Verkenning mogelijkheden drinkwaterproductie WAAG

Eindrapport Ontwerploop 2

Colofon

Titel

Verkenning mogelijkheden drinkwaterproductie WAAG, Eindrapport ontwerploop 2

Datum

21 augustus 2026

Versie

4.0 Definitief (tekstuele opmerkingen ABG verwerkt)

Auteur(s)

M. Kamstra

Status

Definitief

Interne kwaliteitscontrole

B. Meeuwissen

Vrijgave

M. Rinkel

Inhoudsopgave

Lijst met afkortingen 5

Voorwoord 6

Samenvatting 8

0.1 Aanleiding en kader 8

0.2 uitwerking alternatieven 8

0.3 Afweging van alternatieven 9

0.4 Conclusies 11

Leeswijzer rapport 13

1. Inleiding 15

1.1 Aanleiding en doel 15

1.2 Projectgebied 15

2. Terugblik loop 1 17

2.1 Werkwijze samenstelling alternatieven 17

2.2 Afwegingskader 17

2.3 Definitie alternatieven 20

3. Uitwerking alternatieven 26

3.1 Alternatief Amsterdam-Rijnkanaal Conventioneel (ARK-C) 26

3.2 Alternatief Amsterdam-Rijnkanaal Membranen (ARK-M) 29

3.3 Alternatief Randmeren Zuid Membranen (RMZ-M) 31

3.4 Alternatief Randmeren Zuid Conventioneel (RMZ-C) 34

4. Eerste onderzoeksresultaten 37

4.1 Bron en inname 37

4.2 Zuivering en reststromen 37

4.2.1 Keuze zuiveringsproces 37

4.2.1 Zuiveringslocatie 37

4.3 Infrastructuur 38

4.4 Synergiekansen 38

4.4.1 Bijdragen aan beperking wateroverlast 38

4.4.2 Herstel van natte natuur 39

4.4.3 Toepassen aquathermie 39

4.4.4 Bijdragen aan ecologische kwaliteit watersysteem 40

5. Verdiepingsslag 41

5.1 Randmeren Zuid 41

5.1.1 Systeemmaatregelen 41

5.1.2 Maatregelen drinkwatervoorziening 42

5.1.3 Conclusie maatregelen Randmeren Zuid 43

5.2 Natuur 44

6. Beoordeling alternatieven 45

6.1 ARK-C 45

6.2 ARK – M 47

6.3 RMZ-M 50

6.4 RMZ-C 52

5.5 Vergelijking alternatieven 55

Bijlage 56

Lijst met afkortingen

ARK	Amsterdam-Rijnkanaal
KRW	Kaderrichtlijn Water
MER	Milieueffectrapportage
MKI	Milieukostenindicator; dit is een indicator (in euro's) die de totale milieubelasting van een product, materiaal of bouwwerk over de volledige levenscyclus weergeeft
N2000	Natura 2000
NNN	Natuurnetwerk Nederland
PAGW	Programmatische Aanpak Grote Wateren, programma van Rijkswaterstaat ter verbetering van de ecologische kwaliteit van het hoofdwatersysteem
PcLake	Computermodel waarmee de belangrijkste ecologische processen in aquatische watersystemen (meren) gesimuleerd worden.
PWN	Provinciaal Waterbedrijf Noord-Holland
RMZ	Randmeren Zuid. Officiële KRW benaming voor het studiegebied van WAAG (Gooimeer en Eemmeer).
RWS	Rijkswaterstaat
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
VKA	Voorkeursalternatief
VO	Voorontwerp
WAAG	Water Aanvoer en Aanvulling in het Gooi

Voorwoord

Recente rapportages van de Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur (Rli) en het RIVM onderschrijven dat actie noodzakelijk is voor de toekomstbestendigheid van de Nederlandse drinkwatervoorziening. Klimaatverandering en een groeiende drinkwatervraag zetten de openbare drinkwatervoorziening steeds meer onder druk.

