met de gebiedspartners. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk dat de nu globaal aangegeven zone voor intensieve landbouw (een intensiveringsstrategie) een goede keuze is omdat hier minder sprake is van zoutlast en het gebied ook buiten de gebieden lijkt te liggen met snelle bodemdaling. Daarnaast zijn adaptatiegebieden aangewezen die qua vorm lijken op de gebieden met snelle bodemdaling. Afhankelijk van de wijze waarop die adaptatiegebieden worden ingericht zouden het gebieden kunnen zijn waar een transformatie strategie wordt toegepast.

Tot slot zou met concreet vormgegeven verduurzaming en zelfvoorzienendheid voor water de prestatie van het waterbeheer verbeterd kunnen worden, waardoor het bereiken van grenzen vertraagd wordt.

6 Referenties

Deltares, Bosch Schlabbers en SWECO (2021): Op Waterbasis. Grenzen aan de maakbaarheid van ons water- en bodemsysteem. Juli 2021

Dow, K., Berkhout, F., Preston, B. L., Klein, R. J. T., Midgley, G., & Shaw, M. R. (2013). Limmits to adaptation. Nature Climate Change, 3(4), 305-307. https://doi.org/10.1038/nclimate1847

Glas, V., Pezij, M., & Van den Brink, H. (2025). Droogtestatistiek KNMI'23- Klimaatscenario's. In STOWA rapport 2025-23.

Klavers, H.: Voorbij de dijk. Hoe lang kunnen wij in tijden van klimaatverandering nog leven in onze diepe polders op de bodem van de voormalige Zuiderzee? Genootschap Flevo – Cornelis Lelylezing 2024

Kooi, h., Bakema, G., Gunning, J., Melman, R., Walvoort, D., Knaake, B., Jansen, S., Erkens, G.: Bodemdalingsprognose Flevoland. Deltares, 2023.

KNMI (2023). KNMI '23 klimaatscenario's voor Nederland (KNMI publicatie 23-03). KNMI.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2022): Kamerbrief Water en Bodem sturend. Kenmerk IENW/BSK-2022/283041. 25 november 2022.

O'Neill, B., Aalst, M. v., Ibrahim, Z. Z., Ford, L. B., Bhadwal, S., Buhaug, H., Diaz, D., Frieler, K., Garschagen, M., Magnan, A., Midgley, G., Mirzabaev, A., Thomas, A., & Warren, R. (2022). Key Risks Across Sectors and Regions. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)].

Oude Essink, G. H. P., De Louw, P. G. B., Van Vliet, M., Van Baaren, E. S., Goes, B. J. M., Prevo, C., Sergi, F., Marconi, V., Vos, P. C., & Post, V. E. A. (2008). Zoet-zout studie Provincie Flevoland. TNO Bouw En Ondergrond, 118.

Pezij, M., Klopstra, D., de Vries, L., van den Eertwegh, G., Delsman, J., & Rozemeijer, J. (2022). Zoetwatervoorziening Waterschap Zuiderzeeland. HKV rapport PR4548.10.

Pouwels, J., America, I., Delsman, J., & Mens, M. (2021). Stresstest voor het Deltaprogramma Zoetwater fase II. Het effect van nieuwe inzichten op knelpunten in de zoetwatervoorziening. Deltares rapport 11206829-002-ZWS-0001.

Planbureau voor de Leefomgeving (2026): Voorbij de risico's. Keuzes voor een klimaatbestendige leefomgeving. PBL publicatienummer 5973b. Den Haag, 2026.

Provincie Flevoland: Over de brug komen. Strategische Agenda Flevoland. Deel 1, Perspectief, ontwikkelpijlers en opgaven. 23 december 2022.

Provincie Flevoland: Ontwerp-Omgevingsvisie 2050 'Flevoland: Blik op de toekomst', 1 april 2026. DOCUVITP-3490010-v3-Presentatie-beeldvorming-deel-1-ontwerp-Omgevingsvisie-Statencommissie-Ruimte-Natuur-en-Duurzaamheid-1-april-2026.pdf

Geraadpleegd op 15 mei 2026.

Schasfoort, F., Brugge R. van der, Peeters, S. en Haasnoot, M. (2025): Klimaatbeleid in Noord-Holland. Naar een samenhangende strategie voor adaptatie en mitigatie. Januari 2025.

Slootjes, N. en Wagenaar, D. (2016): Factsheets normering primaire waterkeringen, Getalsinformatie per normtraject. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 28 juni 2016

Ten Harmsen van der Beek, N., Delsman, J., Mes, E., Kwadijk, J, de Leeuw, A.M.: Verkenning naar grenzen van het water- en bodemsysteem Resultaten fase 1A, 23 september 2025

Wageningen Environmental Research (2025-01). Bodemkaart van Nederland. www.bodemdata.nl; geraadpleegd op 11 maart 2026

Wal, H. van der en Visser, P.(2017): Watererfgoed Noordoostpolder: het verhaal. Datum 2 november 2017.

Waterschap Zuiderzeeland (2023a): Waterbeschikbaarheid nu en in de toekomst. Publicatie van het waterschap Zuiderzeeland. waterbeschikbaarheid_april_2023.pdf

Waterschap Zuiderzeeland (2023b): Factsheet KRW, tussenstand tot en met 20 september 2023.

Waterschap Zuiderzeeland (2023c): Water en bodem als fundament. Kaartverhalen. Wat ‘water en bodem sturend’ betekent voor de leefomgeving. 2023.

Wetenschappelijke Klimaatraad (2025): Meeveranderen met het klimaat. Ruimtelijke e maatschappelijke keuzes voor klimaatadaptatie, WKR-advies 004. Den Haag: WKR.

A Van fase 1A naar fase 1B

In de fase 1A (Ten Harmsen van der Beek et al, 2025), die vooraf ging aan de huidige verkenning, is nadrukkelijk aandacht besteed aan het definiëren en ook theoretisch onderbouwen van de definitie van een grens. Voor de theoretische onderbouwing is onder andere gekeken naar de definities zoals gebruikt door het IPCC. Het IPCC spreekt over grenzen aan adaptatie als 'het punt waarop de doelen van een actor niet meer gehaald worden en er onacceptabele risico's ontstaan'. Het IPCC en de brede internationale literatuur onderscheiden zachte en harde grenzen. Een harde grens betekent dat er geen maatregelen mogelijk zijn om onacceptabele risico's te voorkomen. Grenzen waar nog wel adaptatieopties mogelijk zijn, maar die op dit moment niet beschikbaar zijn, worden 'zachte' grenzen genoemd (Dow et al., 2013; O'Neill et al., 2022).

Uit deze theoretische verkenning bleek dat een grens:

- iets zegt over de maakbaarheid van het water- en bodemsysteem door de mens; het gaat om grenzen aan adaptatie;
- beschrijft wanneer doelen niet meer gehaald worden en onacceptabele risico's ontstaan;
- dat er niet altijd een concreet moment te bepalen is waarbij de grens wordt bereikt; vaak is het geleidelijke verandering waarbij de prestatie geleidelijk achteruitgaat
- niet persé een harde grens hoeft te zijn, wel kan helpen in het formuleren van het handelingsperspectief;
- vanuit verschillende redenen kan ontstaan, zoals fysieke beperkingen of beperkingen in materiaal of middelen;
- met verschillende termen kan worden aangeduid, zoals mijlpaal, (adaptatie)knikpunt, of knelpunt.

De eerste verkenning in fase 1A laat zien dat het gebied van waterschap Zuiderzeeland afhankelijk is van 'besluiten van *buiten*af' over het IJsselmeer, zoals meestijgen van winterpeil en vergoten van de zoetwaterbuffer in de zomer. Tot slot komen ook grenzen in beeld als gevolg van ontwikkelingen waar Flevoland wel invloed op heeft, denk aan huidig landgebruik en bodemdaling die daar het gevolg van is.

Fase 1A onderscheidde drie periodes, waarin grenzen in beeld kunnen komen: nu, tot 2050 en tussen 2050 en 2100. Grenzen die op (zeer) korte termijn spelen zijn gerelateerd aan overschrijding van waterkwaliteitsnormen (bijvoorbeeld voor zwemwater en gezondheid). Grenzen in relatie tot wateroverlast treden waarschijnlijk pas op in de periode tussen nu en 2050 en hebben te maken met wateroverlast door meer regen, bodemdaling en watertekorten bij een toenemende watervraag. Dit zijn grenzen die in zicht komen door **klimaatverandering**. De grenzen die in beeld komen vanwege grote **keuzes elders** worden later in de tijd, na 2050, voorzien.
Daarnaast is er nog een aantal grenzen geïdentificeerd voor de afvalwaterketen, waar het tijdens fase 1A nog niet duidelijk was onder welke condities ze in beeld komen.

Tijdens de initiatiefase van fase 1B bleek dat de in fase 1A gedefinieerde grenzen aanpassing behoefden. Tabel A-1 geeft de weerslag van de veranderingen in één overzicht weer. Er is gekozen om de grens voor de afvalwaterzuivering "Niet meer kunnen voldoen aan normen zuivering vanwege hoge kosten voor moeilijk verwijderbare of zorgwekkende stoffen" niet mee te nemen in de verkenning van fase 1B omdat de achterliggende oorzaak geen relatie heeft met het water- en bodemsysteem.

De grenzen “Vervangingsvraag infrastructuur groter dan beschikbare capaciteit” en “Onvoldoende fysieke ruimte beschikbaar voor uitbreiding afvalwaterketen” vervielen omdat het bereiken van deze grenzen met name te maken heeft met de houdbaarheid van het huidige handelingsperspectief en de (beleids)keuzes die het waterschap daarover maakt. De grens met betrekking tot de onderschrijding van de minimale doorstroom van het stelsel wordt buitenbeschouwing gelaten omdat deze vooral afhankelijk is van de hoeveelheid drinkwater die gebruikt wordt en nauwelijks afhankelijk is van het waterbeheer dat door het waterschap gevoerd wordt. De grens “Schade in de afvalwaterketen door wateroverlast” is geherformuleerd tot “Niet kunnen lozen doordat het watersysteem langdurig vol zit” omdat door deze aanscherping de discussie over het bereiken van de grens beter gevoerd kon worden. Tabel A-1 geeft een overzicht van de geïdentificeerde grenzen uit fase 1A en de aanpassingen die hierop bij de start van fase 1B zijn doorgevoerd. Merk op, dat de verwachte termijnen voor het bereiken van grenzen in hoofdstuk 2 nader uitgewerkt en gespecificeerd worden. De analyse van fase 1B leidt tot verandering van de ingeschatte termijnen.

Tabel A-1 Overzicht bijgestelde geïdentificeerde grenzen die mogelijk in beeld komen voor het gebied op de genoemde termijn

Wanneer	**Thema**	**Geïdentificeerde grens in fase 1A**	**Bijgestelde grens fase 1B**
Nu	Waterkwaliteit	Overschrijding waterkwaliteitsnormen	ongewijzigd
	Afvalwaterzuivering	Niet meer kunnen voldoen aan normen zuivering vanwege hoge kosten voor moeilijk verwijderbare of zorgwekkende stoffen.	Valt buiten de scope van dit onderzoek
Nu – 2050	Wateroverlast	Overschrijding wateroverlastnormen	ongewijzigd
		Huidige landbouw niet meer mogelijk zonder toename onderbemaling.	Huidige landbouw niet meer mogelijk door bodemdaling
	Waterbeschikbaarheid	Zoetwaterbeschikbaarheid te laag om aan de zoetwatervraag te voldoen gedurende droge periodes	ongewijzigd
2050 – 2100	Waterveiligheid	Blootstelling buitendijkse gebieden wordt te groot gevonden	Blootstelling buitendijkse gebieden
		Aanpassingscapaciteit (tijd, ruimte) dijken en handelingsperspectief in noodgevallen te beperkt	ongewijzigd
Onbekend	Afvalwaterketen	Vervangingsvraag infrastructuur groter dan beschikbare capaciteiten de markt (bouwen)	Valt buiten de scope van dit onderzoek
		Schade in afvalwaterketen door wateroverlast	Niet kunnen lozen doordat het watersysteem langdurig vol zit
		Onvoldoende fysieke ruimte beschikbaar voor uitbreiding afvalwaterketen	Valt buiten de scope van dit onderzoek
		Verschillende onderdelen van de afvalwaterketen hebben een minimum hoeveelheid water nodig voor een goede werking. Deze minimum hoeveelheid water in de afvalwaterketen wordt onderschreden.	Valt buiten de scope van dit onderzoek

B Systeembegrip van het water- en bodemsysteem van Flevopolder en Noordoostpolder

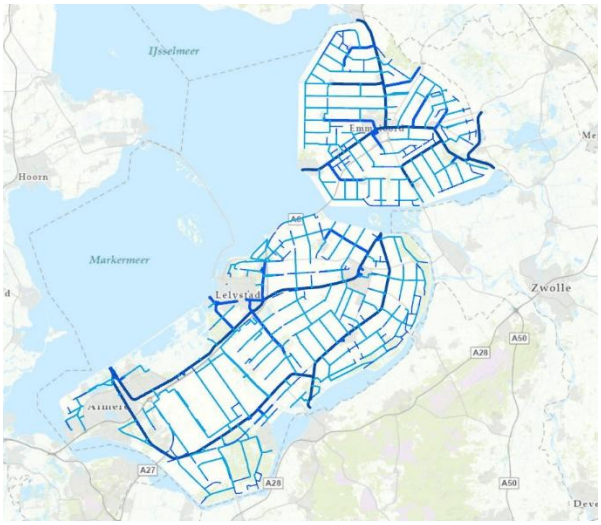
De Flevopolder en Noordoostpolder zijn door de ontwerpers ruim gedimensioneerd. Door voortschrijdend inzicht wordt nu echter duidelijk dat bepaalde proceskennis toentertijd niet beschikbaar was en dat het huidige gebruik van de polder andere eisen stelt dan tijdens het ontwerp voorzien. Daardoor kunnen grenzen van het waterbeheer in zicht komen.

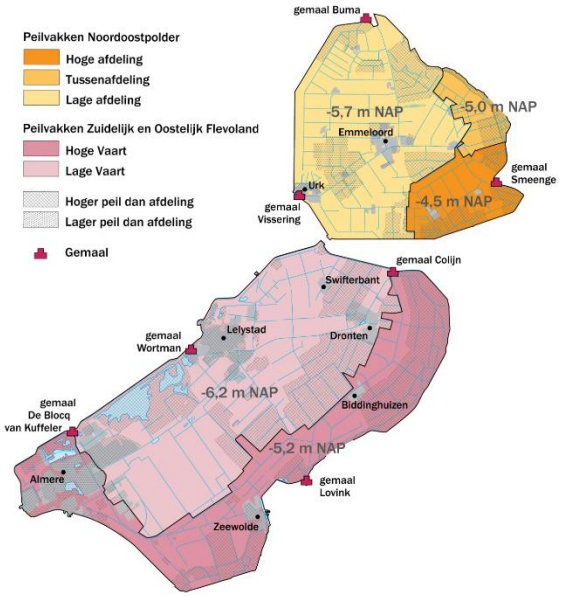
B.1 Het polderontwerp

Na het afsluiten van de Zuiderzee kon gestart worden met de aanleg van de eerste polder, met als hoofddoel om de voedselvoorziening in Nederland te verbeteren. Bij ontwerp en inrichting van de polder werd ook plek ingeruimd voor woningbouw, industrie, natuur en recreatie. De bodem werd goed in kaart gebracht zodat bekend was waar aan de oppervlakte van de nieuwe landbouwgrond zand, klei en veen te vinden was (Klavers, 2024). Hierover later meer in paragraaf 2.2.

De Noordoostpolder werd als eerste aangelegd en ontwikkeld, in de crisisjaren van de vorige eeuw. Dat noopte tot bezuinigingen in de uitvoering die later ook tot problemen hebben gezorgd. Een voorbeeld is het ontbreken van een randmeer (waardoor bij drooglegging grondwaterstanden op het oude land daalden en daar funderingsproblemen ontstonden) en het bezuinigen op open water in de Noordoostpolder. Het percentage open water is hier slechts 1,5% en dat maakt dat het polderpeil hier direct op neerslag reageert vanwege beperkte buffercapaciteit.

Daarvan is geleerd in de Flevopolder. Daar zijn de vaarten ruimer bemeten, is er meer ruimte gehouden voor oppervlaktewater en zijn er wel randmeren aangelegd. De waterhuishouding (Figuur B-1) is ingericht op het goed ontwateren ten behoeve van de primaire functie landbouw. Grote peilvakken zijn ingesteld vanwege maaiveldverschillen. Drains zijn oorspronkelijk in de percelen gelegd op ongeveer één meter diepte ten opzichte van maaiveld. Ze wateren af op sloten, die vervolgens afwateren op vaarten. Aan het einde van de vaarten staan gemalen die het water uitslaan op randmeren, Markermeer en IJsselmeer.

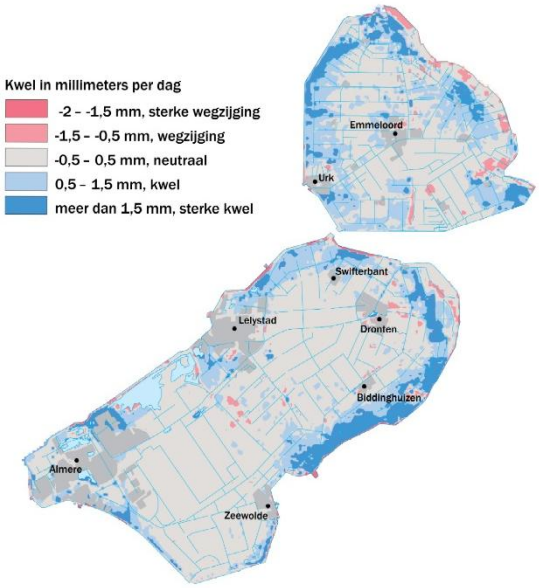




Figuur B-1 Waterhuishouding Zuiderzeeland: watergangen en peilgebieden. Bron: Waterschap Zuiderzeeland

Bron van het water in de Flevopolders is voornamelijk lokale neerslag en kwel vanuit het vaste land. De Noordoostpolder laat daarnaast in droge periodes ook water in vanuit de Wieden Weerribben en het IJsselmeer. Figuur B-2 geeft een indruk van de mate van kwel en hoe variabel die in de polders is.

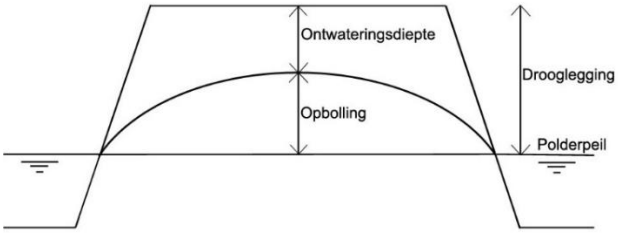
De waterhuishouding houdt ook rekening met andere functies dan landbouw. Zo wordt gestreefd naar een minimale doorspoeling van sloten en vaarten ten behoeve van goede aquatische ecologie. Er wordt slim gemalen zodat zout water, dat omhoog komt uit de oude zeebodem, beperkt blijft tot een klein gebied. Hierover meer in paragraaf 2.3.



Figuur B-2 Kwel en inzijging in Zuiderzeeland. Bron: Waterschap Zuiderzeeland

Op veldniveau

De waterhuishouding van de polder is gericht op het gebruik van het land in de polder, primair landbouw. In het waterbeheer worden peilenvakken gedefinieerd, zoals hiervoor toegelicht. Daarbij wordt vooral gekeken naar het verschil tussen polderpeil en ligging van het maaiveld. Op veldniveau liggen drains in de polders op 0,8 tot 1,0 m onder het maaiveld. De ligging van de drains bepalen hoe hoog de grondwaterstanden kunnen opbollen en zijn dus van belang voor het voorkomen van natschade in de landbouw. Zie Figuur B-3.



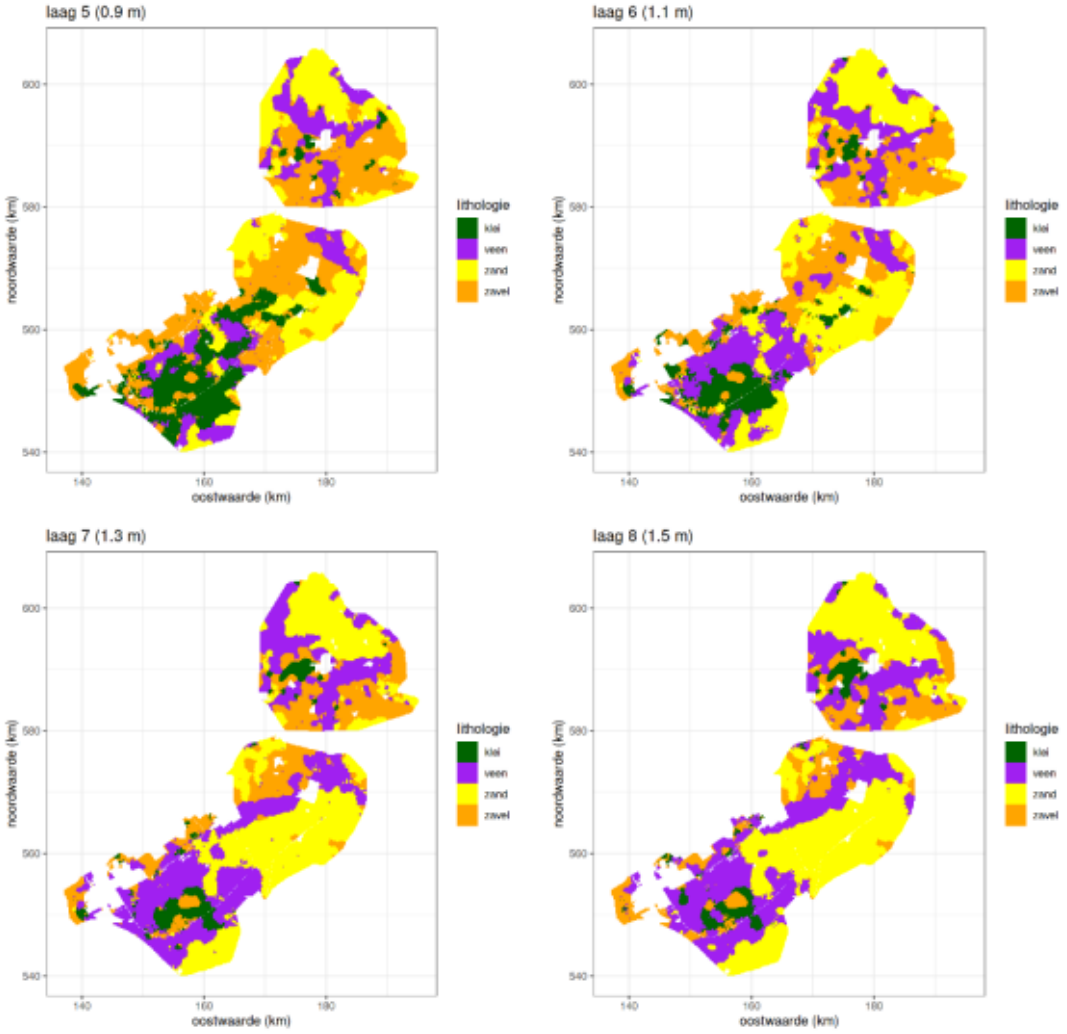
Figuur B-3 Verschil tussen ontwateringsdiepte en drooglegging. Bron:https://nl.wikipedia.org/wiki/Drooglegging_(waterbeheer)#/media/Bestand:Drooglegging_en_ontwateringsdiepte.jpg

B.2 Bodem en ondergrond

De gevoeligheid voor bodemdaling wordt onder meer bepaald door de inklinking van kleilagen, de ligging van veenlagen en de ligging van oude rivierlopen. Bij het ontwerp van de polders werden prognoses gedaan van de te verwachten inklinking en bodemdaling. Deze waren behoorlijk goed, behalve dat oxidatie in de diepere veenlagen niet meegenomen waren. Veenoxidatie leidt tot snellere bodemdaling en dat kan tot wateroverlast leiden.

Een blik op de bodemkaart van Nederland (Wageningen Environmental Research, 2025) geeft een vrij uniform beeld voor de toplaag van de Flevopolders: zware zeeklei is dominant. Aan de randen van de Flevopolder komen ook moerige gronden en zandgronden voor. De Noordoostpolder is meer gevarieerd. Naast zware zeeklei komt hier ook keileem voor, veen, zavel, fijn zand van diverse samenstelling en moerige grond voor.

Onder de klei ligt een gevarieerdere ondergrond: op de ene plek liggen er getijdeafzettingen (zand en klei) en op andere plekken komt veen voor. De diepte waar die onderlagen liggen varieert. Een studie naar bodemdaling in de Flevo- en Noordoostpolder (Kooi et al, 2023) laat zien dat in de Noordoostpolder op 0,4 m tot 1,5 m diepte uitgestrekte oppervlakken veen aanwezig zijn. Zie Figuur B-4.

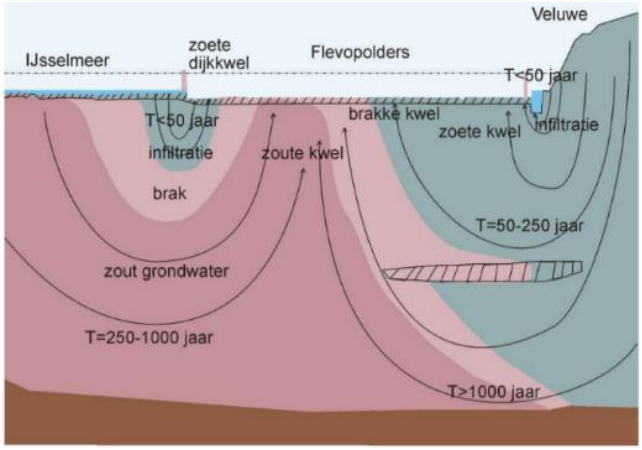


Figuur B-4 Diepteligging van het veen in Zuiderzeeland (Kooi et al, 2023)

In de Flevopolders zitten de veenlagen wat dieper dan in de Noordoostpolder: Zuidelijk Flevoland laat uitgestrekte oppervlakken zien op een diepte van 1.1 tot 1,5 m. In het Noordelijke deel van de Flevopolder ligt een strook die zich van Lelystad naar het noordoosten uitstrekt op een diepte van 1,3 tot 1,5 m.

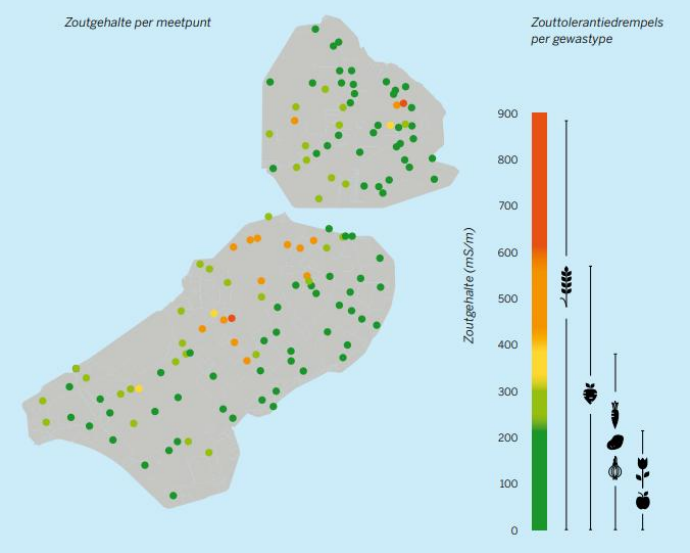
B.3 Zout water in de polder: oorsprong en zoutmanagement

We zien in de Flevopolders en in mindere mate de Noordoostpolder hoge zoutgehaltes in het grondwater (Figuur B-13). De oorsprong van dit zout is het zout van de oude Zuiderzee dat opgeslagen ligt in diepe bodemlagen. Het komt naar boven met kwel (Figuur B-5). Daardoor zijn er grote delen van vooral Flevoland waar concentraties van 1000 mg/l op een diepte van 5 tot 10 m diepte voorkomen.



Figuur B-5 Grondwaterbeweging Flevopolder

Vooral ten oosten en noordoosten van Lelystad komt dit water ook in het oppervlaktewater terecht (Figuur B-6). Daar is de weerstand tegen het omhoog komen van kwelwater het laagst, en water kiest de weg van de minste weerstand. Het zoute water wordt weggedrukt met zoet water als het regent. Met slim doorspoelen en malen houdt het waterschap het zout zoveel mogelijk op één plek en voert het af naar het IJsselmeer.



Figuur B-6 Zuiderzeeland: Waterbeschikbaarheid, nu en in de toekomst

Het waterschap voert slim waterbeheer uit, waarmee verspreiding van het zoute water in het oppervlaktewater beperkt blijft.

In Noordelijk Flevoland, specifiek het gebied tussen de Hoge Vaart en de Lage Vaart, kan worden doorgespoeld (Oranje pijlen in Figuur B-7) en daar wordt operationeel ook op het zoutgehalte gestuurd. Er staan kunstwerken aan de bovenstroomse kant van de tochten die de Hoge vaart met de Lage vaart verbinden. Het verval tussen de Hoge vaart en de Lage vaart is 1,0 m. Met name in perioden van hoge watervraag worden de inlaat werken hier zo afgesteld dat er een doorstroomdebiet ontstaat. Het gebied ten noorden van de Lage Vaart (daar waar de oranje cirkel in staat) kent geen verval en bij gebrek aan verval kan daar dus geen doorstroomdebiet worden gegenereerd.
Verder zou in principe vanuit de waterkering ten noorden van de Swiftervaart vanuit het IJsselmeer (met hevels) een klein areaal doorgespoeld kunnen worden (brede oranje pijl).

Het hiervoor aanleggen van extra hevels (nieuwe watervraag honoreren) is tegen het beleid van het waterschap.



Figuur B-7 Waterbeheersmaatregelen i.v.m. zoutlast

Ook in Zuidelijk Flevoland wordt in de Gruttotocht actief op de terugdringing van de zoutlast gestuurd door doorspoeling.

B.4 Staat van de waterkwaliteit

Van belang voor de toetsing van waterkwaliteit in Zuiderzeeland zijn de verschillende nationale en Europese richtlijnen. Normen voor prioritaire stoffen (PAK, PFAS), overige verontreinigende stoffen (GBM, zware metalen) en algemene chemische stoffen als nutriënten komen voort uit de KRW. De Zwemwaterrichtlijn geeft normen voor bacteriën, blauwalg. Vanuit de Drinkwaterrichtlijn gelden normen voor gewasbeschermingsmiddelen en het chloridegehalte. Een te hoog zoutgehalte werkt ook door op de landbouw (zouttolerantie van gewassen) en ecologie (KRW en N2000). De waterkwaliteit wordt beïnvloed door natuurlijke achtergrondconcentraties van stoffen, lozingen en mate van verdunning in het watersysteem. Klimaatvariabiliteit heeft hier een duidelijke impact op. Bij droogte kunnen concentraties toenemen omdat er dan minder verdunning. Ook wordt er op verzoek van Rijkswaterstaat lokaal gebiedsvreemd water vanuit het Markermeer doorgeleid naar het randmeer ten behoeve van een voldoende waterkwaliteit in de randmeren. Hevige piekbuien kunnen in sommige delen van het systeem leiden tot uit- en afspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen, en tot overstort van rioolwater.

Afhankelijk van de locatie kunnen achtergrondconcentraties van bijvoorbeeld chloride en nutriënten hoog zijn. Flevoland is ontstaan door inpoldering van de Zuiderzee. De voormalige zeebodem is divers van samenstelling (zand, klei en veen). Dit in combinatie met de kwel door de lage ligging, leidt er toe dat er binnen Flevoland een grote variatie is in grond- en oppervlaktewaterkwaliteit: van zoet tot brak, van relatief voedselarm tot extreem voedselrijk en van helder tot troebel door ijzer.

Ook de concentraties van stoffen als ammonium, chloride, stikstof, fosfor en zware metalen als barium, arseen en kobalt zijn hierdoor ‘van nature’ verhoogd.

De KRW normen voor de algemeen fysisch chemische parameters (o.a. nutriënten) gelden op regionaal niveau en kunnen gemotiveerd worden aangepast aan deze lokale omstandigheden. Vanwege de historie van de polders zijn de waterlichamen voor de Kaderrichtlijn Water meestal als kunstmatig gekwalificeerd(19 waterlichamen). Eén waterlichaam is gekarakteriseerd als “sterk veranderd”. De bij het poldersysteem horende drooglegging en kwel worden gezien als onomkeerbare kenmerken. Onder deze argumentatie zijn voor de algemeen fysisch-chemische parameters totaal-fosfor, totaal-stikstof en chloride in Flevoland-specifieke normen afgeleid, die rekening houden met de gebiedskenmerken. Ondanks deze aangepaste normen voldoet het watersysteem van de Flevopolder niet overal aan de KRW norm voor nutriënten.
Voor ammonium, arseen, barium en kobalt recent door het rijk gebiedsspecifieke achtergrondwaardes afgeleid. Desondanks voldoet arseen in een aantal gevallen niet aan deze norm. Het gaat hier om natuurlijke stoffen die met het kwel meekomen. Dit is de reden waarom de normen niet gehaald worden.
Ook wordt de norm voor gewasbeschermingsmiddelen (door gebruik in de landbouw) niet gehaald. Voor aanpak bij de bron heeft het waterschap de hoop gevestigd op het Europese en nationale toelatingsbeleid.

Het waterschap rapporteert sinds 2009 jaarlijks over de staat van de chemische en ecologische waterkwaliteit in factsheets (Waterschap Zuiderzeeland, 2023b). Voor het bepalen van de ecologische kwaliteit bepaalt het waterschap scores voor macrofauna, overige waterflora, vis en fytoplankton. In de meeste natuurgebieden is de ecologische kwaliteit niet goed of gaat deze achteruit. Om de kwaliteit te verbeteren worden maatregelen genomen. Het Harderbroek bijvoorbeeld is gebaggerd, ook is alle karper verwijderd, riet ingeplant en wordt er in de toekomst ingezet op een natuurlijker peilbeheer. In de Oostvaardersplassen en de Lepelaarplassen worden verbetermaatregelen genomen in het kader van N2000. Tevens maken beide gebieden deel uit van het PAGW-project Oostvaardersoevers. In dit kader wordt momenteel onderzocht hoe de ecologische kwaliteit verder te verbeteren is.

In de waterlichamen verbetert de kwaliteit ondanks maatregelen niet overal. Het waterschap verwacht een groot deel van de biologische KRW-doelen te behalen (macrofauna, waterflora, vis en fytoplankton) en algemeen fysisch-chemische kwaliteit (fosfor, stikstof, DIN, zoutgehalte, temperatuur, zuurgraad, zuurstof, doorzicht) te bereiken.
Het waterschap is onzeker over het doelbereik van specifieke verontreinigende stoffen als ammonium, arseen, zink, zilver, gewasbeschermingsmiddelen en de ubiquitaire priotaire stoffen als brandvertragers, PAK en kwik.

Onderstaande figuren geven de meest recente weergave van de waterkwaliteit en ecologie. .



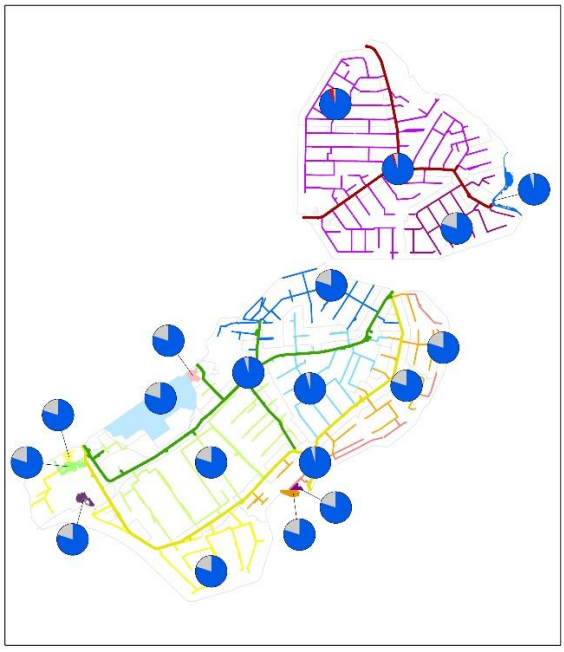
Oordeel stikstof totaal (2019-2024)

Goed
Matig
Ontoereikend
Slecht
Geen oordeel



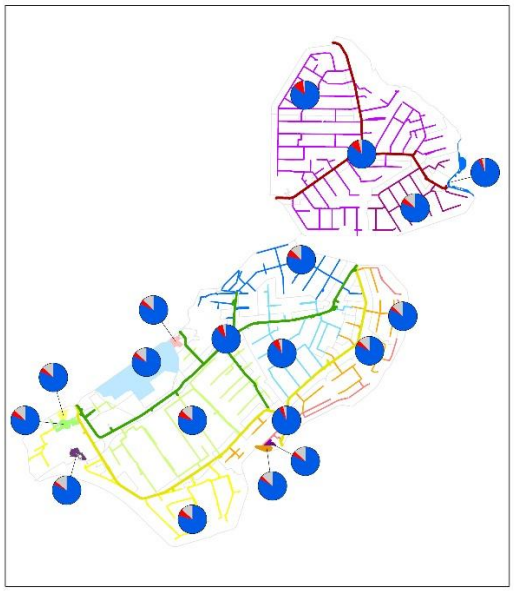
Oordeel fosfor totaal (2019-2024)

Goed
Matig
Ontoereikend
Slecht
Geen oordeel



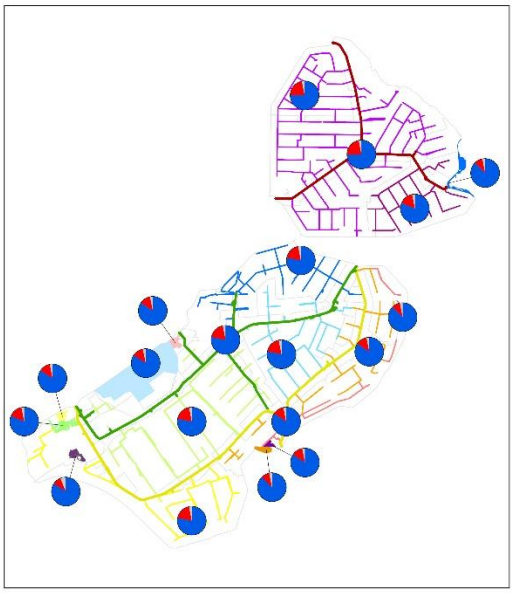
Overige verontreinigende stoffen (gewasbeschermingsmiddelen) (45 stoffen)