Om te komen tot een toekomstbestendige drinkwatervoorziening roept de Rli in haar advies 'Zorg voor Water' (april, 2026) op tot een nationale drinkwaterstrategie en bestuurlijke samenwerking. Dat vraagt volgens de Rli van de drinkwaterbedrijven dat zij bereid zijn om breder dan hun eigen verzorgingsgebied te denken. Met WAAG wordt al invulling gegeven aan de gewenste samenwerking over de grenzen van drinkwaterbedrijven en provincies heen. Dat is niet altijd makkelijk, soms verwarrend, maar wel nodig om op grotere schaal tot een robuust drinkwatersysteem te komen. We zien de voordelen op systeemniveau.

Daarnaast wordt ook de ruimtevraag bij het toekomstbestendig maken van de drinkwatervoorziening door de Rli benadrukt. Die *'behelst niet alleen een kwantitatieve vraag naar ruimte in termen van hectares, maar ook een vraag naar kwalitatieve ruimte in termen van goede hydrologische en milieutechnische omstandigheden voor drinkwaterwinning. De strijd om ruimte voor drinkwater draait dus niet alleen om oppervlakte voor extra drinkwaterwinningslocaties en infrastructuur en extra waterbuffers, maar ook om het creëren van de benodigde milieucondities voor een goede waterkwaliteit.'*

Bij de uitwerking, zoals gepresenteerd in deze rapportage, blijkt ook hoe zeer de ruimtevraag voor drinkwater knelt. Het gaat dan inderdaad niet alleen om hectares en in te passen infrastructuur, maar zeker ook om 'milieuruimte': een waterkwaliteit die randvoorwaardelijk is voor de wettelijke plicht tot een duurzame instandhouding van de drinkwatervoorziening. Het blijkt dat, ondanks vele jaren inzet op de KRW, het niet mogelijk is om zonder procesbekken en intensieve zuivering de Randmeren Zuid als bron voor drinkwaterproductie te gebruiken. Dat is een teleurstellend gegeven waar WAAG mee verder moet.

In Loop 2 zijn tegen deze achtergrond vier alternatieven verkend. Hieruit is veel inzicht ontstaan over waarden, effecten en risico's van de alternatieven en de effecten daarin. Deze rapportage geeft de uitkomsten weer en biedt de basis voor vervolgkeuzes binnen de verkenning WAAG.



Samenvatting

0.1 Aanleiding en kader

Het project 'Water Aanvoer en Aanvulling Gooi' (hierna: WAAG) is een samenwerking van PWN, Vitens en Waternet waarin zij samen in het Gooi een drinkwaterproductie ontwikkelen. In 2023 hebben de drie bedrijven na een verkennend onderzoek geconcludeerd dat een gezamenlijke ontwikkeling van één drinkwaterproductie meerwaarde heeft. Daarop is een verkenning gestart. In deze verkenning wordt onderzocht wat de beste onderdelen of bouwstenen zijn voor een drinkwaterproductie en daaruit wordt een voorkeursalternatief ontwikkeld. Aan het einde van de verkenning beschrijft een Verkenningenrapport het onderzoek naar de bouwstenen, de alternatieven en de afwegingen bij de keuze van het voorkeursalternatief voor de te ontwikkelen drinkwaterproductie. Het verkenningenrapport wordt opgebouwd als groeidocument per ontwerploop (zie figuur) en beschrijft de verkenningsfase van het project. Het rapport dat nu voor u ligt markeert het einde van de Verkenningsfase Alternatieven (Ontwerploop 2).

Figuur 0.1 Opzet van de verkenning WAAG



0.2 uitwerking alternatieven

Binnen project WAAG zijn vier alternatieven opgesteld met als doel de verschillende onderdelen van het fysieke systeem met elkaar te vergelijken. Uit de verschillende onderdelen zijn de kansrijke alternatieven samengesteld.

De vier alternatieven zijn samengesteld uit verschillende fysieke onderdelen, bouwstenen genoemd. Elke bouwsteen vult een onderdeel van het totale systeem van WAAG in. In te zetten bouwstenen hebben in de vorige loop 1 goed gescoord op technische aspecten. De aard van de bouwstenen is weergegeven in de onderstaande figuur.

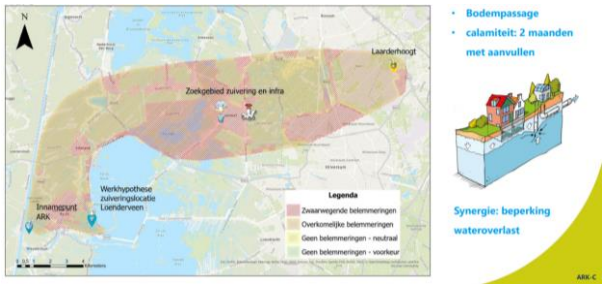
Figuur 0.2: Opbouw van de alternatieven uit bouwstenen

Bron en inname	Zuivering en reststromen	Inzet grondwater	Infrastructuur	Synergiekansen
				
• Bron • Innamelocatie	• Zuiveringsproces • Zuiveringslocatie • Omvang en inrichting zuiveringsterrein	• Inzet grondwater regulier • Inzet grondwater calamiteit	• Infrastructuur – tracé • Infrastructuur - systeem	• Kansen op synergie

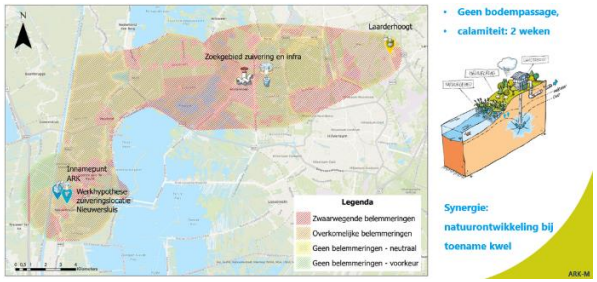
Elk alternatief heeft een unieke samenstelling van bouwstenen, die binnen het alternatief een logische samenhang heeft. Een globale verbeelding van de alternatieven staat in figuur 0.3

Figuur 0.3 Verbeelding van de alternatieven

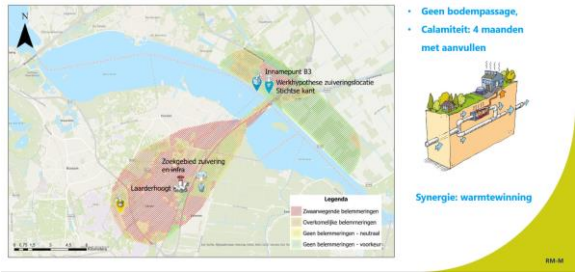
Alternatief ARK-Conventioneel (ARK-C)



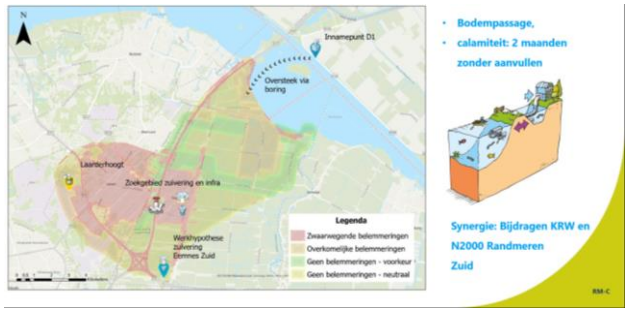
Alternatief ARK-membranen (ARK-M)



Alternatief Randmeer Zuid membranen (RMZ-M)



Alternatief randmeer Zuid conventioneel (RMZ-C)



0.3 Afweging van alternatieven

Voor de afweging is een kader ontwikkeld, bestaande uit vijf thema's: doelbereik, impact op de omgeving, haalbaarheid, vergunbaarheid en betaalbaarheid. De thema's zijn opgedeeld in criteria, die uitgewerkt zijn in concrete maatlatten.

Op grond van het afwegingskader zijn in elk alternatief alle bouwstenen beoordeeld. Deze beoordelingen zijn samengevat in een eindoordeel van de effecten voor de betreffende bouwsteen, die zijn beschreven in tabel 0.1.