Voldoet
Voldoet niet
Niet toetsbaar



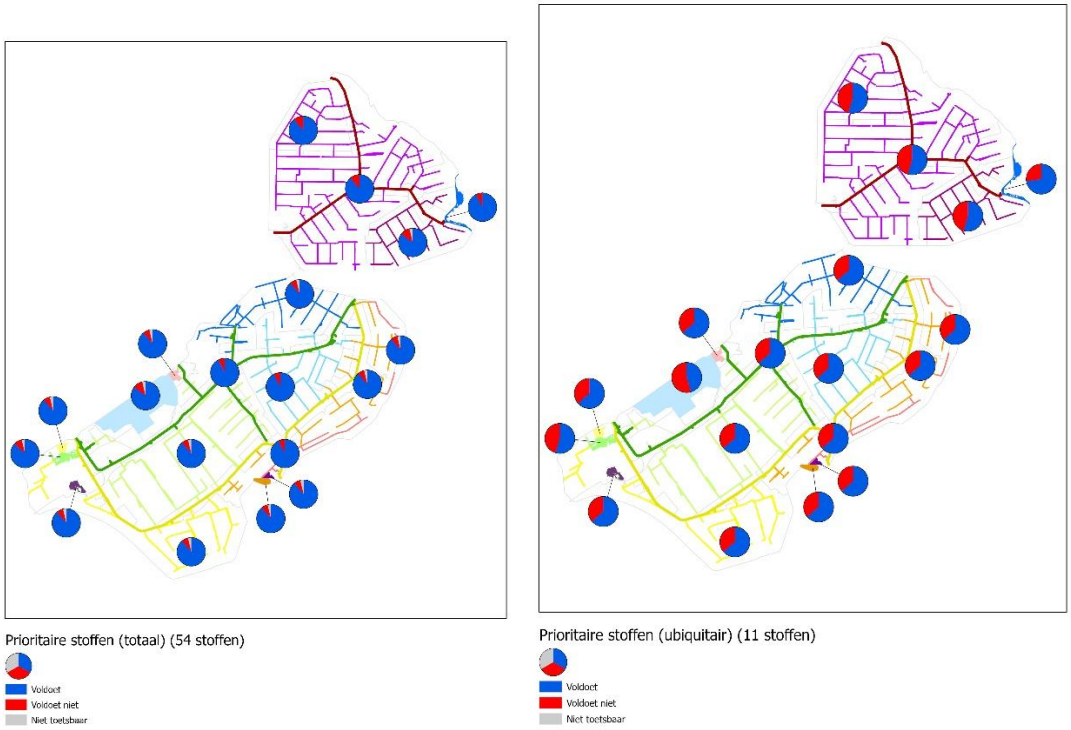
Overige verontreinigende stoffen (totaal) (77 stoffen)





Overige verontreinigende stoffen (overig) (32 stoffen)





Figuur B-8 Waterkwaliteit van KRW waterlichamen. Bron: Waterschap Zuiderzeeland

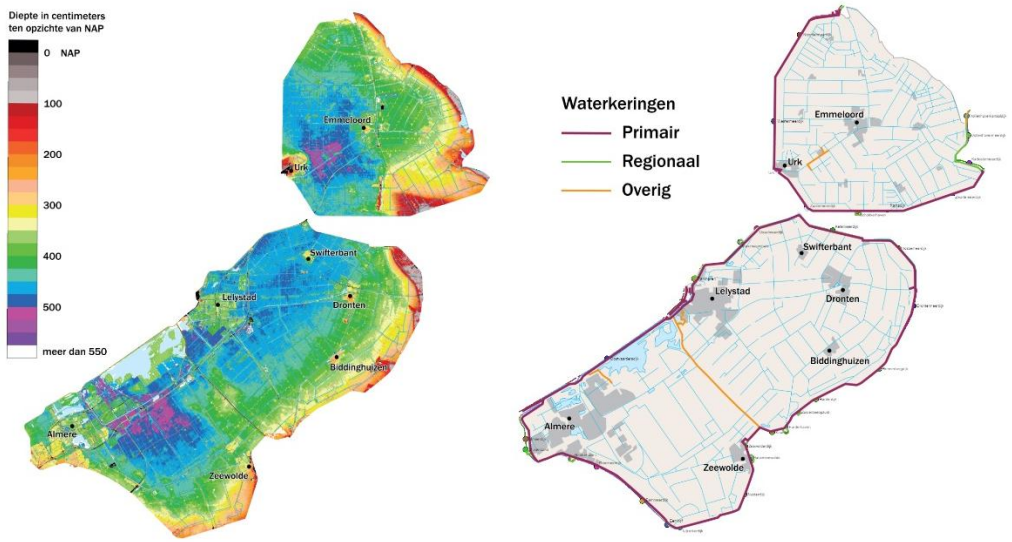
B.5 Omgaan met te veel water

Waterveiligheid

De polders zijn ontstaan door het aanleggen van keringen waarna de polders zijn drooggemalen. De keringen zijn destijds robuust ontworpen. De slappe lagen die aanwezig waren in de Zuiderzee zijn verwijderd waarop een zanddijk met klei en keileem is aangelegd. Daardoor treedt zetting nauwelijks op in de keringen.

De keringen zijn destijds ontworpen met overschrijdingskansnorm uit de jaren ’60, die voor de polders neerkwam op 1/4000. In 2017 hebben we een in Nederland een op overstromingsrisico’s gebaseerde normering doorgevoerd. Hierbij is gekeken naar slachtofferrisico’s en economische risico’s door overstroming in het beschermde gebied. Deze combinatie lag, samen met kosten van het verbeteren van de kering, ten grondslag aan de norm die aan de kering werd gesteld. Voor de polders in ons beheergebied betekende dat de norm wijzigde van een overschrijdingskans van 1/4000 naar een overstromingskans van 1/10.000 (Zuidelijk en Oostelijk Flevoland aan het Markermeer- en IJsselmeersysteem) en 1/1000 (Randmeersysteem). Voor de Noordoostpolder is de overstromingskans bepaald op 1/1000. Deze genoemde overstromingskansen zijn omgevingswaarden.

De diepe ligging van de polders vereist dat primaire keringen ervoor zorgen dat het buitenwater continu wordt gekeerd, in normale omstandigheden alsook tijdens stormcondities. Dit vormt de basis van de waterveiligheid in de polders. In het kader van vermindering van kwetsbaarheid is de voormalige regionale kering Knardijk afgewaardeerd van een regionale kering naar een overige kering met een compartimenterende functie. De kering wordt in conditie gehouden om in ieder geval vijf dagen stand te houden als Zuidelijk - of Oostelijke Flevopolder overstroomt. Daarmee is er voldoende tijd om de nog niet overstroomde polder te evacueren.
Naast primaire keringen is ook een aantal regionale en overige keringen aangewezen in het beheergebied. De regionale keringen liggen veelal buitendijks en kennen een veel lagere norm dan de primaire keringen. Deze gebieden zijn kwetsbaar voor veranderingen in de meren. De overige keringen veelal gericht om forse wateroverlast situaties te voorkomen. zoals Figuur B-9 laat zien.



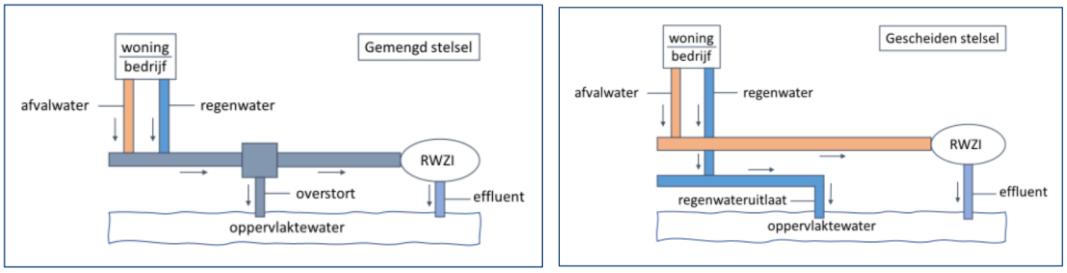
Figuur B-9 Ligging maaiveld (links) en waterkeringen (rechts)

Wateroverlast

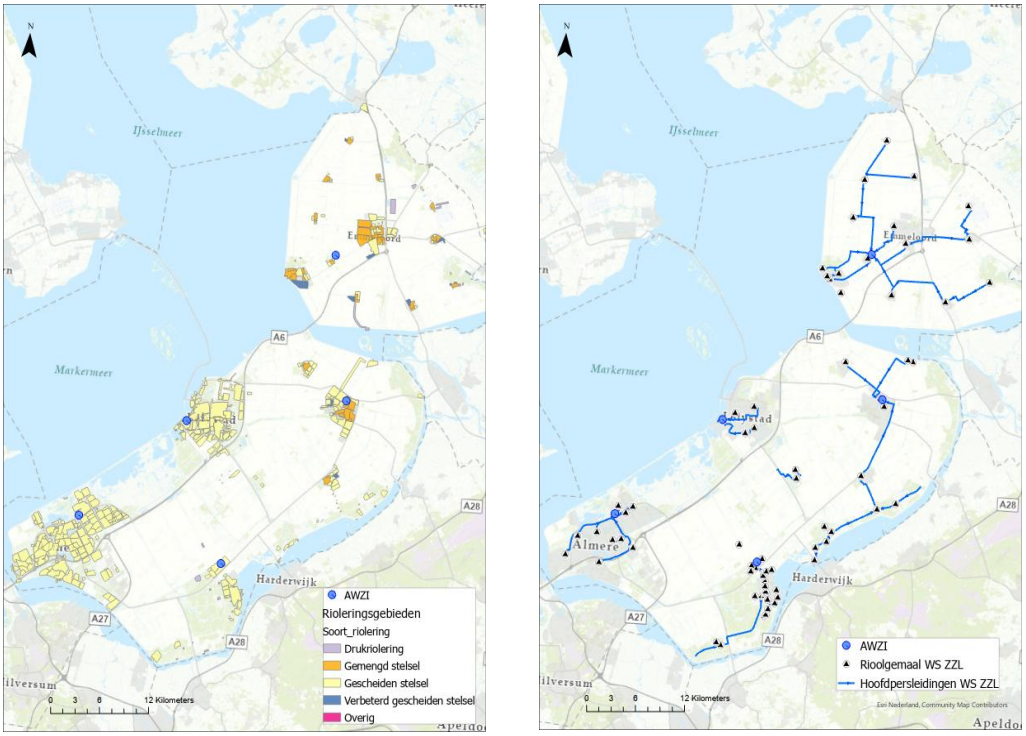
De maaiveldligging van Figuur B-9 geeft direct een goede indruk waar het water van hevige neerslag zich vanzelf zal verzamelen: in het laagste punt. Met het ruim ontworpen watersysteem wordt veel van de overlast opgevangen. Vanwege de ontwerpgeschiedenis van de polders is de Noordoostpolder gevoeliger voor wateroverlast dan de Flevopolder: de ontwerpers waren immers gericht op het creëren van zo veel mogelijk landbouwgrond en hebben daarom minder ruimte voor water vrijgehouden.

Landbouw natschade treedt niet alleen op wanneer het water door hevige neerslag op het maaiveld komt te staan. Natschade begint al wanneer de grondwaterstanden te dicht op het maaiveld komen: de drooglegging is dan te klein of de ontwatering te ondiep. Het effect is dat de velden te nat zijn om ze te kunnen bewerken en dat de bergingscapaciteit te laag wordt.

Stedelijk gebied gedraagt zich anders. Daar vindt ontwatering plaats via rioolstelsels en dus is de afvalwaterketen bepalend. Het stedelijk afvalwater wordt ingezameld via gemengde (40 % van de rioolsystemen) of gescheiden stelsels (60% van de rioolsystemen). Figuur B-10 schetst hoe gemengde stelsels het regen- en afvalwater samen afvoeren, en hoe gescheiden stelsels de regen apart van het afvalwater afvoeren.



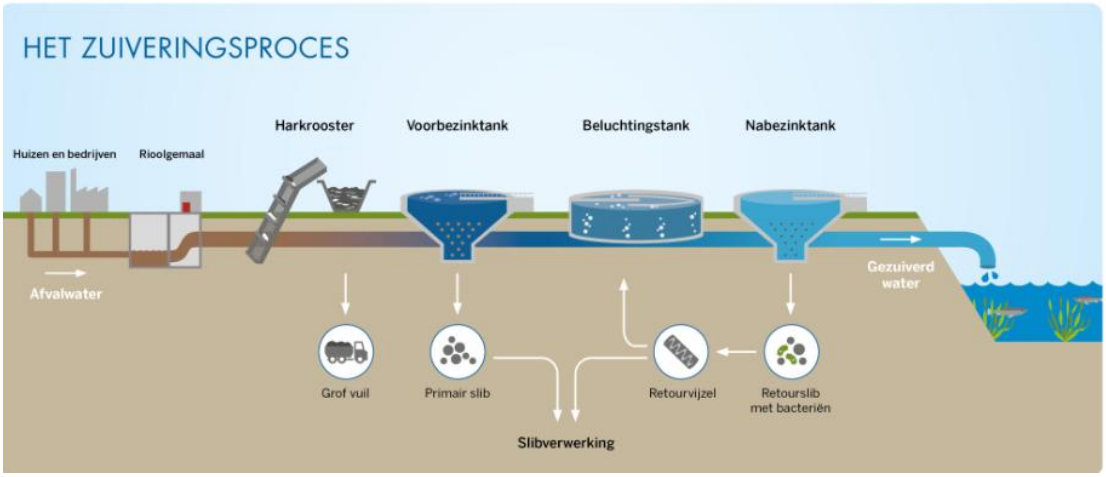
Figuur B-10 Schematische weergave gemengde en gescheiden rioolstelsels



Figuur B-11 Locaties van rioolstelsels en infrastructuur van de afvalwaterketen

Op Figuur B-11 staat op kaart aangegeven waar gemengde en gescheiden rioolstelsels liggen, en waar de infrastructuur ligt om het afvalwater te behandelen en af te voeren. Gemengde stelsels liggen met name in de Noordoostpolder. De gemengde stelsels kunnen overstorten als de neerslag te hevig is en de berging in het rioolstelsel overschreden wordt. Daar zijn ze op ontworpen. De steden in Flevoland werden later gebouwd en hebben gescheiden stelsels.

Onderstaande Figuur B-12 geeft schematisch weer hoe het afvalwatersysteem ingericht is. Het systeem is met name gevoelig voor wateroverlast op de plek waar het water ingezameld wordt wanneer de neerslag zo intens is dat berging en afvoercapaciteit onvoldoende is. Op de plekken waar water geloosd wordt moet er voldoende natuurlijk verval zijn, zodat de afvoer niet geremd wordt.

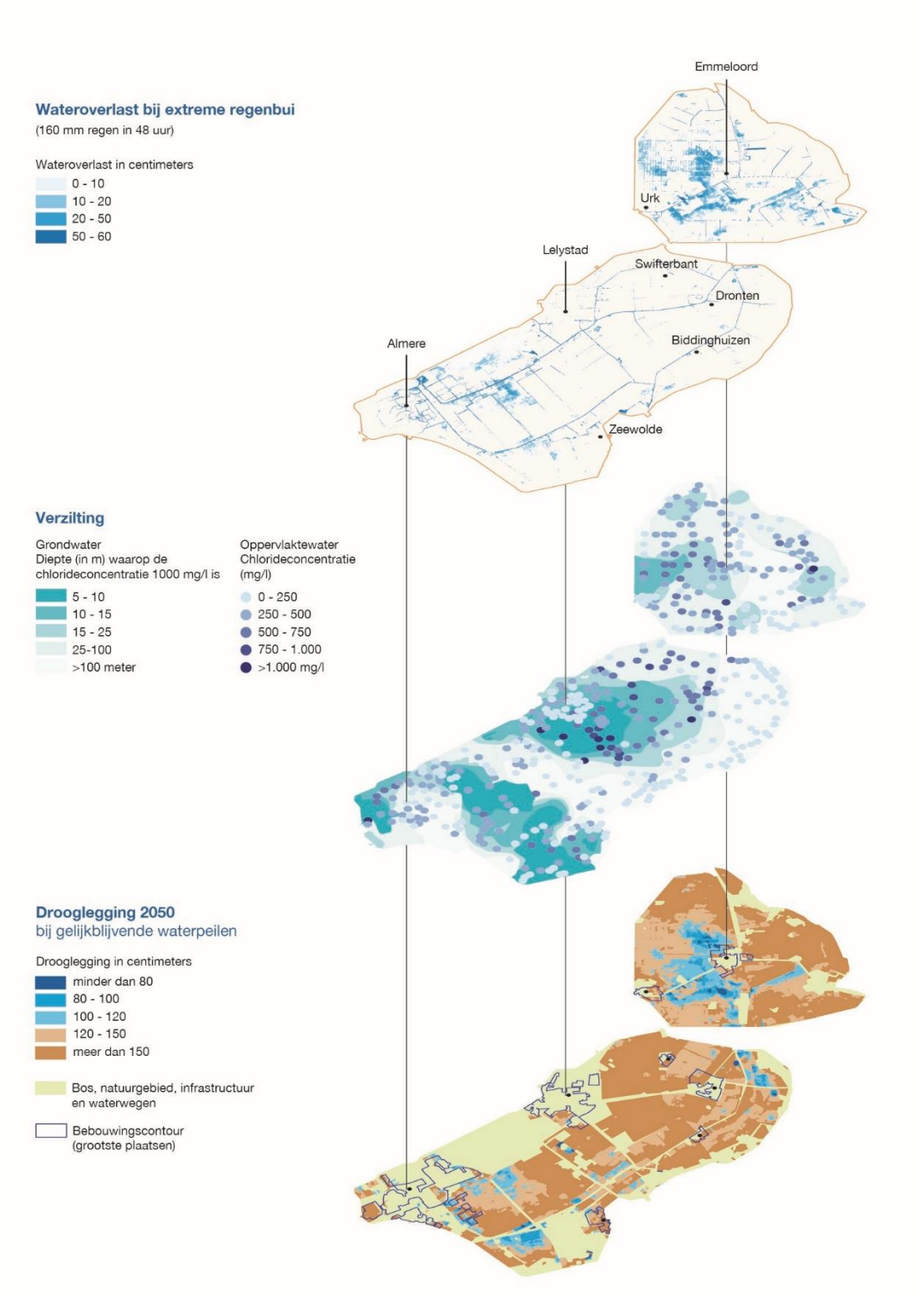


Figuur B-12 Schematische werking van het afvalwatersysteem

B.6 Samenhangend kaartbeeld

Gegeven het robuust ontworpen watersysteem van de polders, de geschetste problematiek van bodem en ondergrond en het niet meenemen van aanwezige veenlagen in het ontwerp, de problematiek van het zoute water uit de oude zeebodem dat met kwel meegevoerd wordt naar boven en de problematiek van omgaan met te veel water door neerslag, is een samengesteld kaartbeeld (Figuur B-13) gemaakt wat in één oogopslag laat zien:

- Welke gebieden last kunnen krijgen bij hevige neerslag van 160 mm in 2 dagen doordat de watergangen het water niet kunnen verwerken,
- Hoe dicht het zoute grondwater onder het maaiveld aangetroffen kan worden en waar in het oppervlaktewater hoge zoutconcentraties voorkomen, en
- Welke gebieden te maken gaan krijgen met grondwaterschade vanwege een kleine drooglegging.



Figuur B-13 Samenhangend kaartbeeld huidige situatie Zuiderzeeland

C Kerncijfers KNMI'23

Als vervolg op de IPCC scenario's heeft het KNMI een doorvertaling gemaakt voor de Nederlandse context. De kerncijfers die zij publiceren zijn hieronder samengevat.