In tabel 0.1 zijn ook de MKI (milieukostenindicator) en totale kosten per alternatief opgenomen; deze konden niet per bouwsteen worden bepaald vanwege onderlinge invloeden van bouwstenen op het totaal voor het alternatief. Beide geven de onderlinge vergelijking van de alternatieven weer, aangezien vergelijking met andere drinkwaterprojecten niet zinvol is door de afwijkende opzet.

Tabel 0.1 Vergelijking van de alternatieven opgebouwd uit de beoordeling per bouwsteen

Bouwsteen	ARK-C	ARK-M	RMZ-M	RMZ-C
Bron en inname	++	++	-	-
Zuivering - technisch	-	+	0	0
Zuiveringslocatie	- -	-	0	-
Transportinfrastructuur	- -	- -	0	0
Inzet grondwater regulier	- -	++	+	+
MKI	+	++	- -	0
Totale productiekosten	++	0	- -	+
Totaal alternatief	- -	+	-	0

Te zien is, dat ARK-M het beste scoort, met name door een goede beoordeling van de bron en een lage milieubelasting wat zich uit in de dubbele plus voor de milieukostenindicator (MKI).
Het alternatief ARK-C scoort een dubbele min, omdat het terrein van Waternet bij Loenderveen bij nader inzien niet beschikbaar is, vanwege plannen die Waternet zelf heeft met dit terrein en doordat het alternatief ook op andere criteria relatief slecht scoort. Zo kan een volledig conventionele zuivering maar net voldoen aan de huidige eisen voor PFAS en is deze niet makkelijk aanpasbaar aan nieuwe normen.

Beide alternatieven met als bron het Amsterdam-Rijnkanaal scoren slecht op de transportinfrastructuur, met name door de relatief grote negatieve invloed op natuur, aangezien veel beschermde natuur[1] moet worden gekruist; de huidige schatting van de schade-omvang is 40-50 ha. Hoewel er zeker optimalisaties mogelijk zijn voor de transportinfrastructuur, is dit negatieve effect naar verwachting niet te verminderen tot een niveau dat beter scoort dan een dubbele min, zelfs met het loslaten van bepaalde uitganspunten (zoals optimaal energiezuinig verpompen).
Voor beide alternatieven vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal geldt dat er nauwelijks synergievoordelen voor maatschappij en natuur kan worden gegenereerd. Beide hebben als voordeel dat de duur van calamiteiten bij de inname maximaal enkele weken is, waardoor de grondwaterbuffer voor calamiteiten relatief weinig hoeft te worden ingezet.

Het alternatief RMZ-M scoort het slechtst door een combinatie van factoren. Ten eerste de toepassing van volstroom membranen, wat een relatief dure zuiveringstechniek is met een hoge milieubelasting (dus een slechte MKI-beoordeling) en een hoog spoelwaterpercentage (dus relatief grote dimensionering). Ten tweede een lange inzet van grondwater bij calamiteiten: een lange inzet sluit aan bij de verwachte lange duur van calamiteiten op de Randmeren Zuid, maar moet worden gecompenseerd door intensieve aanvulling van het grondwater achteraf. Daarvoor moet de toch al relatief grote en dure zuivering extra groot worden gedimensioneerd.

Het alternatief RMZ-C scoort gemiddeld, maar heeft als voordeel, dat er geen dubbele minnen in de beoordeling voorkomen.