Seizoen	Variabele	Indicator	Klimaat 1991-2020 = referentie-periode	2050 (2036-2065)				2100 (2086-2115)			
				Ld	Ln	Hd	Hn	Ld	Ln	Hd	Hn
	Wereldwijde temperatuurstijging ten opzichte van 1991-2020			+0,8°C	+0,8°C	+1,5°C	+1,5°C	+0,8°C	+0,8°C	+4,0°C	+4,0°C
	Wereldwijde temperatuurstijging ten opzichte van 1850-1900			+1,7°C	+1,7°C	+2,4°C	+2,4°C	+1,7°C	+1,7°C	+4,9°C	+4,9°C
Jaar	Zeespiegel bij Nederlandse kust	gemiddelde niveau	0 cm [1]	+24 (16 tot 34) cm	+24 (16 tot 34) cm	+27 (19 tot 38) cm	+27 (19 tot 38) cm	+44 (26 tot 73) cm	+44 (26 tot 73) cm	+82 (59 tot 124) cm	+82 (59 tot 124) cm
		tempo van verandering	3 mm/jaar [1]	+3 (1 tot 6) mm/jaar	+3 (1 tot 6) mm/jaar	+5 (4 tot 8) mm/jaar	+5 (4 tot 8) mm/jaar	-1 (-4 tot 4) mm/jaar	-1 (-4 tot 4) mm/jaar	+11 (6 tot 23) mm/jaar	+11 (6 tot 23) mm/jaar
	Temperatuur	gemiddelde	10,5°C	+0,9°C	+0,9°C	+1,6°C	+1,5°C	+0,9°C	+0,9°C	+4,4°C	+4,1°C
	Neerslag	hoeveelheid	851 mm	0%	+3%	-2%	+3%	0%	+3%	-3%	+8%
	Zonnestraling	gemiddelde	120 W/m²	+5,8 W/m²	+4,8 W/m²	+5,4 W/m²	+2,5 W/m²	+5,8 W/m²	+4,8 W/m²	+7,1 W/m²	+1,3 W/m²
	Vochtigheid	gemiddelde relatieve vochtigheid [2]	82%	-1%	-1%	-1%	0%	-1%	-1%	-1%	+1%
	Verdamping	potentiële verdamping (Makkink)	603 mm	+7%	+6%	+9%	+6%	+7%	+6%	+17%	+11%
	Wind	gemiddelde windsnelheid	4,8 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	0,0 m/s	0,0 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s
Winter	Temperatuur	gemiddelde	3,9°C	+0,7°C	+0,7°C	+1,2°C	+1,3°C	+0,7°C	+0,7°C	+3,7°C	+3,9°C
		gemiddelde dagmaximum	6,3°C	+0,7°C	+0,7°C	+1,1°C	+1,2°C	+0,7°C	+0,7°C	+3,5°C	+3,6°C
		gemiddelde dagminimum	1,4°C	+0,7°C	+0,7°C	+1,2°C	+1,4°C	+0,7°C	+0,7°C	+4,0°C	+4,2°C
	Neerslag	hoeveelheid	218 mm	+4%	+5%	+4%	+7%	+4%	+5%	+14%	+24%
		aantal natte dagen (≥ 0,1 mm)	57 dagen	0,0 dagen	0,0 dagen	0,0 dagen	+0,6 dagen	0,0 dagen	0,0 dagen	0,0 dagen	+1,1 dagen
		aantal dagen ≥ 10 mm	5,4 dagen	+0,4 dagen	+0,5 dagen	+0,5 dagen	+0,8 dagen	+0,4 dagen	+0,5 dagen	+1,6 dagen	+2,5 dagen
		10-daagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden	109 mm [3]	-2%	+2%	0%	+2%	-2%	+2%	+8%	+15%
	Zonnestraling	gemiddelde	34 W/m²	+1,2 W/m²	+1,5 W/m²	+0,8 W/m²	+0,4 W/m²	+1,2 W/m²	+1,5 W/m²	-0,7 W/m²	-1,5 W/m²
	Vochtigheid	gemiddelde relatieve vochtigheid [2]	87%	0%	0%	+1%	+1%	0%	0%	+1%	+2%
	Wind	gemiddelde windsnelheid	5,6 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	0,0 m/s	+0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	+0,1 m/s	+0,2 m/s
		aantal dagen met windrichting tussen noord en west	13 dagen	+0,1 dagen	-0,8 dagen	0,0 dagen	+0,1 dagen	+0,1 dagen	-0,8 dagen	-1,7 dagen	-1,0 dagen

Seizoen	Variabele	Indicator	Klimaat 1991-2020 = referentie-periode	2050 (2036-2065)				2100 (2086-2115)			
				Ld	Ln	Hd	Hn	Ld	Ln	Hd	Hn
Lente	Temperatuur	gemiddelde	9,6°C	+0,8°C	+0,7°C	+1,3°C	+1,1°C	+0,8°C	+0,7°C	+3,6°C	+3,3°C
		gemiddelde dagmaximum	13,7°C	+0,9°C	+0,8°C	+1,2°C	+1,0°C	+0,9°C	+0,8°C	+3,3°C	+2,9°C
		gemiddelde dagminimum	5,5°C	+0,7°C	+0,7°C	+1,4°C	+1,3°C	+0,7°C	+0,7°C	+3,9°C	+3,7°C
	Neerslag	hoeveelheid	153 mm	+1%	+3%	0%	+4%	+1%	+3%	+4%	+10%
	Zonnestraling	gemiddelde	161 W/m²	+6,6 W/m²	+5,2 W/m²	+3,2 W/m²	+0,8 W/m²	+6,6 W/m²	+5,2 W/m²	-0,2 W/m²	-4,8 W/m²
	Vochtigheid	gemiddelde relatieve vochtigheid [2]	78%	-1%	-1%	0%	0%	-1%	-1%	+1%	+2%
	Verdamping	potentiële verdamping (Makkink)	190 mm	+6%	+5%	+6%	+4%	+6%	+5%	+10%	+6%
	Droogte	maximaal neerslagtekort april en mei	76 mm	+11%	+6%	+15%	+5%	+11%	+6%	+21%	+8%
	Wind	gemiddelde windsnelheid	4,7 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	0,0 m/s	0,0 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	+0,1 m/s	0,0 m/s
Zomer	Temperatuur	gemiddelde	17,3°C	+1,2°C	+1,1°C	+2,1°C	+1,7°C	+1,2°C	+1,1°C	+5,1°C	+4,7°C
		gemiddelde dagmaximum	21,7°C	+1,4°C	+1,2°C	+2,2°C	+1,7°C	+1,4°C	+1,2°C	+5,4°C	+4,7°C
		gemiddelde dagminimum	12,9°C	+1,0°C	+1,0°C	+1,9°C	+1,8°C	+1,0°C	+1,0°C	+5,0°C	+4,9°C
	Neerslag	hoeveelheid	235 mm	-8%	-2%	-13%	-5%	-8%	-2%	-29%	-12%
		1-daagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden [4]	63 mm [3]	+4 (1 tot 6)%	+5 (2 tot 7)%	+6 (2 tot 9)%	+9 (5 tot 14)%	+4 (1 tot 6)%	+5 (2 tot 7)%	+15 (5 tot 26)%	+26 (12 tot 41)%
		uurlijkse neerslag die eens per jaar wordt overschreden [4]	16 mm [3]	+4 (2 tot 6)%	+6 (3 tot 8)%	+6 (2 tot 9)%	+11 (6 tot 16)%	+4 (2 tot 6)%	+6 (3 tot 8)%	+15 (5 tot 26)%	+31 (17 tot 46)%
	Zonnestraling	gemiddelde	206 W/m²	+12 W/m²	+9,1 W/m²	+14 W/m²	+7,4 W/m²	+12 W/m²	+9,1 W/m²	+24 W/m²	+11 W/m²
	Vochtigheid	gemiddelde relatieve vochtigheid [2]	77%	-2%	-1%	-2%	-1%	-2%	-1%	-4%	-1%
	Verdamping	potentiële verdamping (Makkink)	286 mm	+8%	+6%	+11%	+7%	+8%	+6%	+22%	+14%
	Droogte	maximaal neerslagtekort april t/m september	160 mm	+22%	+13%	+35%	+15%	+22%	+13%	+79%	+37%
		maximaal neerslagtekort april t/m september dat eens in de 10 jaar wordt overschreden	265 mm	+16%	+9%	+30%	+16%	+16%	+9%	+63%	+30%
	Wind	gemiddelde windsnelheid	4,2 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,2 m/s	-0,2 m/s
Herfst	Temperatuur	gemiddelde	11,2°C	+1,0°C	+0,9°C	+1,8°C	+1,6°C	+1,0°C	+0,9°C	+5,0°C	+4,8°C
		gemiddelde dagmaximum	14,5°C	+1,1°C	+1,1°C	+1,9°C	+1,6°C	+1,1°C	+1,1°C	+5,1°C	+4,6°C
		gemiddelde dagminimum	7,8°C	+0,9°C	+0,9°C	+1,8°C	+1,7°C	+0,9°C	+0,9°C	+5,1°C	+5,1°C
	Neerslag	hoeveelheid	245 mm	+4%	+5%	+1%	+4%	+4%	+5%	+1%	+13%
	Zonnestraling	gemiddelde	77 W/m²	+3,7 W/m²	+3,5 W/m²	+3,7 W/m²	+1,4 W/m²	+3,7 W/m²	+3,5 W/m²	+5,4 W/m²	+1,0 W/m²
	Vochtigheid	gemiddelde relatieve vochtigheid [2]	85%	-1%	0%	-1%	0%	-1%	0%	-1%	0%
	Wind	gemiddelde windsnelheid	4,7 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	0,0 m/s	-0,1 m/s	-0,1 m/s	-0,2 m/s	-0,1 m/s

D Bijlage Resultaat workshop

D.1 Resultaten voor thema Waterkwaliteit en ecologie

Mechanismen en onderliggende aannames voor goed functioneren
De biologische waterkwaliteit in de polders is over het algemeen matig tot goed. In de polders worden normen voor een aantal prioritaire stoffen, een beperkt aantal zware metalen en gewasbeschermingsmiddelen niet gehaald. Het oppervlaktewater in Flevoland is van nature voedselrijk. De voor Flevoland specifieke nutriëntennormen houden hier al rekening mee. Desalniettemin scoren een groot deel van de Noordoostpolder en het noordelijke deel van Oostelijk Flevoland voor wat betreft nutriënten "matig". De hoge voedselrijkdom kan leiden tot algenbloei, overmatige groei van kroos en overmatige waterplantengroei van soorten als Smalle waterpest en Gedoornd hoornblad. Vooral kleinere (stads)wateren zijn hier gevoelig voor. Dit kan leiden tot vissterfte, zuurstofloosheid en stankoverlast. Het is geen wetmatigheid dat dergelijke effecten altijd optreden, want als verblijftijden in het watersysteem voldoende kort zijn, komen algen en kroos minder tot ontwikkeling dan wanneer verblijftijden lang zijn.

De staat van het systeem is niet goed, meerdere normen voor waterkwaliteit worden momenteel overschreden. De effecten daarvan zijn niet altijd duidelijk te herkennen. Dit komt doordat het systeem complex is en er veel afhankelijkheden zijn, waardoor de effecten niet altijd zichtbaar zijn of naar elders worden verplaatst.

Beschrijving grenzen
Grenzen gezien in het licht van chemische en biologische waterkwaliteit laten zich dan ook niet eenvoudig beschrijven. Nemen we bijvoorbeeld vissterfte, dan treedt dat (afhankelijk van de vissoort) op bij een langdurige stijging van de watertemperatuur boven 25 graden Celsius, of als het zuurstofgehalte daalt tot onder de 3 mg/l. Het optreden van negatieve effecten op de waterkwaliteit is afhankelijk van meerdere factoren: onder andere windwerking (golfslag en menging), waterdiepte (temperatuur en stratificatie), verblijftijd (doorstroming), mate van isolatie (vlucht- en her-kolonisatie-mogelijkheden), water- en oevervegetatie (zuurstof en schaduwwerking) zijn van invloed op het al dan niet optreden van effecten en de omvang hiervan. Planten en dieren reageren niet altijd op één ongunstige omstandigheid, maar als verschillende omstandigheden ongunstig zijn, kan een kleine extra gebeurtenis tot grote effecten leiden omdat het ecosysteem dan over een rand wordt geduwd.

Om te beoordelen of er sprake is van een goede chemische en biologische kwaliteit geldt nu een aantal normenkaders: de Kaderrichtlijn Water (KRW), de drinkwaternorm en de zwemwaterrichtlijn. De KRW-normen gaan over prioritaire stoffen, overige verontreinigende stoffen als zware metalen, ammonium, gewasbeschermingsmiddelen en algemeen fysisch-chemische parameters als nutriënten en chloride. Ook zijn er doelen voor de biologie (algen, water- en oeverplanten, macrofauna en vis). De normen voor algemeen fysisch-chemische parameters en biologie verschillen per KRW-waterlichaam.

Voor de discussie over grenzen van het watersysteem in relatie tot waterkwaliteit zijn t.a.v. de normen de volgende vertrekpunten voor wat betreft de normstelling en effecten aangehouden: voor gewasbeschermingsmiddelen hanteert de KRW normen per stof (na 2027 geldt overigens tevens een somnorm van 0,2 µg/l), vanuit de drinkwaternorm geldt een somnorm grens van 0,1 µg/l voor deze middelen. Voor nutriënten en chloride zijn vanuit de KRW waterlichaamspecifieke normen opgesteld voor nutriënten en chloride. De landbouw kan omgaan met hogere chlorideconcentraties - dit is afhankelijk van het geteelde gewas.

Het niet voldoen aan deze normen betekent dat de er negatieve effecten kunnen optreden op de biologie en/of dat er negatieve gezondheidseffecten voor de mens kunnen optreden.

Trends in gebruik en fysica, doorvertaling naar drukfactoren
Klimaatverandering zet de chemische en biologische waterkwaliteit onder druk. Klimaatverandering komt langzaam, maar de effecten laten zich zien in het optreden van extremen zoals hittegolven, heftiger en langere droogteperiodes en piekbuien. Zoals hiervoor uitgewerkt hebben vooral die extremen effect op waterkwaliteit en ecologie.

Planten en dieren reageren niet altijd op één ongunstige omstandigheid, maar als verschillende omstandigheden ongunstig zijn kan een cocktaileffect optreden en kan een kleine extra gebeurtenis (zoals een relatief kleine klimaatsverandering) tot grote effecten leiden omdat het ecosysteem dan over een rand (kantelpunt of tipping point) wordt geduwd

Reactie van het systeem op toenemende druk
De waterkwaliteit staat onder invloed van veel factoren: vermesting, toxische druk, fysische factoren als waterdiepte, mate van doorstroming en temperatuur, klimaatverandering (natte en droge perioden), menselijk gebruik, inrichting en beheer en specifiek voor Flevoland natuurlijke processen als de kwel. De Kaderrichtlijn Water vraagt vanwege het veelomvattende karakter om de waterkwaliteit en ecologie te beoordelen aan de hand van een uitgebreide (stoffen)lijst. Bij het onderzoeken van grenzen in relatie tot chemische en biologische waterkwaliteit is prioriteit gegeven aan de factoren verandering in neerslagpatronen (droogte en extreme neerslag), temperatuur en toxische druk.

Bij *droogte* neemt de mate van doorstroming af, waardoor het water minder ‘ververst’ wordt. Ook kunnen de waterpeilen dalen, waardoor ‘indikking’ plaatsvindt en de concentraties van stoffen toenemen. De invloed van kwel neemt toe. Locatie-afhankelijk kunnen de gehaltes van chloride en nutriënten hierdoor hoger worden. De af- en uitspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen uit landbouwgebieden neemt af. Ditzelfde geldt voor de afspoeling van stoffen van wegen en ander verhard gebied. Als het na een droge periode weer gaat regenen, kunnen de achtergebleven stoffen alsnog in het watersysteem komen. Het kan zelfs om meer stoffen gaan omdat ze niet opgenomen zijn door de gewassen in de droge periode. Ook is er minder verdunning van stoffen. En door grotere verblijftijden neemt de (overlast van) algengroei toe.
Vooral de ‘first flush’ kan hoge concentraties aan (toxische) stoffen bevatten.

Door klimaatverandering zal de *watertemperatuur* toenemen. Vooral kleinere, stilstaande watersystemen en ondiepere wateren met een groot oppervlak zijn hier gevoelig voor. Exoten die afhankelijk zijn van hogere temperaturen, kunnen zich hierdoor beter ontwikkelen en zich permanent vestigen als strenge winters eveneens achterwege blijven. Dit kan meer druk leggen op het beheer van exoten. Verder kunnen perioden van hitte lokaal leiden tot hogere watertemperaturen en lage zuurstofconcentraties wat weer vissterfte kan veroorzaken. Ook kan er vaker en meer (blauw)algenbloei en overmatige plantengroei optreden, mede ook omdat de snelheid van bacteriologische omzettingsprocessen/afbraak in de bodem toeneemt waardoor extra nutriënten vrijkomen. Daarnaast kan een hogere temperatuur een extra stressfactor zijn voor de biologie, naast bijvoorbeeld een reeds aanwezig hoge toxische druk door gewasbeschermingsmiddelen. Een ander effect wat kan optreden is de fenologische mismatch in ontwikkelingsstadia van soorten, vergelijkbaar met de mismatch die optreedt bij vogels en rupsen die als voedselbron dienen voor jonge vogels. Externe ontwikkelingen zoals warmte-koude-opslag en datacentra, kunnen ook leiden tot lagere respectievelijk hogere temperaturen van het oppervlaktewater. Lozing van zowel koud als warm water kan leiden tot stress voor de biologie. Lozing van koud water zou de effecten van temperatuurstijging ook enigszins kunnen dempen.

Toename van neerslag kan met name leiden tot verhoogde af- en uitspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen. Voor nutriënten geldt dit vooral voor stikstof, en met name in periodes dat de grond braak ligt. Nu reeds wordt de stikstofnorm in een aantal waterlichamen overschreden en de mate van normoverschrijding kan toenemen bij toename van de neerslag. Ook in stedelijke gebieden kan de afspoeling van verhard oppervlak toenemen. Hierdoor kunnen zowel extra nutriënten als toxische stoffen in het oppervlaktewater terecht komen.

Wanneer het waterschap als reactie op bodemdaling en daarmee samenhangende wateroverlast reageert met het lokaal verlagen van het peil (onderbemaling), dan ontstaan nieuwe peilgebieden. Dat kan leiden tot versnippering van habitats: planten kunnen zich niet meer goed vermeerderen bij de grens van het nieuwe peilgebied en dieren kunnen door barrières in de sloten minder goed migreren naar andere peilvakken. Daarmee wordt de kwetsbaarheid van de habitats vergroot.

Toxische druk is een stressfactor en versterker van biologische effecten van factoren als droogte en hoge temperatuur.

Termijn waarop het bereiken van grenzen te verwachten is
Allereerst wordt benadrukt dat normen die wettelijk gelden op dit moment niet gehaald worden. Voorbij de normen is gekeken naar effecten van klimaatverandering. Daarbij is benoemd wat de ernst van gevolgen voor ecologie en waterkwaliteit kan zijn. Zo komen bovennormatief extra grenzen in beeld.

Droogte:
Scenario 2050: Toename van het neerslagtekort met 13 tot 35% leidt naar verwachting niet tot het bereiken van een grens.
Scenario 2100 met een toename van het neerslagtekort tot 79% leidt tot het bereiken van een grens voor waterkwaliteit.

Temperatuur:
Scenario 2050 kent een stijging van 0,5 tot 1,5 graden Celsius: bij 0,5 graden is de verwachting dat de biologie zich opnieuw instelt op de temperatuur. Een stijging van 1,5 graden kan leiden tot het bereiken van grenzen voor biologie.
Scenario 2100 kent een toename van 0,5 tot 4,5 graden. Bij een temperatuurstijging tot 4,5 graden zal het effect op de biologie naar verwachting groot zijn.

Neerslag:
Scenario 2050: een verandering van -2 tot +3% leidt waarschijnlijk niet tot bereiken van een grens.
Scenario 2100: Mogelijk ontstaan er voor gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten een grens richting 2100 waar verandering van neerslag van -3 tot +8% wordt verwacht.

Oplossingsrichtingen
Maatregelen die passen bij de strategie Intensiveren zijn veelal technische maatregelen zoals het toelaten van meer water uit IJsselmeer, Markermeer en Randmeren en daarmee het watersysteem doorspoelen. Daarmee worden effecten van droogte gemitigeerd zoals toename van toxiciteit door indikking, toename van verblijftijden. In het ruimtelijk ontwikkelperspectief dat door de provincie Flevoland ter inspraak is gebracht zijn denkrichtingen voor passende technische maatregelen bijvoorbeeld het zorgen voor voldoende doorspoelingscapaciteit.

Maatregelen die passen bij de strategie Transformeren grijpen in op de manier waarop het water- en bodemsysteem gebruikt wordt en het verminderen van de stoffen die daardoor in het milieu worden gebracht. Het verlagen van de lozingen is een belangrijke oplossingsrichting, maar deze ligt buiten de invloedssfeer van het waterschap. Doorspoelen zal nodig blijven vanwege kwel als bron van nutriënten en zout.

Aanbeveling is om deze denkrichtingen in de volgende fase verder uit te werken op realisme, zekerheid van afspraken en werking van deze afspraken tot op heden.

Verder wordt aanbevolen om handelingsperspectieven vanuit andere waterthema's te toetsen op hun effect op de ecologie, denk aan zoals versnippering door onderbemaling.

D.2 Resultaten voor thema Afvalwaterketen

Mechanismen en onderliggende aannames voor goed functioneren
Zie ook de korte beschrijving van de werking van de afvalwaterketen in hoofdstuk 2. De onderliggende aanname voor goed functioneren is dat er voldoende ruimte, tijd en middelen zullen zijn om het stelsel aan te passen bij veranderingen. Dat kunnen uitbreidingen van steden en industrie zijn, of effecten van bodemdaling en verandering van neerslagpatronen door klimaatverandering.

Beschrijving grenzen
Er zijn drie belangrijkste keteneffecten voor de afvalwaterketen die leiden tot overschrijding van grenzen in het systeem.

1 Niet kunnen lozen bij (langdurig) volle watergangen en /of water op het maaiveld
Wanneer het watersysteem langdurig vol zit door langdurige regen, ontstaat het scenario dat een AWZI niet meer (voldoende) kan lozen op het oppervlaktewater. De lozing onder vrij verval valt weg. De ketenimpact daarvan luidt: als het effluent niet weg kan, komt de keten onder druk. Buffers raken vol, pompen en transport lopen vast. Dat kan escaleren richting rioolwater op straat of ongezuiverde noodlozingen in het watersysteem.

2 Overstorten bij piekbuien
Bij extreme piekbuien bereiken hoofdriolen en gemalen in gebieden met gemengde stelsels sneller hun maximale capaciteit, waarna overstorten/nooduitlaten optreden. Voor een globale indruk: in gemengde stelsels zit ongeveer 7 mm berging en eventueel een randvoorziening met 2 mm bergingscapaciteit; de pompovercapaciteit is meestal laag – 0,7 mm/uur. Overstorten zijn onderdeel van het ontwerp van gemengde stelsels en hebben een veel grotere afvoercapaciteit. Ze leiden echter tot directe emissies van (verdund) afvalwater naar het oppervlaktewater. De ketenimpact daarvan luidt: Overstorten zijn vaak kortdurend maar kunnen lokaal sterke waterkwaliteits-effecten veroorzaken (microbiologisch, zuurstof, toxiciteit), precies in periodes waarin het watersysteem al onder druk staat. Van overstorten zijn locaties en type wel bekend, maar frequenties en volumes zijn beperkt gemonitord dus niet bekend.
Gescheiden stelsels werken zonder overstort. De berging in gescheiden stelsels is klein in vergelijking met gemengde stelsels (grofweg 1 mm) en de pompcapaciteit veel hoger (orde 20 mm/h). Rioolstelsels zijn ontworpen voor kortdurende hevige buien. De buien die in hoofdstuk 7, en bijlage A.4 worden beschouwd hebben een langduriger karakter. Met de kentallen van hiervoor zouden gescheiden stelsels deze langduriger buien die 2 dagen aanhouden kunnen verwerken in 4 uur (voor de T20 bui) tot 8 uur (voor de T750 bui).

Wateroverlast kan ontstaan in stedelijke gebieden zonder dat het grotere oppervlaktewatersysteem overbelast wordt. Dit zijn de gebeurtenissen die het nieuws halen: de het water kan niet snel genoeg het riool is of kan niet snel genoeg worden afgevoerd door de (regenwater)riolering. De afwatering van het stedelijk gebied is niet ontwerpen op de nieuwe realiteit van het klimaat.

3 Verminderde zuiveringsprestatie door piekbelasting

Naast transport en lozen is ook de zuiveringsprestatie gevoelig voor veranderde neerslagpatronen. Twee mechanismen zijn leidend:

a. "First flush" bij een piekbui na een droge periode: in korte tijd komt een relatief hoge vuilvracht binnen via afspoeling en flush uit gemende riolen. Daardoor worden de biologische processen en bezinking in de zuivering tijdelijk hoger belast

b. Langdurig natte periode met hoge aanvoer: in deze situatie wordt het vuil verdund maar is er een hoge hydraulische belasting. Door de hoge debieten worden verblijftijden korter, wat de procesvoering (onder andere de nabezinkings-stap in de zuiveringsketen) onder druk kan zetten en de kwaliteit van het effluent kan verslechteren.

Trends in gebruik en fysica, doorvertaling naar drukfactoren

Er is een voorkeur voor het gescheiden inzamelen van het afvalwater; er wordt gesproken van afkoppelen in het geval van gemengde systemen en nieuwe stedelijke uitbreidingen zullen waarschijnlijk worden voorzien van een gescheiden systeem. Daarmee wordt al ingegrepen om overstorten te verminderen (het als tweede benoemde keteneffect) . Moeilijk verwijderbare stoffen zijn nu al, en zullen een probleem blijven.

Voor het goed functioneren van de afvalwaterketen beschouwen we twee fenomenen:

1 Tijdens langdurige natte perioden komt er veel water in de keten. Hierdoor raakt het systeem zowel voor wat betreft de lozingen (minder ruimte om effluent kwijt te kunnen) als voor wat betreft het zuiveringsproces (kortere verblijftijden en minder stabiele zuivering) onder druk.
2 Bij piekbuien raken gemengde systemen sneller overbelast, waardoor overstorten vaker optreden. Daarnaast ontstaat een duidelijke “first-flush”: een korte, maar sterk vervuilde instroom naar de zuivering.

Reactie van het systeem op toenemende druk

De problematiek van de afvalwaterketen hangt sterk samen met wateroverlast, waterkwaliteit en bodemdaling.

Wateroverlast: Bij hevige neerslag of langdurig hoge waterstanden kan de capaciteit van het oppervlaktewatersysteem beperkt raken. Hierdoor wordt lozen door AWZI's soms moeilijker en kan druk op transport en gemalen toenemen. Dit kan leiden tot overstorten of tijdelijke verstoringen in de afvoer.

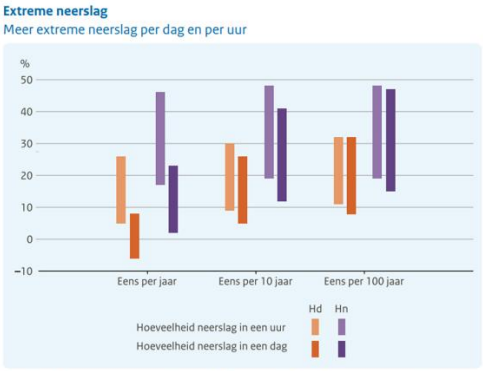
Waterkwaliteit: Processen in de waterketen beïnvloeden de waterkwaliteit, bijvoorbeeld via effluentlozingen of overstorten bij piekbuien. Waterkwaliteit is een thema waarin nu ook al normoverschrijdingen in het gebied plaatsvindt. Wanneer de zuivering tijdelijk minder goed presteert of wanneer meer overstorten plaatsvinden, neemt de belasting op het oppervlaktewater toe.

Bodemdaling: bodemdaling kan als directe oorzaak een (theoretisch) risico vormen voor leidingen en aansluitingen. Het leidt tot een aandachtspunt voor het assetmanagement van de afvalwaterketeninfrastructuur, met name in de stedelijke gebieden waar het afvalwater ingezameld wordt.

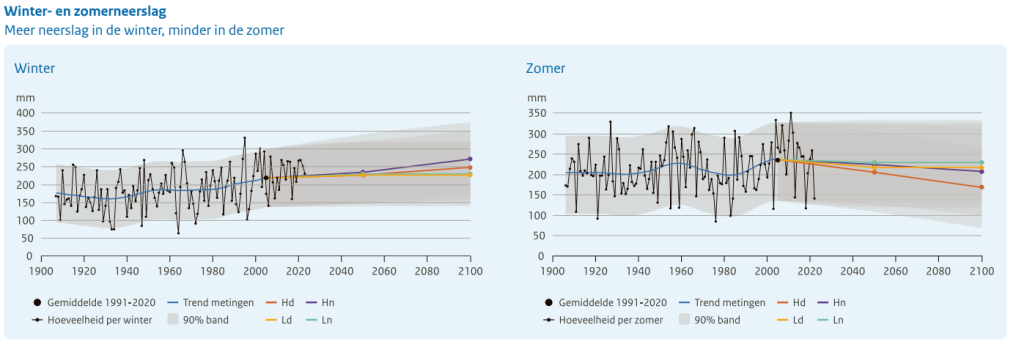
Een indirect effect van bodemdaling is dat bij gelijkblijvend oppervlaktewaterpeil de afstand tussen het lozingspunt en het oppervlaktewaterpeil afneemt. De afvoerpositie verslechtert ten opzichte van het oppervlaktewater. Hierdoor is de kans groter dat lozing beperkt wordt bij hogere waterstanden in geval van neerslag.

Termijn waarop het bereiken van grenzen te verwachten is
Nu: Alle AWZI's voldoen aan de effluentkwaliteit. Tegelijkertijd geldt voor alle zuiveringen dat het verwijderen van moeilijk verwijderbare stoffen een technische en financiële uitdaging blijft. Dit is met name van belang wanneer dergelijke stoffen in de toekomst aan de verplicht te verwijderen stoffen worden toegevoegd of wanneer normen strenger worden

Wateroverlast: de langzame toename van gemiddelde neerslag door klimaatverandering leidt niet tot problemen. Problemen ontstaan bij langdurige regen waardoor het systeem vol staat of bij het vaker optreden van piekbuien. Het KNMI publiceerde daarover het volgende als prognoses voor 2100:



Figuur 16. Bandbreedte van procentuele veranderingen van extreme dag- en uurneerslag in de zomer, volgens de hoge KNMI'23-klimaatscenario's rond 2100.



Figuur 13. Neerslaghoeveelheid in Nederland in de winter (links) en de zomer (rechts), landelijk gemiddeld: waarnemingen (zwart) en de vier KNMI'23-klimaatscenario's (2050 en 2100, in vier kleuren).

Deze kerncijfers zijn benut als indicaties voor het plaatsen van het bereiken van de gedefinieerde grens in de tijd.

De tijdshorizon waarop grenzen zich manifesteren werden als volgt ingeschat:

Nu:	Verwijdering van moeilijk afbreekbare en gevaarlijke stoffen vraagt grote investeringen
Nu tot 2050:	Weinig hogere gemiddelde winterneerslag volgens prognose KNMI 2023; grens nog niet in zicht
2100:	Scenario's laten een toename zien in gemiddelde neerslagen maar nog sterker in extreme buien. De kans dat inzamelingscapaciteit van het water in de verharde gebieden onvoldoende is,neemt toe. De Kerncijfers van het KNMI (KNMI, 2023) laten een toename zien van de gemiddelde huidige winterneerslag van circa 225 mm naar 225 mm (laag scenario) tot 240 mm (hoog scenario). De geprojecteerde variatie over de in de winterneerslag is groot: 150 mm tot 375 mm.

Dag- en uur neerslagen kunnen onder invloed van klimaatscenario's flink toenemen (KNMI, 2023). In droge scenario's kan de dag neerslag die gemiddeld elk jaar voorkomt nog iets afnemen, maar dag neerslagen die gemiddeld eens in 10 jaar voorkomen nemen toe met circa 5 tot 25%. Zeldzamere dag neerslagen die eens in 100 jaar voorkomen nemen toe met circa 8 tot 32 %. In natte scenario's zijn dit respectievelijk circa 3 – 23 % (eens per jaar), circa 12 – 41% (eens per 10 jaar) en circa 15 – 47% (eens per 100 jaar).
Uur neerslagen, die representatief zijn voor piekbuien, nemen onder invloed van droge scenario's toe van circa 6 – 26% (situaties die eens per jaar voorkomen) tot circa 11 - 31 % (situaties die eens per 100 jaar voorkomen). In natte scenario's is dit circa 18 – 46% voor situaties die eens per jaar voorkomen, oplopend tot circa 19% - 48% voor situaties die zeldzamer zijn en eens per 100 jaar voorkomen.

Oplossingsrichtingen
Voor de afvalwaterketen passen de meeste maatregelen bij de strategie Intensiveren. De afvoercapaciteit technisch onafhankelijk maken van slootpeilen is mogelijk.
Maar wanneer het water in de watergang zó hoog staat dat het maaiveld wordt bereikt, blijft de kernvraag bestaan waar het effluent dan nog verantwoord kan worden geloosd.

Maatregelen die passen bij de strategie Transformeren grijpen allereerst in op het verminderen van de lozing van stoffen. Het verlagen van de lozingen is een belangrijke oplossingsrichting, maar deze ligt buiten de invloedssfeer van het waterschap.
Verder zet deze strategie in op het vergroten van opvang- en bergingscapaciteit in de verharde gebieden (bijvoorbeeld met wadi's) zodat het water gelijkmatiger aangeboden wordt in de afvalwaterketen.

D.3 Resultaten voor thema Waterbeschikbaarheid

Mechanismen en onderliggende aannames voor goed functioneren
Het thema waterbeschikbaarheid kan niet los worden gezien van het gebruik van het water- en bodemsysteem. Het is het gebruik dat bepaalt of er voldoende water van voldoende kwaliteit beschikbaar is, of niet. De polders worden omringd door zoet oppervlaktewater en fysisch gezien is er geen probleem om van dat water gebruik te maken. In droge perioden is er echter sprake van dat er meer water door de gebruikers aan het Marker- en IJsselmeer gevraagd wordt dan dat er beschikbaar is. Er is dan een watertekort en niet iedereen kan krijgen wat hij vraagt. Er zijn dan afspraken op landelijk en regionaal niveau (Noord Nederland) over de bestemming van dit zoete water.

In het project zoetwaterbeschikbaarheid, onderdeel MKBA/'Brede welvaart analyse' zoekt het waterschap uit of grootschalige investeringen om doodlopende verzilte tochten ook door te kunnen spoelen doelmatig en efficiënt zijn. Dat is een teken dat het waterschap betwijfelt of het watersysteem per definitie voldoet: er is een grens bereikt.

In de kern zijn twee (samenhangende) mechanismen van belang in grenzen aan waterbeschikbaarheid. Watertekorten treden op door hoog neerslagtekort, maar ook door hoge zoutgehalten. Dat werkt zo: In droge perioden wordt beregend vanuit grondwater op plekken waar dat kan en uit het oppervlaktewater. Deze bronnen kunnen beide verzilten. Zout in het oppervlaktewater is pas een probleem als beregening nodig is. Andersom: zolang het neerslagtekort beperkt is, is beregening niet nodig en is zout in het oppervlaktewater geen probleem. Neerslagtekort is de aandrijvende factor.

In met name de Flevopolder worden hoge zoutconcentraties in het oppervlaktewater gemeten. Dit zoute water, afkomstig uit de oude zeebodem, wordt omhoog gevoerd door kwelwater en juist in de vaarten ten oosten en noordoosten van Lelystad en ten zuiden van Dronten bereikt dat het oppervlaktewater. Het waterschap heeft zich altijd ingespannen met slim water management om ervoor te zorgen dat dit water zich niet verder verspreidt en afgevoerd wordt via een noordelijke route, mede om verzilting van het Markermeer te voorkomen.

De onderliggende aanname is dat het waterschap in staat is om altijd te zorgen voor voldoende water van goede kwaliteit, ook als het gebruik steeds hogere eisen stelt, als de landelijke waterbeheerder een andere keuze maakt in de waterverdeling rondom het IJsselmeer en Markermeer en als de klimaatomstandigheden veranderen.

Beschrijving grenzen
Voor waterbeschikbaarheid zijn geen normen gedefinieerd, wel is er een Beleidsregel wateraanvoer. Die geeft de mogelijkheid aan het waterschap om wateraanvoer niet uit te breiden. Het waterschap heeft tot nu toe echter steeds geprobeerd om zo goed mogelijk voor voldoende water van voldoende kwaliteit te zorgen. Daarmee heeft het de verwachting gewekt dat daar altijd op gerekend kan worden. Voor de landbouw is de verwachting dat er altijd voldoende beregeningswater van voldoende kwaliteit beschikbaar is, voor de natuur is de verwachting dat het peil zo kan worden ingesteld en gehandhaafd dat de natuurfunctie optimaal wordt bediend.

Bij het niet voldoen aan de verwachting neemt de opbrengst van de landbouw af en mogelijk kunnen de vastgestelde natuurdoelen niet worden gehaald.

Trends in gebruik en fysica, doorvertaling naar drukfactoren
In het huidige systeem is er een discrepantie tussen de verwachtingen en wat het waterschap kan leveren. Zoutgehaltes zijn te hoog om te beregenen en enkele natuurgebieden hebben last van te lage grondwaterstanden. In het project Zoetwaterbeschikbaarheid, en daarbinnen de MKBA/Brede Welvaart analyse wordt onderzocht wat wel geboden kan worden.

De Noordoostpolder laat zoet water in vanuit het IJsselmeer. De Flevopolder maakt in principe gebruik van kwelwater, met natuurlijk speciale aandacht voor het gebied waar de zoutconcentraties in het oppervlaktewater hoog zijn. Incidenteel neemt de Flevopolder ook water in vanuit het IJsselmeer (Pezij et al, 2022). Op nationaal niveau worden afspraken ten behoeve van zoetwatervoorziening herijkt. Het is niet ondenkbaar dat zoetwatervoorziening ten behoeve van landbouw in de polders lage prioriteit krijgt en dat kan er toe leiden dat er in droge perioden onvoldoende water beschikbaar is voor doorspoeling en beregening.