Beide alternatieven met inname uit de Randmeren Zuid hebben voor alle bedrijven een nieuwe bron, maar hebben als risico dat het watersysteem omslaat naar een algen-gedomineerde situatie. Dan is bij directe inname zuivering naar drinkwater niet meer mogelijk. Als aanvullende maatregel is daarom aan deze alternatieven

[1] (Natura 2000, NatuurNetwerk Nederland- NNN)

een procesbekken toegevoegd. Daarmee kan een stabiele innamekwaliteit worden verzekerd. Een procesbekken is daarmee een vereiste als gekozen wordt voor de Randmeren Zuid. Een procesbekken heeft zeker invloed op de N2000 waarden van de Randmeren Zuid, maar kan mogelijk zodanig worden ingericht, dat het ook bijdraagt aan de invulling van de KRW-opgave en het beheerplan N2000 voor de Randmeren Zuid; als dit slaagt, is het potentieel een belangrijke bijdrage aan maatschappij en natuur.
De aan WAAG toe te rekenen kosten zijn sterk afhankelijk van de inrichting die wordt gekozen (dat is nog niet is uitgewerkt) en bijdragen die andere partijen hiervoor beschikbaar stellen.
Het procesbekken is zeer globaal uitgewerkt, zodat effecten niet goed duidelijk zijn.

0.4 Conclusies

De beoordeling van de alternatieven leidt niet tot een eenduidige voorkeur, maar tot een dilemma voor de te kiezen koers voor het voorkeursalternatief: alternatief ARK-M en RMZ-C scoren beide op veel aspecten goed, maar hebben beide ook zwaarwegende nadelen en onduidelijkheden over effecten aangezien wezenlijke onderdelen maar beperkt zijn uitgewerkt.

ARK-M betrekt water uit een relatief goede, stabiele bron, leidt tot een potentieel grote schade aan beschermde natuur, en daarmee naar verwachting tot een forse extra ruimteclaim ten behoeve van de compensatieopgave. Dit zal ook nog gelden als de infrastructuur verder geoptimaliseerd wordt. Vanwege de inpassing van zuivering en transportleidingen in een gebied met veel beschermingsregimes, verwachten we bij dit alternatief een zeer moeizame, risicovolle planuitwerking.

Alternatief RMZ-C scoort gemiddeld: het is voor alle bedrijven een nieuwe bron en heeft minder nadelen voor natuur en daarmee naar verwachting een minder complex traject naar vergunningverlening. Een volledig conventionele zuivering kan maar net voldoen aan de huidige eisen voor de verwijdering van PFAS en is daarmee weinig toekomstgericht. De inpassing van een procesbekken, die dit alternatief nodig heeft, is complex. Naast negatieve effecten op bestaande natuurwaarden heeft een procesbekken kansen op meerwaarde voor natuur als kan worden aangesloten bij de verbeteropgave KRW en Natura 2000 van de Randmeren Zuid.

Opgemerkt wordt, dat vanwege de benodigde natuurvergunning, beide alternatieven verder moeten worden uitgewerkt om definitief te bepalen welke de minste effecten op Natura 2000 heeft.



Leeswijzer rapport

Het project ‘Water Aanvoer en Aanvulling Gooi’ (hierna: WAAG) is een samenwerking van PWN, Vitens en Waternet waarin zij samen in het Gooi een drinkwaterproductie ontwikkelen. In 2023 hebben de drie bedrijven na een verkennend onderzoek geconcludeerd dat een gezamenlijke ontwikkeling van één drinkwaterproductie meerwaarde heeft. Daarop is een verkenning gestart. In deze verkenning wordt onderzocht wat de beste onderdelen of bouwstenen zijn voor een drinkwaterproductie en daaruit wordt een voorkeursalternatief ontwikkeld. Aan het einde van de verkenning beschrijft een Verkenningenrapport het onderzoek naar de bouwstenen, de alternatieven en de afwegingen bij de keuze van het voorkeursalternatief voor de te ontwikkelen drinkwaterproductie. Het rapport is daarmee een belangrijk naslagwerk en tevens overdrachtsdocument voor de planuitwerking.
Het verkenningenrapport wordt opgebouwd als groeidocument per ontwerploop (zie figuur) en beschrijft de verkenningsfase van het project. Het rapport dat nu voor u ligt markeert het einde van de Verkenningsfase Alternatieven (Ontwerploop 2).