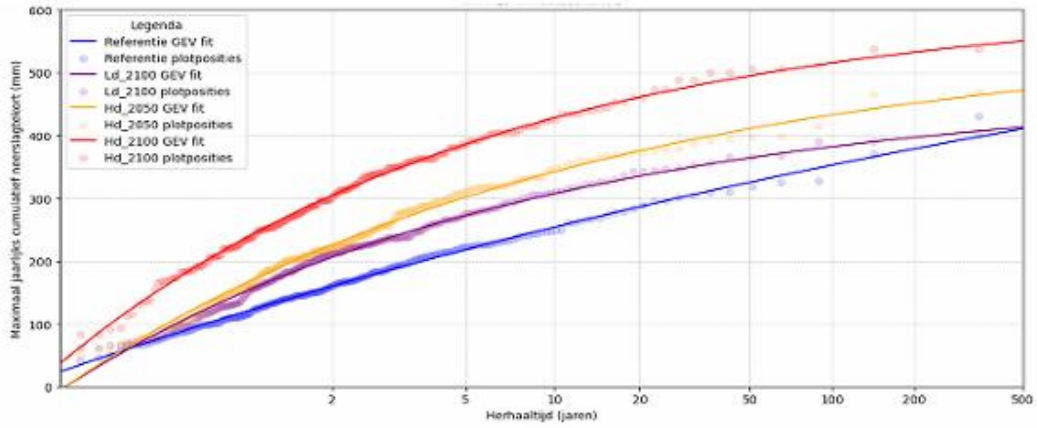
In de toekomst treden meer problemen op. Er is invloed door zowel klimaatverandering als verschuiving van het gebruik in de landbouw:

a) Door klimaatverandering worden hogere neerslagtekorten verwacht.
b) Door klimaatverandering wordt de beschikbaarheid van water op het IJsselmeer en Markermeer minder, doordat er minder smeltwater vanuit de Alpen naar ons land komt.
c) Bij hogere neerslagtekorten neemt de beregeningsvraag toe. Zoals hiervoor geschetst wordt de aanwezigheid van zout in het oppervlaktewater dan ook problematisch.
d) Door druk vanuit het gebruik (optimalisatie van de bedrijfsvoering, precisielandbouw en/of druk van de markt) kan de beregeningsvraag ook toenemen.
e) In gevallen van gedegenereerde bodem is het vochtvasthoudend vermogen achteruitgegaan; dergelijke bodems hebben eerder behoefte aan beregening.

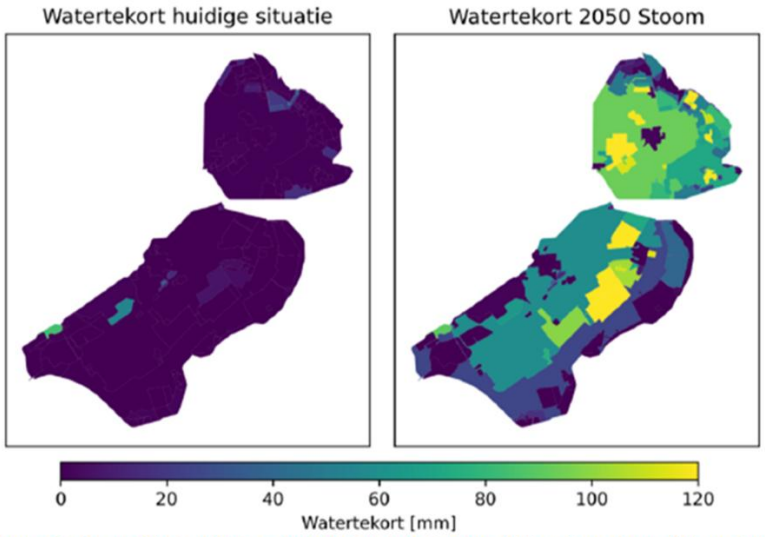
Vraag naar water en het aanbod van water lopen steeds verder uit elkaar. De manier waarop het land gebruikt wordt is dus ook bepalend in het bereiken van die grenzen. Er is een toename in beregeningsvraag te zien als trend over de afgelopen decennia. Terug bij de focus op fysica is neerslagtekort de belangrijkste aandrijver voor het bereiken van grenzen.

Reactie van het systeem op toenemende druk

Hogere neerslagtekorten door klimaatverandering in combinatie met druk op de zoetwatervoorziening vanuit het IJsselmeer (afhankelijk van landelijke afspraken en gevolgen van klimaatverandering) maakt dat de frequentie van mismatch van vraag en aanbod toeneemt. (Glas et al, 2025) publiceerde de volgende statistiek over het neerslagtekort onder invloed van klimaatscenario's.



In respons levert dat een vraag op aan IJsselmeerwater. Limiterende beschikbaarheid van IJsselmeerwater verschuift van eens per 15 jaar naar eens in de 5 jaar (horizon 2050), en het onmogelijk leveren van IJsselmeerwater kan oplopen naar eens in 10 tot 20 jaar (horizon 2050) (Pouwels et al., 2021).



Figuur 34: Verwachte jaarlijkse watertekorten in het oppervlaktewatersysteem bij een herhalingstijd van 50 jaar voor de huidige situatie en het Stoom-scenario.

Termijn waarop het bereiken van grenzen te verwachten is

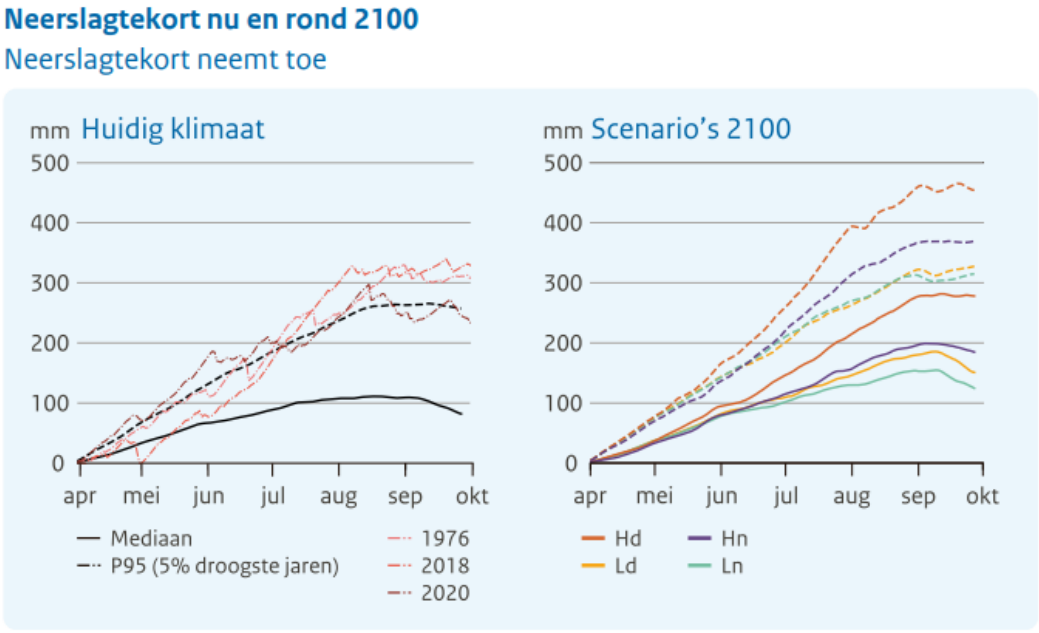
Op dit moment wordt niet aan verwachtingen voldaan. Een project over de zoetwaterbeschikbaarheid in Zuiderzeeland is gestart om te analyseren wat een haalbaar (en betaalbaar) niveau is.

Neerslagtekort is de belangrijkste drukfactor omdat die direct invloed heeft op de waterbehoefte en indirect invloed heeft op de zoutconcentratie van het oppervlaktewater.

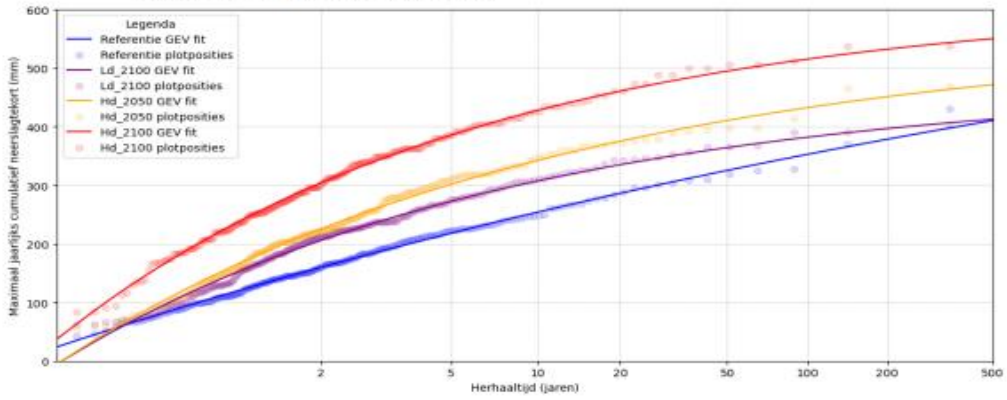
Neerslagtekorten vanuit de KNMI scenario's doorvertaald naar het watersysteem van de polders geven het volgende beeld voor het Hd scenario voor 2100:

- neerslagtekorten met een terugkeertijd van twee jaar worden een factor twee hoger
- neerslagtekorten met een terugkeertijd van 100 jaar worden een factor anderhalf hoger
- Een neerslagtekort dat nu eens in de honderd haar voorkomt, zou met dit scenario eens in de drie à vier jaar voorkomen.

Zie daarvoor onderstaande figuur, gepubliceerd door het KNMI respectievelijk STOWA 2025-23



Figuur 4 **Maximaal jaarlijks cumulatief neerslagtekort als functie van de geschatte herhalingstijd voor de onderzochte KNMI'23-scenario's (gemiddeld over Nederland)**



KNMI, 2023
(STOWA 2025-23

Oplossingsrichtingen
Bij de strategie Intensiveren horen maatregelen die de zoetwaterbeschikbaarheid laten meegroeien met de behoefte aan water. Die watervraag zal steeds groter worden omdat bij deze strategie ook een intensivering van landbouw en andere functies hoort. In deze strategie wordt ervoor gezorgd dat aan de bijbehorende hogere zoetwatervraag wordt voldaan.

Bij de strategie Transformeren hoort het omvormen naar ander gebruik zoals extensievere landbouw en het telen van gewassen die zouttolerant zijn.

D.4 Resultaten voor thema Wateroverlast

Mechanismen en onderliggende aannames voor goed functioneren
Water op het maaiveld door het buiten de oevers treden van water in de watergangen: Hoe ruimer het water- en bodemsysteem is ontworpen, hoe minder last van water op het maaiveld. De Noordoostpolder is dan ook gevoeliger voor wateroverlast dan de Flevopolder. Grondwaterstanden hoog: Bij aanleg van de polder werden de landbouwgebieden op een diepte van ongeveer 1 m gedraineerd. De drooglegging (afstand tussen maaiveld en streefpeil) is nog wat groter, in een groot deel van het gebied zelfs 1,5 tot 2 m. Zo kunnen de drains vrij afwateren op het de kavelsloten die in normale situaties droog staan, en die op hun beurt weer lozen op het oppervlaktewater. Bij het ontwerp van de polders is rekening gehouden met rijping en klink, maar niet met oxidatie van veen dat in de bodem aanwezig is. Dat veen is gaan oxideren. Daardoor daalt het maaiveld, terwijl de streefpeilen op hetzelfde niveau blijven liggen. De drooglegging wordt zo kleiner. De gevolgen daarvan zijn dat boeren moeilijker hun land op kunnen met zwaar materieel als het nat is (in voor- en najaar), en dat landbouwgewassen schade kunnen oplopen.

Het lijkt logisch om dan het watersysteem aan te passen. Daarmee wordt echter de bodemdaling door oxidatie van het veen versneld. Een negatieve spiraal is in werking gesteld.

Beschrijving grenzen
Voor wateroverlast door water op het maaiveld heeft de provincie normen afgegeven die een signaalfunctie hebben. Op het moment dat niet aan deze norm wordt voldaan gaat het waterschap samen met de gebiedspartners zoeken naar oplossingen. Daarmee is de functie van dit type (signaal) norm anders dan een wettelijke (bijvoorbeeld waterveiligheids-)norm. De norm voor wateroverlast is ingesteld op een kans van 1/50 per jaar voor landbouwgebieden en op een kans van 1/100 per jaar voor stedelijk gebied. Doordat de stedelijke gebieden in het verleden voor het bouwrijp maken zijn opgehoogd, wordt in stedelijk gebied conform deze norm voldoen de meeste stedelijke gebieden hier aan.

Schade door hoge grondwaterstanden in de landbouwgebieden begint in zware kleigronden op te treden bij een drooglegging van 1,2 tot 1,0 m, afhankelijk van de bodemsamenstelling en de lokale situatie. Of er schade optreedt of niet en hoe groot deze is, is afhankelijk van de bodem (type, gelaagdheid, verslemping) en van het gewas dat geteeld wordt.

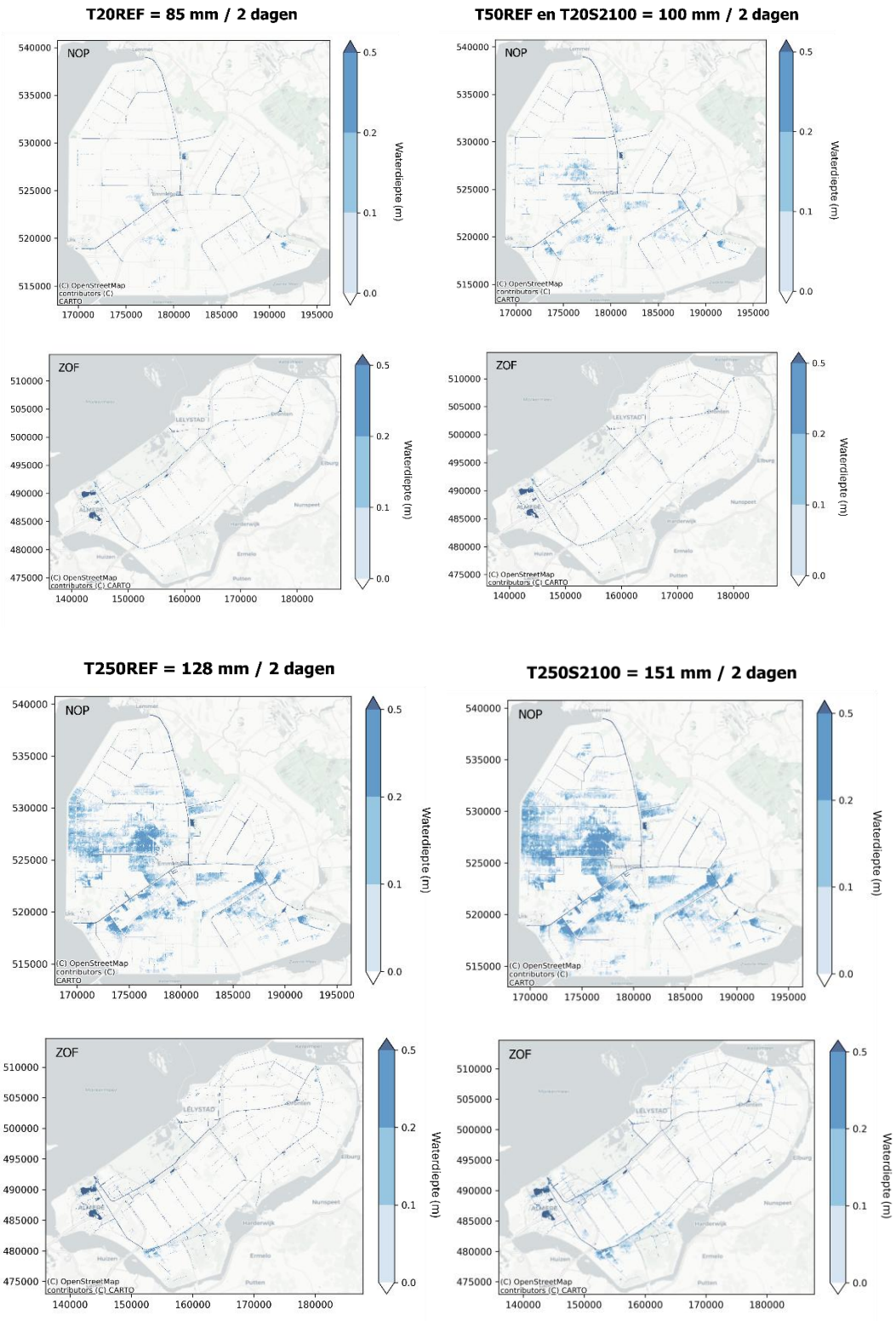
Trends in gebruik en fysica, doorvertaling naar drukfactoren
Voor het illustreren van het effect van veranderingen kijken we naar de effecten van hevige neerslag en naar de drooglegging.

Reactie van het systeem op toenemende druk

Om gevoel te krijgen voor de effecten van hoge of zelfs extreme neerslag zijn modelberekeningen gemaakt. Opgemerkt zij, dat de initiële conditie voor het inregelen van de modellen nat zijn en dat vervolgens een gemodelleerde forse bui van het twee dagen door het model wordt gehaald. Het watersysteem zit dus al vol voordat de bui valt. Dit is een conservatieve aanname en betekent dat de kans op wateroverlast in werkelijkheid kleiner is dan de herhalingstijd van de gemodelleerde neerslag.

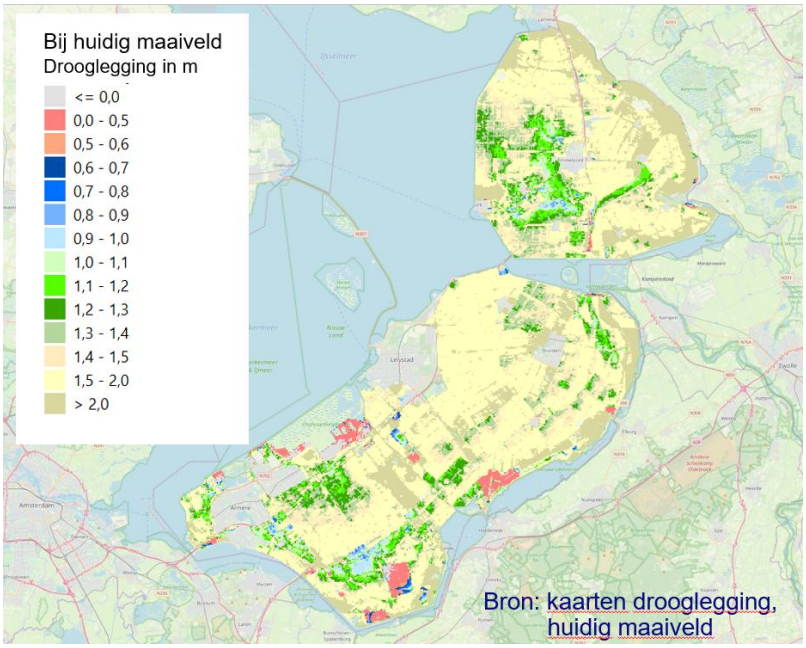
In deze conservatieve berekeningen komt bij een neerslag van 85 mm in 2 dagen (T20 neerslag) bij 700 ha water op het maaiveld door het buiten de oevers treden van sloten en vaarten. Bij 100 mm in 2 dagen (T50 neerslag) gaat het om 2000 ha, bij 128 mm in 2 dagen (T250 neerslag) 7000 ha, en bij een extremer scenario van 151 mm in 2 dagen (T750 neerslag) gaat het om naar schatting 36000 ha.