In de eerste hoofdstukken staat de context van WAAG beschreven. U leest in hoofdstuk 1 over de aanleiding en het doel van WAAG, met het daarbij behorende projectgebied. Daarna gaan we in hoofdstuk 2 in op de resultaten van loop 1, waarin de bouwstenen zijn onderzocht en vier alternatieven zijn gedefinieerd. In hoofdstuk 3 beschrijven wij de uitwerking van de vier alternatieven. Hoofdstuk 4 bevat de belangrijkste uitkomsten van het effectenonderzoek op de alternatieven. Deze uitkomsten gaven aanleiding tot een verdiepingsslag voor de uitwerking van alternatieven; dat is in hoofdstuk 5 beschreven.

Hoofdstuk 6 beschrijft de beoordeling van de vier alternatieven en trekt een conclusie over de wijze waarop de volgende stap richting het voorkeursalternatief kan worden gezet.

In loop 3 en 4 wordt verder toegewerkt naar een voorkeursalternatief voor het project WAAG. Deze onderdelen worden in komende versies van het groeidocument beschreven.





1. Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

De drinkwatervoorziening in de Gooi en Vechtstreek komt in de knel door klimaatverandering, vervuiling en bevolkingsgroei: er is meer drinkwater nodig om aan de toenemende vraag te kunnen voldoen. Met het project WAAG beogen PWN, Vitens en Waternet een robuuste en toekomstbestendige drinkwatervoorziening te realiseren met een productiecapaciteit van 30 miljoen m^3 per jaar, door inzet van zowel grond- als oppervlaktewater. Met WAAG kunnen ruim 500.000 mensen jaarlijks van drinkwater worden voorzien. Een deel van het water is voor zakelijk gebruik.

Het project bevindt zich in de verkenningsfase. In deze fase werken we via een afgewogen en transparant selectieproces via alternatieven toe naar een Voorkeursalternatief. Dit doen we samen met stakeholders.

De verkenning bestaat uit vier ontwerploops (Figuur 1.1) . In elke ontwerploop wordt het systeem van WAAG een stapje concreter ontworpen, waarna onderzoek naar de effecten van de uitwerking leidt tot nieuwe keuzes over de verdere invulling van het voorkeursalternatief.

In de eerste ontwerploop hebben we losse onderdelen of bouwstenen van het systeem (bijvoorbeeld zuivering, bron & innamepunt enz.) onderzocht en beoordeeld. Daarmee zijn vier alternatieven ontwikkeld.

Voorliggend rapport is de verslaglegging van de tweede ontwerploop waarin we de alternatieven hebben uitgewerkt en conform het afwegingskader hebben beoordeeld.