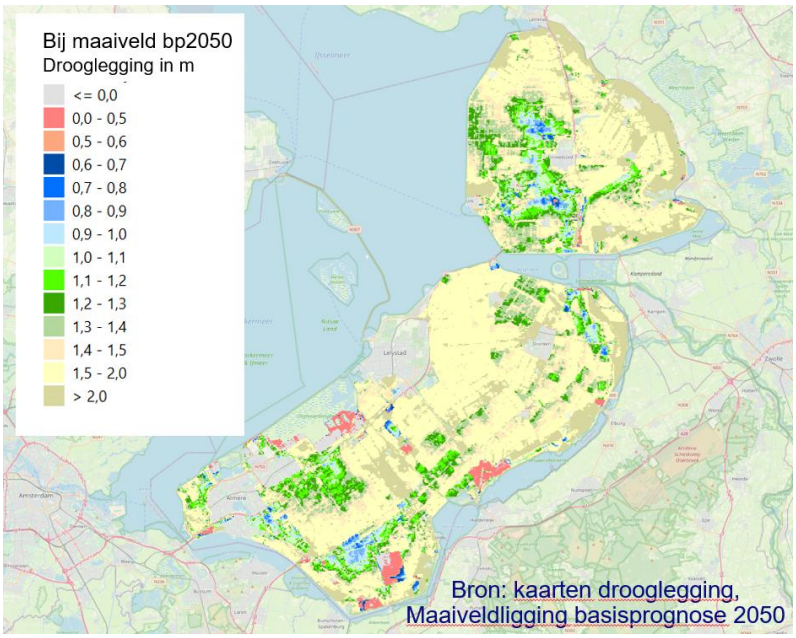


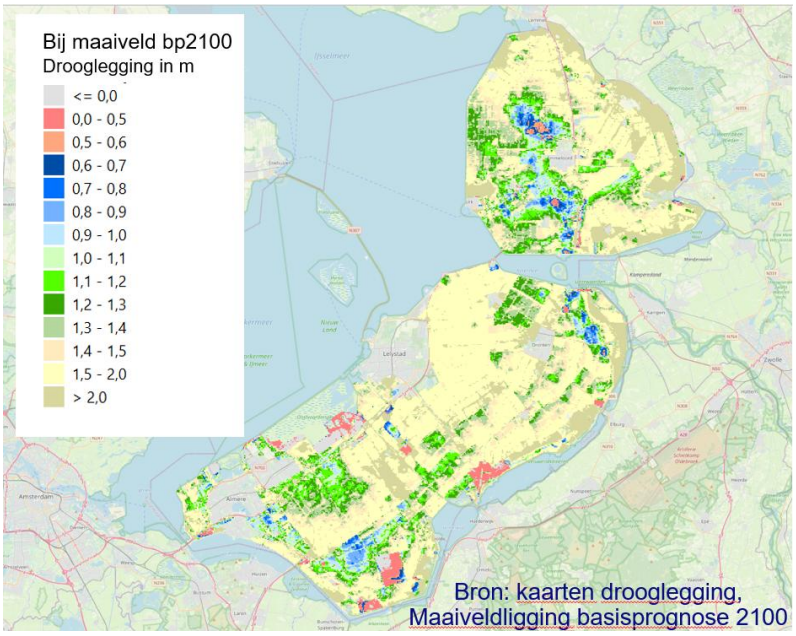
Drooglegging is in beeld gebracht op kaart. Het waterschap ziet gebieden met een drooglegging van 0,6 tot 0,8 m als gebieden in de “gevarenzone”, gebieden met een drooglegging tussen 0,8 m en 1,0 m als gebieden waar drooglegging problematisch kan zijn en gebieden met een drooglegging tussen 1 en 1,2 m als gebieden die in de gaten gehouden moeten worden.

In de huidige situatie gaat het om de volgende oppervlakten landbouwgebied die feitelijk al last hebben of kunnen hebben van wateroverlast door weinig drooglegging (9500 ha):
0,6 - 0,8 m drooglegging: 500 ha (0,6% van het totaal areaal landbouwgebied)
0,8 - 1,0 m drooglegging: 2000 ha
1,0 - 1,2 m drooglegging: 7000 ha



Onder invloed van bodemdaling nemen deze oppervlakten toe. Bij prognoses voor bodemdaling zijn de oppervlakken per klasse:
0,6 - 0.8 m drooglegging: 900 ha (2050) en 1800 ha (2100)
0,8 - 1,0 m drooglegging: 4000 ha (2050) en 5000 ha (2100)
1,0 - 1,2 m drooglegging: 9000 ha (2050) en 10.000 ha (2100)





Bron: kaarten drooglegging, Maaiveldligging basisprognose 2100

Het gebied dat of dit moment weinig drooglegging kent is dus 9500 ha (500 + 2000 + 7000 ha). In 25 jaar tijd neemt dat toe naar 13.900 ha en 50 jaar later is het oppervlak verder toegenomen naar 16.800 ha.
Het gebied in de echte gevarenzone (drooglegging 0,6 – 0,8 m) verdubbelt twee keer: van 500 naar 900 ha tussen nu en 2050 (in 25 jaar) en naar 1800 ha in 2100 (in 50 jaar tijd).
Het ziet er dus naar uit dat de afname van de drooglegging afzwakt in de loop van de tijd.

Termijn waarop het bereiken van grenzen te verwachten is
Voor zowel wateroverlast en effecten van bodemdaling ligt de grens in het verleden, zoals blijkt uit het voorgaande.

De verwachting is dat de neerslagstatistiek als volgt verschuift:
In 2100 zal een bui van 100 mm in 2 dagen 2,5 keer zo vaak voorkomen als nu; van een T50 neerslag wordt het een T20 neerslag.
Datzelfde gaat op voor de extremere buien: een bui van 128 mm in 2 dagen is nu een T250 neerslag maar de schatting is dat deze in 2100 eens in de honderd jaar zal voorkomen (T100 neerslag).
Het blijven extreme neerslagsituaties, we kunnen echter wel verwachten dat een mens dit in zijn leven zal meemaken. En dat volgende generaties het een paar keer in hun leven zullen meemaken. De grootste toename van schade door te kleine drooglegging zal tot 2050 plaatsvinden, daarna lijkt het effect af te zwakken.

Oplossingsrichtingen
Bij de strategie Intensiveren hoort het verruimen van de aanvoercapaciteit naar sloten en vaarten en het vergroten van gemaalcapaciteit. Op den duur is vanwege betrouwbaarheid en redundantie in het systeem te verwachten dat pompen dubbel uitgevoerd gaan worden. Het probleem van te kleine drooglegging kan met technische oplossingen worden gepareerd door extra peilgebieden in te richten en die te voorzien van voldoende drooglegging. Zie echter ook paragraaf 3.

Bij de strategie Transformeren horen keuzes zoals het aanpassen van de functie in het gebied aan het oppervlaktewaterpeil c.q. de drooglegging.

D.5 Resultaten voor thema Waterveiligheid

Mechanismen en onderliggende aannames voor goed functioneren
Waterveiligheid garanderen met waterkeringen is goed verankerd in het huidige bestel. Dat is in lijn met de bevindingen van het kennisprogramma zeespiegelstijging (“het lijkt technisch mogelijk om Nederland tot 3 meter zeespiegelstijging te blijven beschermen tegen overstromingen als we de huidige aanpak opschalen ”). Maar het vraagt om grote inspanning en ingrijpende maatregelen: hogere en bredere dijken, en meer pompen in de Afsluitdijk en voor het afvoeren van neerslag ook meer pompen of ook in de dijken om de polders te ontwateren (zie ook Thema wateroverlast). Vanaf 1 meter zeespiegelstijging is spuien onder vrij verval op de Afsluitdijk niet meer mogelijk en moet al het water via pompen afgevoerd worden

Voor de dijkversterkingen zijn ruimte, grondstoffen en geldnodig. De maatschappelijke offers zijn dan ook groot.

Het vertrouwen is dat Nederland blijft investeren in waterveiligheid, dat de solidariteit voor het dragen van de kosten op peil blijft en dat er ruimte (zowel fysiek als in tijd en geld) blijft voor nieuwe dijkversterkingsrondes ruimte blijft. Dit wordt gezien als essentieel voor onze kredietwaardigheid als land met AAA status.

Beschrijving grenzen
Waterveiligheid garanderen met waterkeringen is goed verankerd in het huidige bestel.
De hieronder beschreven trajecten gelden voor Zuiderzeeland. De gevolgen van een doorbraak van een traject aan de westkant is veel groter dan dat van een traject dat in de luwte ligt, aan de oostkant. Meestal is de maatschappelijke kosten-baten analyse (MKBA) bepalend geweest als argumentatie voor het bepalen van het normniveau. Alleen bij traject 7-2 in de Noordoospolder is ook het lokaal individueel risico (LIR) van belang.

Traject	**Gevolgen bij doorbraak (2011)**	**Norm**
7-1	9400 getroffenen, 4 slachtoffers. Economische schade 630 miljoen Euro	1/1000 ondergrens, 1/3000 signaleringswaarde. MKBA is bepalend voor de norm
7-2	51.000 getroffenen, 200 slachtoffers. Economische schade 8.300 miljoen Euro	1/1000 ondergrens, 1/3000 signaleringswaarde. LIR en MKBA zijn bepalend voor de norm
8-1	150.000 getroffenen, 410 slachtoffers. Economische schade 15.000 miljoen Euro	1/10.000 ondergrens, 1/30.000 signaleringswaarde. MKBA is bepalend voor de norm
8-2	150.000 getroffenen, 480 slachtoffers. Economische schade 16.000 miljoen Euro	1/10.000 ondergrens, 1/30.000 signaleringswaarde. MKBA is bepalend voor de norm
8-3	250.000 getroffenen, 580 slachtoffers. Economische schade 26.000 miljoen Euro.	1/10.000 ondergrens, 1/30.000 signaleringswaarde. MKBA is bepalend voor de norm
8-4	250.000 getroffenen, 580 slachtoffers. Economische schade 26.000 miljoen Euro.	1/10.000 ondergrens, 1/30.000 signaleringswaarde. MKBA is bepalend voor de norm

Traject	**Gevolgen bij doorbraak (2011)**	**Norm**
8-5	17.000 getroffenen, 5 slachtoffers. Economische schade 1.100 miljoen Euro	1/1.000 ondergrens, 1/3.000 signaleringswaarde. MKBA is bepalend voor de norm
8-6	17.000 getroffenen, 5 slachtoffers. Economische schade 1.100 miljoen Euro.	1/1.000 ondergrens, 1/3.000 signaleringswaarde. MKBA is bepalend voor de norm
8-7	9.500 getroffenen, 4 slachtoffers. Economische schade 1.000 miljoen Euro.	1/1.000 ondergrens, 1/3.000 signaleringswaarde. MKBA is bepalend voor de norm

De gehanteerde evacuatiefractie voor de polders was 0,44 en dat is vrij hoog als we in overweging nemen dat de kans op falen van de kering met name wordt bepaald door stormcondities. Het ontwerp van de keringen is daarop aangepast.
Voorgaande tabel maakt vooral helder hoe zeer het van belang is voor het leven en werken in de polder om de waterveiligheid goed op orde te hebben.

Bij toenemende druk door klimaatverandering (zeespiegelstijging) moet al het water dat afgevoerd moet worden, via pompen uitgeslagen worden. Falen van de pompen op de Afsluitdijk kan leiden tot het stijgen van het IJsselmeerpeil. Als het systeem faalt, dan zijn de gevolgen voor Zuiderzeeland groot. Zowel de buitendijkse als binnendijkse gebieden zijn dan kwetsbaar. Daarom is het te verwachten dat pompen redundant (dubbel) uitgevoerd worden. Vanaf 1 m zeespiegelstijging moeten de pompen al het water uitslaan; spuien is niet meer mogelijk.

Buitendijkse gebieden in dit gebied zijn soms (en dat is uniek in Nederland) genormeerd, maar hebben een veel lager beschermingsniveau (ordegrootte 1/15 per jaar) dan de binnendijkse gebieden. Ze staan onder invloed van meerpeil en stormopzet dus extra peilopzet werkt voor deze gebieden direct door. Een beleidsbeslissing om het peil op te zetten om mee te groeien met de zeespiegelstijging of om een zoetwaterbuffer te creëren werkt dan ook direct door voor deze gebieden, vooral omdat het niet alleen gaat over het gemiddelde meerpeil maar ook over scheefstand en golven door een storm.

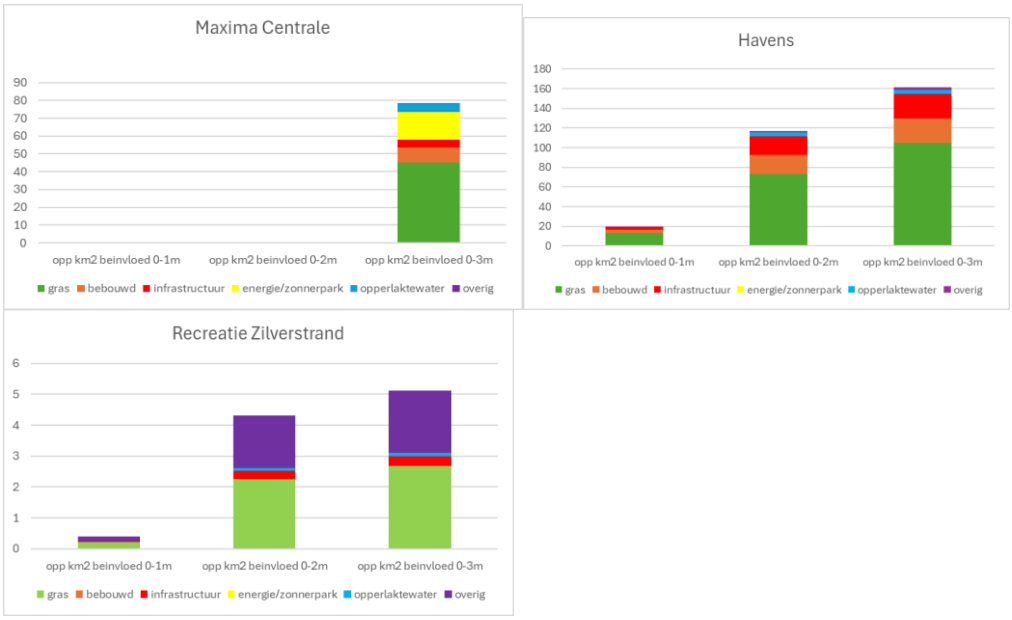
Binnendijkse gebieden
Zeespiegelstijging maakt de binnendijkse gebieden kwetsbaarder, omdat ze afhankelijk worden van grote pompen in de Afsluitdijk, die het IJsselmeerpeil moeten reguleren. Als het meerpeil niet gegarandeerd kan worden, kan dit een trigger zijn voor verdere dijkversterking en dijkverbreding: 1 m meer dijkhoogte vraagt om minstens 6 m verbreding plus desgewenst bermen voor stabiliteit en het tegengaan van piping. Voorlopig is er in Zuiderzeeland nog veel ruimte voor de dijken. Het is wel een aandachtspunt bij gebiedsontwikkeling en in de buurt van steden.
Naast nationale keuzes over het meerpeil neemt de kwetsbaarheid van binnendijks gebied toe door sociaal-economische ontwikkeling.

Een primaire dijkdoorbraak in het gebied zou nu al tot grote economische schades leiden. Veel mensen worden getroffen. In de berekeningen die onder de norm liggen is een evacuatiefractie van 0,44 toegepast om rekening te houden met vluchten (verticaal evacueren) en evacueren. Vanaf ongeveer 5-6 meter water zijn deze verticale evacuatie mogelijkheden beperkt. Als er in de toekomst tot grote meerpeilstijgingen wordt besloten om daarmee mee te groeien met de stijging van de zeespiegel dan zou dit aspect meegenomen moeten worden in nieuwe slachtofferberekeningen. Het LIR kan dan veel hoger zijn.

Trends in gebruik en fysica, doorvertaling naar drukfactoren
Voor waterveiligheid is de belangrijkste drukfactor de stijging van het IJsselmeerpeil, als gevolg van zeespiegelstijging.

Dit is afhankelijk van beleidsbeslissingen hoe om te gaan met het IJsselmeerpeil in het licht van de zeespiegelstijging. Bij stijging van 1 m van de zeespiegel is het niet meer mogelijk om te spuien dus zal al het af te voeren water weggepompt moeten worden. Met een iets hoger IJsselmeerpeil kan het moment waarop die situatie optreedt uitgesteld worden. De keerzijde is dat de overstromingsrisico's van de gebieden rond het IJsselmeer toenemen, dus dat er een nieuwe ronde dijkversterkingen nodig zal gaan zijn.

Reactie van het systeem op toenemende druk
Buitendijks:
De Maxima centrale krijgt last van het water bij waterstanden tussen 2 en 3 meter. De havens en recreatiegebieden beginnen eerder onder te lopen bij niveaus tussen 1 en 2 meter. In de analyse is het verder verbeteren van de bescherming van de buitendijkse gebieden niet beschouwd.



Figuur D-14 Blootstelling buitendijkse gebieden bij stijging meerpeil

Binnendijks:
De overstromingsscenario's laten zien dat de Flevopolders, verdeeld door de Knardijk en afhankelijk waar de doorbraak is, in het zuidelijke deel òf in het noordelijke deel geheel onder water komen te staan. Dat geldt ook voor de Noordoostpolder bij een doorbraak aan de westzijde. Het overstroomde oppervlak neemt niet toe, de diepte wel. Daardoor zal de schade bij hogere overstromingsdiepten iets toenemen.
Er is een grens bij 5 – 6 m overstromingsdiepte omdat mensen dan niet meer naar boven kunnen vluchten (verticaal evacueren); dan neemt het aantal slachtoffers extra toe.

Termijn waarop het bereiken van grenzen te verwachten is
In lijn met de conclusies van het kennisprogramma zeespiegelstijging en onder de aanname dat het huidige bestel voor waterveiligheid gehandhaafd blijft, zien we dat de dijken van Zuiderzeeland kunnen meegroeien met de ontwikkelingen. De dijkversterkingsopgave hangt samen met keuzes voor te handhaven meerpeil (meegroeien met de zeespiegel of niet) en daarbij behorende realisatie van pompcapaciteit op de Afsluitdijk.
Wel zitten hier consequenties aan vast: hoge kosten en toename van kwetsbaarheid. Verder is een aandachtspunt bij het bereiken van overstromingsdiepten meer dan 5-6 m bij een dijkdoorbraak. Dan wordt de kwetsbaarheid veel groter en zou de voorheen toegepaste evacuatiefractie herbeschouwd moeten worden.

Oplossingsrichtingen
In de strategie Intensiveren horen technische oplossingen horend bij laag 1 van de meerlaagsveiligheidsbenadering (preventie) zoals het aanleggen van hogere en bredere dijken, en het vergroten van pompcapaciteit op de Afsluitdijk. Desgewenst, als het IJsselmeerpeil onvoldoende gehandhaafd kan worden, kan ook ingezet worden op het beschermen van de buitendijkse gebieden. Inzetten op preventie houdt in dat bij zeespiegelstijging er een robuust en redundant pompen- en gemalensysteem op de Afsluitdijk moet worden gebouwd met zeer kleine kans op falen, en dat dijken robuust moeten worden aangelegd (denk aan taaie dijken die niet plotseling kunnen doorbreken en langzame bresgroei hebben).
Omdat de maatschappelijke kosten hiervan hoog zijn, is te overwegen om bij dijkversterkingen ook meteen maatschappelijke meerwaarde te creëren door meteen te investeren in biodiversiteit (bijvoorbeeld inzetten op nature based solutions in de vorm van voorlanden en vooroevers). Dit is een mengvorm van Intensiveren en Transformeren.
Als puur wordt ingezet op laag 1, neemt de kwetsbaarheid van het gebied en de mogelijke gevolgen van overstromingen toe. Of dat acceptabel is, is een politieke keuze.

De strategie Transformeren redeneert vanuit het verminderen van de kwetsbaarheid van het gebied. Met de inrichting van de polders wordt ingezet op het implementeren van meerlaagsveiligheid en dan met name ruimtelijke inrichting (laag 2), crisismanagement (laag 3) en, geleend van de beleidstafel wateroverlast, herstelcapaciteit (laag 4). Daarmee worden ontwikkelingen als het verder doorstijgen van meerpeilen en het lokaal doorzetten van bodemdaling gemitigeerd. Het is dan ook zinnig om meerlaagsveiligheid integraal te adopteren en te werken aan waterveiligheidslandschappen.
Investeren in laag 3 (crisismanagement) heeft in het geval van Zuiderzeeland zijn beperkingen. Waarschijnlijk zijn oorzaken van het falen van keringen bij Zuiderzeeland door stormopzet. Dan zijn bresbeperkende maatregelen zoals nooddammen of noodkeringen, big-bags (die per helikopter moeten worden ingevlogen) geen optie omdat helikopters niet mogen vliegen bij storm.
Hoe meer zeespiegelstijging, hoe meer kans dat er naast economische gevolgen ook menselijke slachtoffers zullen zijn. Dit kan mogelijk deels opgevangen worden door ook laag 2-3 maatregelen in te zetten. Bouwen in hogere delen van de polder, of waterbestendig bouwen zijn opties, wat in combinatie met evacuatie plannen kan worden ingezet.
Ook kan worden overwogen om meer compartimenten in de polder aan te leggen. Dat vraagt zorgvuldige analyse, want compartimentering kan ook leiden tot het creëren van “badkuipen” die snel vollopen; een reden voor hoog overlijdensrisico.

E Plannen voor de polders

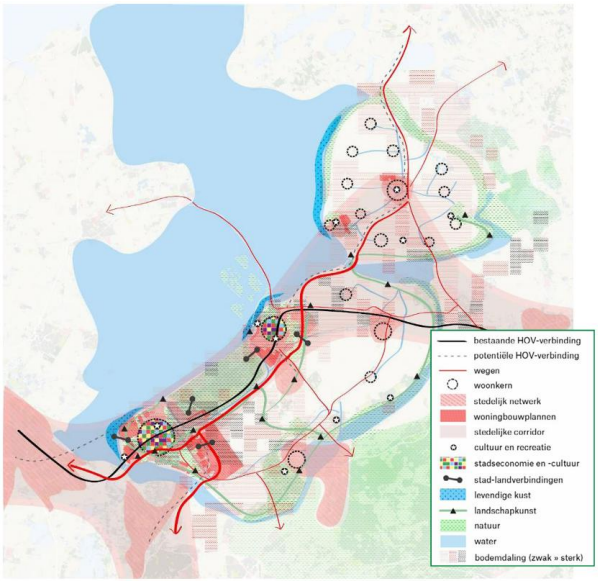
In de provincie Flevoland loopt een proces om de oude omgevingsvisie (Flevoland Straks) te vernieuwen naar de Omgevingsvisie Blik op de toekomst. Deze bijlage geeft samenvatting van wat er op het moment van schrijven van dit rapport (april 2026) in deze nieuwe omgevingsvisie staat wat daar op dit moment, april 2026, in staat.

E.1 Omgevingsvisie Flevoland, een tussenstand samengevat

De provincie Flevoland, het Rijk, de zes Flevolandse gemeenten en Waterschap Zuiderzeeland werken langdurig samen aan de ruimtelijke ontwikkeling van Flevoland. De Strategische Agenda (Provincie Flevoland, 2022) beschrijft het gezamenlijke toekomstbeeld voor 2050 en de afspraken om dat te bereiken. Daarbij staat de fysieke leefomgeving centraal, maar altijd in samenhang met sociale en economische ontwikkelingen, zodat alle maatregelen bijdragen aan brede welvaart voor de inwoners.

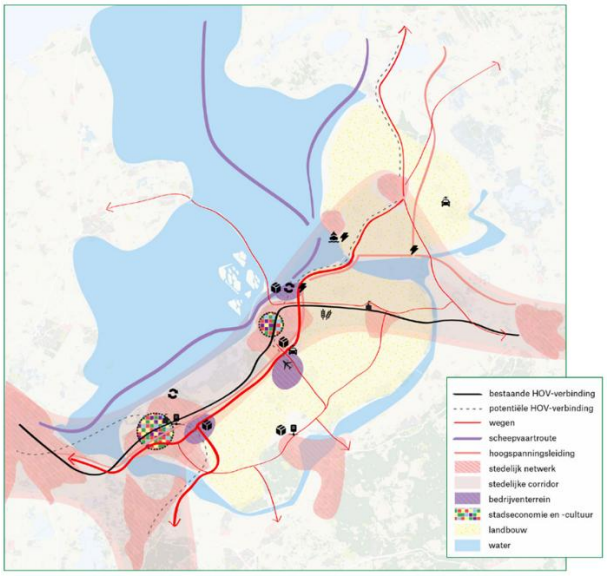
Het gezamenlijke perspectief is dat Flevoland in 2050 een aantrekkelijke regio is met levendige steden en dorpen, goede voorzieningen, een divers woningaanbod en een sterke kennis- en energie-infrastructuur. De economie floreert, met duurzame activiteiten en sterke regionale clusters, terwijl water, bodem, klimaat en biodiversiteit bepalend zijn voor ruimtelijke keuzes. Om dat te realiseren werken de overheden langs drie ontwikkelpijlers: a) vitale steden en dorpen, b) een toekomstbestendige economie en c) een robuust natuurlijk fundament.

Voor *vitale steden en dorpen* (Figuur E-15) is het belangrijk dat Flevoland niet alleen voldoende woningen bouwt, maar woonomgevingen creëert die divers, duurzaam en inclusief zijn. Bereikbaarheid, onderwijs, voorzieningen, werkgelegenheid en landschap zijn daarbij randvoorwaarden. Ook bestaande wijken vragen om vernieuwing, gericht op leefbaarheid, klimaatadaptatie en sociale samenhang.



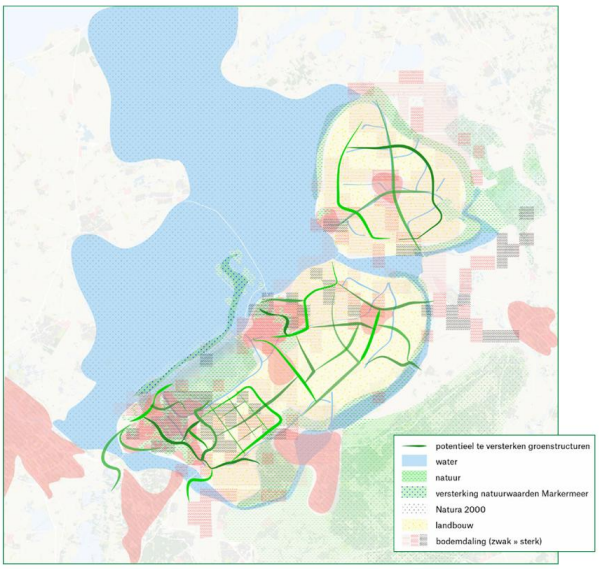
Figuur E-15 Schetsmatig toekomstbeeld van Flevoland met vitale steden en dorpen. Concept schets uit omgevingsvisie van de provincie (Provincie Flevoland, 2022)

Een *toekomstbestendige regionale economie* (Figuur E-16) vraagt om meer balans tussen wonen en werken. Flevoland heeft sterke economische sectoren, zoals voedselverwerking, logistiek, maakindustrie, ICT en vrijetijdseconomie, en wil deze versterken met duurzame groei, circulariteit, digitalisering en innovatie. De provincie wil vooroplopen in natuur-inclusieve landbouw en duurzame visserij, en investeert daarom in onderwijs en kennisontwikkeling om bedrijven en talent aan te trekken.



Figuur E-16 Schetsmatig toekomstbeeld van Flevoland met sterke regionale economie, Concept schets uit omgevingsvisie van de provincie (Provincie Flevoland, 2022)

Het *natuurlijk fundament van bodem, water en biodiversiteit* (Figuur E-17) staat onder druk met onder andere bodemuitputting en biodiversiteitsverlies tot gevolg. Tegelijkertijd vormt het de basis onder alle ruimtelijke keuzes. Daarom wordt bij ontwikkeling nadrukkelijk rekening gehouden met de grenzen van dit fundament. Niet overal kan alles, en soms moet bestaand ruimtegebruik worden aangepast. Tegelijkertijd ontstaan kansen voor natuur-inclusieve verstedelijking en aantrekkelijkere landschappen, waardoor de leefomgeving van inwoners sterker, groener en toekomstbestendig wordt.

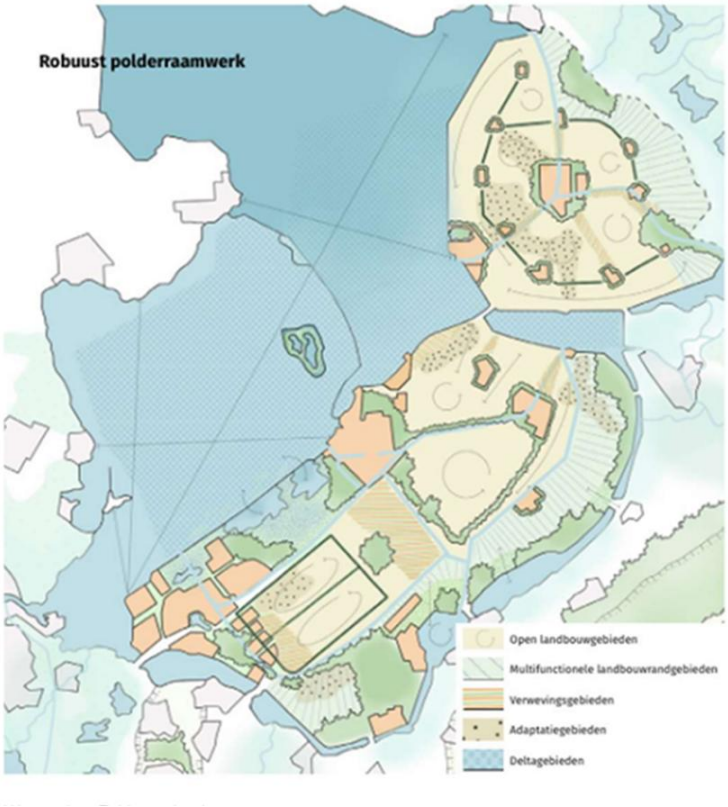


Figuur E-17 Schetsmatig toekomstbeeld voor Flevoland met een duurzaam natuurlijk fundament, Concept schets uit omgevingsvisie van de provincie (Provincie Flevoland, 2022)

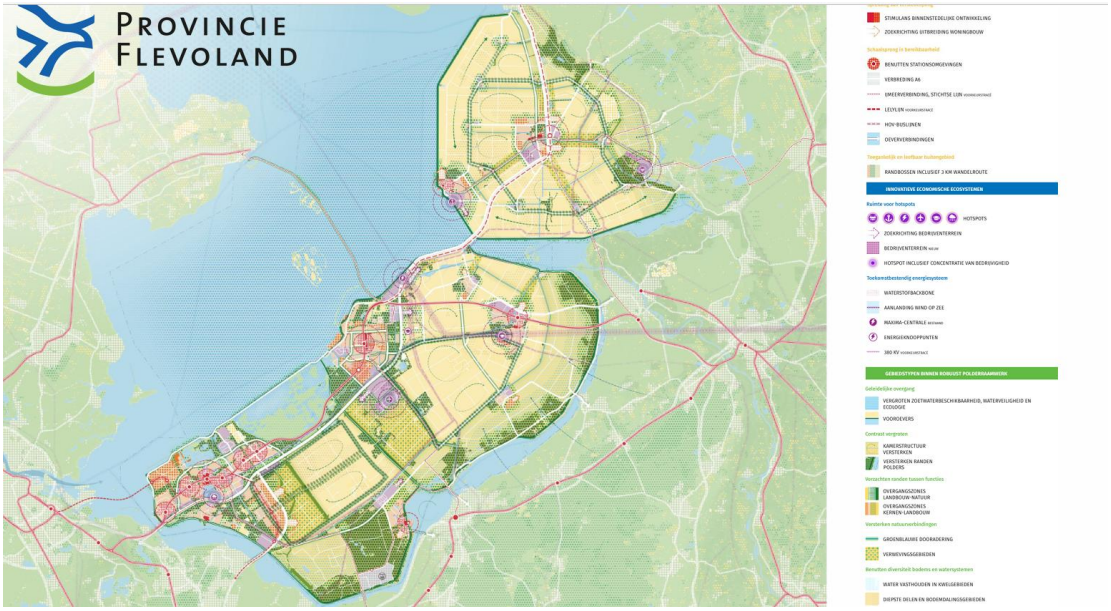
Uit bovenstaande blijkt dat de toekomstige stedelijke ontwikkelingen zich juist in de laagste delen van de polder concentreren. Inmiddels zijn er echter wel nieuwe inzichten over locaties met bodemdaling. Ook blijkt dat landbouwgronden voorzien zijn in regio's met zout oppervlaktewater.

E.2 Eerste indruk vernieuwing omgevingsvisie provincie

De provincie Flevoland is bezig om de omgevingsvisie te vernieuwen. Daarin lijkt al meer aandacht te zijn voor het water- en bodemsysteem als fundament onder ruimtelijke keuzes. Onderstaand beeld uit de ontwerp omgevingsvisie die in april 2026 in de vergadering van Provinciale Staten geagendeerd is Figuur E-18.



Figuur E-18 Beeld robuust polderraamwerk, in ontwikkeling, Concept schets uit omgevingsvisie van de provincie (Provincie Flevoland, 2026)



Figuur E-19 Samenhangend beeld - discussiestuk ontwerp omgevingsvisie

Het is nog prematuur om aan dit Robuuste Polder raamwerk conclusies te verbinden, behalve dat we zien dat gedacht wordt aan inbreiden en intensiveren van stedelijke gebieden om daarmee ruimte open te houden voor landbouw en ook een plek te geven aan een natuurlijker omgeving in verwevingsgebieden. De dorpen krijgen ook een functie in de verstedelijking volgens dit raamwerk.
Verder zien we dat bodemdalingsgebieden worden gemarkeerd als gebieden met een adaptatieopgave – de landbouwfunctie blijft echter onveranderd. Drooglegging- en zoutproblematiek lijken niet meegenomen te zijn.
Onduidelijk is hoe waterkwaliteit en ecologie(herstel) een plek hebben in dit robuuste polderraamwerk; wellicht krijgt dat ruimte in de beoogde verwevingsgebieden.

In het polderraamwerk worden ook ruimtelijke ontwikkelingen voorzien op en rond de waterkering. Daarmee wordt ingezet op multifunctionele waterkeringen en waterkeringszones ten behoeve van de waterveiligheid van de polder. Het waterveiligheidsbeleid is er op gericht om kapitaalintensieve ontwikkeling op en nabij keringen te weren. Mogelijkheden zitten vooral in het inrichten van de beschermingszones als onderdeel van de openbare ruimte, een impuls aan biodiversiteit door ander beheer etc.

E.3 Gemeentelijke omgevingsvisies

De meeste groei van de provincie vindt plaats in de steden Almere en Lelystad. Hierbij wordt bij Almere de stedelijke woningbouw doorgetrokken naar het oosten van de stad, waarbij ook over de gemeentegrenzen wordt gebouwd (ten noorden van de A27). Dit is vergelijkbaar met de plannen uit de Omgevingsvisie van Almere (Figuur D.6, links). Bij Lelystad zien we dat de woningbouw met name aan de zuidkant van de stad plaats zal vinden, dit is vergelijkbaar met het concept visiekaart 2050 (Figuur D.6 rechts).



Figuur E-20 Omgevingsvisies van Almere (rechts) en Lelystad (links)

F Begrippenlijst

Begrip	Uitleg
Doorspoeldebiet	Een doorspoeldebiet is het volume water dat per seconde door een kanaal, rivier of polder stroomt om het water te verversen. Het helpt om de waterkwaliteit op niveau te houden en zout water te verdunnen en af te voeren.
First Flush	Als het lang droog is geweest, hopen verontreinigende stoffen zich op op verhard oppervlak. Met de eerste regenbuien spoelt dat in een keer weg. Dit leidt tot hoge concentraties vervuilende stoffen in oppervlaktewater en riolen.
Grenzen	In dit project is de term grens gedefinieerd als de situatie dat de condities zodanig veranderd zijn dat de huidige strategie van het waterschap niet meer toereikend is om de doelstellingen te halen. Op dat moment zullen andersoortige, veelal ingrijpende maatregelen nodig zijn (WKR, 2025).
Hoofdwatersysteem	Het netwerk van met elkaar in verbinding staande oppervlaktewateren (grote rivieren, kanalen, grote meren, zee). In het geval van Zuiderzeeland zijn IJsselmeer, Markermeer en de randmeren van belang (WKR, 2025).
Indikking	Deze term wordt gebruikt voor toename van concentraties stoffen in het water, door verdamping.
Intensiveren	Extra maatregelen treffen om de bestaande gebruiksfuncties van een gebied te behouden (WKR, 2025).
Lock-in	Het niet maken van keuzes of het maken van verkeerde keuzes kan leiden tot een lock-in: een situatie waarin het moeilijk of kostbaar wordt om over te stappen naar een andere strategie (WKR, 2025).
Padafhankelijkheid	Padafhankelijkheid verwijst naar de wijze waarop gebeurtenissen en beslissingen uit het verleden doorwerken in gebeurtenissen en beslissingen in de toekomst. Sommige uitkomsten kunnen daardoor vast komen te liggen, ook al zijn die niet het meest efficiënt of optimaal (WKR, 2025).
Richtinggevende keuzes	Keuzes die nodig zijn om voor de lange termijn ontwikkelingen in gang te zetten. Richtinggevende keuzes zijn er voor mitigatie, adaptatie en andere maatschappelijke opgaven. Samen bepalen zij de oplossingsruimte voor volgende keuzes, door deze ruimte te vergroten, te verkleinen of te verschuiven (WKR, 2025).
Systeem	Een systeem is een samenhangend geheel van op elkaar inwerken de onderdelen.
Systeemanalyse	Een systeemanalyse onderzoekt van een geheel om te zien hoe de losse delen en de omgeving met elkaar samenwerken.
Systeemperspectief	Een systemperspectief voorkomt dat een vraagstuk te nauw wordt afgebakend en dat er geen rekenschap wordt gegeven van interacties en samenhang. Een keuze op systeemniveau beïnvloed andere onderdelen binnen hetzelfde systeem, of daarmee verbonden systemen. Zo kan de keuze om in een bepaald gebied woningbouw te ontwikkelen leiden tot een extra opgave voor waterafvoer.
Systeemkeuzes	Keuzes die ingrijpen op het functioneren van een systeem. In het geval van Zuiderzeeland gaat het om het water- en bodemsysteem in relatie tot het gebruik daarvan.
Toxische druk	Druk op het watersysteem vanwege de lozing van giftige stoffen zoals ammonium, arseen, zink, zilver, gewasbeschermingsmiddelen en de ubiquitaire priotaire stoffen als brandvertragers, PAK en kwik.
Transformeren	Verandering van functie en landgebruik die beter aansluiten bij water, bodem en klimaat (WKR, 2025).
Versterkend pad	Een versterkend pad is een set van systeemkeuzes die elkaar uitlokken en versterken.

Begrip	Uitleg
Watersysteem	Het samenhangend geheel van oppervlaktewater en grondwater, en bijbehorende infrastructuur zoals waterkeringen, gemalen, duikers, sluizen etc.
Weerbaarheid en veerkracht	In het Nederlands wordt *resilience* vaak vertaald naar de begrippen weerbaarheid en veerkracht. Weerbaarheid en veerkracht gaan altijd over meerdere fases van een crisis: de voorbereiding, de respons en de nazorg. Voor beide begrippen geldt dat het niet iets is van de overheid of een bepaalde doelgroep. Bestuurders, organisaties en de maatschappij zelf hebben allemaal een actieve rol in het vergroten van weerbaarheid en veerkracht (WKR, 2025).

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