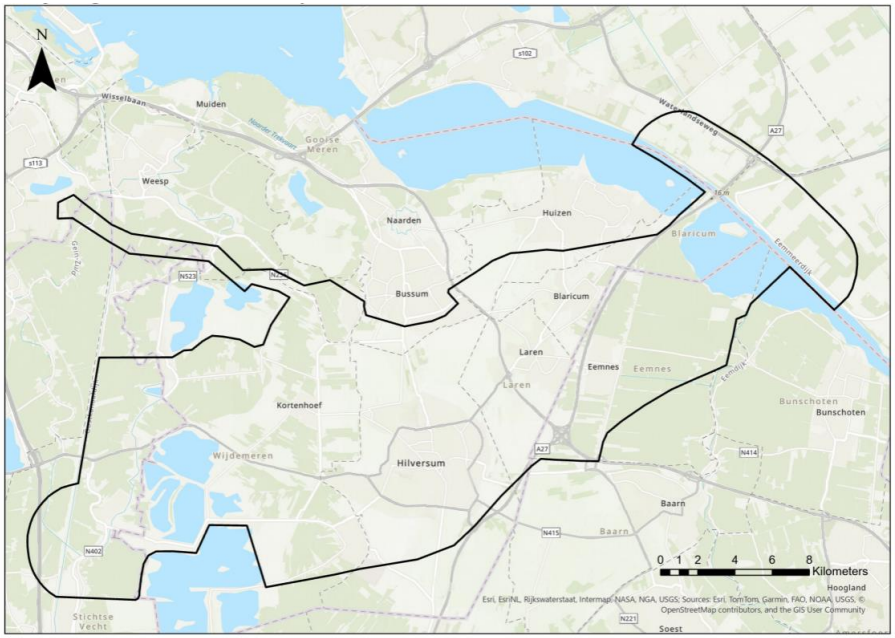


Figuur 1.1: Planning met ontwerploops

1.2 Projectgebied

Het projectgebied van WAAG ligt in 't Gooi en de Vechtstreek, een deel in Eemland en een stukje Flevopolder. Het gebied ligt vooral in de provincie Noord-Holland, maar ook in de provincies Utrecht en Flevoland. Het ligt hier binnen de gemeenten: Gooise Meren, Huizen, Blaricum, Laren, Hilversum en Wijdemeren. In de provincie Utrecht betreft het de gemeenten Stichtse Vecht, Bunschoten en Eemnes. Een klein deel ligt in Flevoland in de gemeenten Almere en Zeewolde. Het projectgebied is in

figuur 1.2 weergegeven. De drinkwaterbedrijven zoeken in eerste instantie binnen dit gebied naar een geschikte locatie waar drinkwater gemaakt kan worden.



Figuur 1.2: Projectgebied

2. Terugblik loop 1

Voorafgaand aan loop 2 hebben we loop 1 doorlopen. Dit hoofdstuk geeft een korte terugblik.

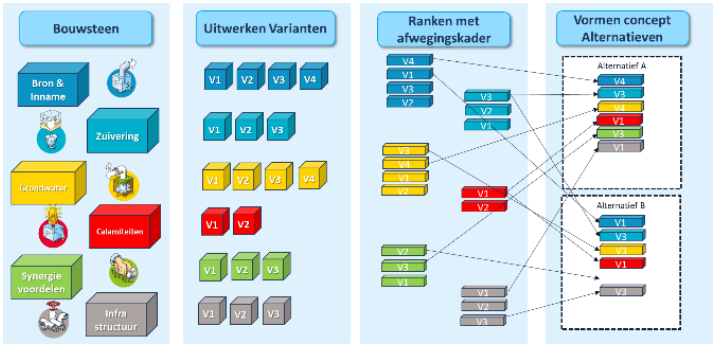
2.1 Werkwijze samenstelling alternatieven

De te ontwikkelen voorziening (het WAAG-systeem) bestaat uit zes bouwstenen:

1. bron en innamepunt,
2. zuivering (zowel proces als locatie) en reststromen,
3. inzet grondwater,
4. infrastructuur,
5. calamiteitenvoorziening en
6. synergiekansen.

In loop 1 zijn voor elk van de zes bouwstenen varianten ontwikkeld, uitgewerkt en beoordeeld.

Deze beoordeling is gedeeld met overheden en andere stakeholders. Daaruit zijn vier alternatieven ontwikkeld, zie Figuur 2.1 voor de werkwijze.



Figuur 2.1: Vereenvoudigde weergave van het afweegproces

2.2 Afwegingskader

Op basis van het afwegingskader in tabel 1 zijn de varianten voor de bouwstenen (en later ook de alternatieven) beoordeeld.

Thema	Aspect	Criterium	Toelichting gebruikte maatlat
Doelbereik	toekomstbestendige drinkwatervoorziening	Invulling randvoorwaarden	Wanneer is het project naar verwachting gereed.
		Wendbaarheid voor toekomstige ontwikkelingen	In welke mate kan het concept worden aangepast aan onzekere toekomstige ontwikkelingen
	Meerwaarde voor natuur en maatschappij	Kansen voor invulling van beleid of synergievoordelen met maatregelen van stakeholders; invulling van het uitgangspunt 'behoud of versterking natuurwaarde'	Mate waarin WAAG bijdraagt aan (beleids)opgaven van stakeholders voor maatschappelijke doelen of natuur en/of maatregelen die synergievoordelen met stakeholders betekenen
Impact op omgeving	Effecten op milieu en natuur	Milieu en natuuraspecten conform Milieu Effect Studie (MES)	Mate waarin MES op deze aspecten scoort
	Gevolgen voor gebruiksfuncties	Gebruiksbeperkingen op gronden, zicht, hinder, areaalverlies, etc.	Mate waarin de MES op deze aspecten scoort
Haalbaarheid	ruimtelijk inpasbaar	Terreinen verwerfbaar	Inschatting van de beschikbaarheid van de terreinen
		Ruimtelijk inpasbaar	Inschatting aan de hand van inpassing van vigerend beleid, ruimtelijke kaders en verwachte weerstand.
	technisch haalbaar	Technisch maakbaar en beheerbaar	Mate waarin technieken eerder succesvol toegepast zijn.
		Weerbaarheid en afhankelijkheid van technologie of grondstoffen	In welke mate is het systeem in staat om langdurige situaties (>1 jaar) van schaarste aan technologie of grondstoffen, op te vangen
		Wachttijd nutsaansluiting	De duur van de wachttijd

Thema	Aspect	Criterium	Toelichting gebruikte maatlat
Vergunbaarheid		Geen no go op hoofdvergunningen	Mate van restricties in de vergunningverlening op het gebied van N2000, NNN, dijkkruising en lozing, UNESCO-toestemming
Doelbereik	*toekomstbestendige drinkwatervoorziening*	*Omvang milieukosten volgens MilieuKostenIndicator (MKI)*	*Vergelijking ten opzichte van elkaar*
Betaalbaarheid		*Kosten investering en gebruiksfase*	*Vergelijking ten opzichte van elkaar*

Cursief: criteria die alleen op niveau van alternatief zijn beoordeeld

Tabel 1: Samenvatting van het afwegingskader

2.3 Definitie alternatieven

In loop 1 is de definitie van de alternatieven per bouwsteen beschreven, met een samenvatting van de beoordeling van de bouwstenen, zodat de afweging goed navolgbaar is. In loop 2 zijn de vier alternatieven uitgewerkt in hoofdstuk 3 van deze rapportage en vervolgens onderling vergeleken vanaf hoofdstuk 4.

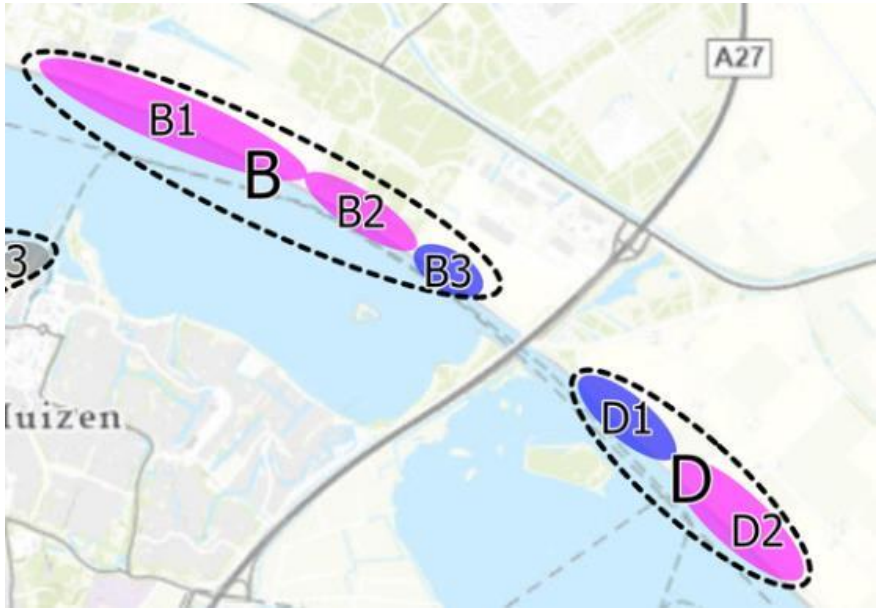
Bij de beoordeling van de alternatieven moet worden bedacht, dat er verschillende bronnen zijn en het water naar verschillende afnemers gaat, maar dat dit altijd via één centraal punt loopt: het pompstation Laarderhoogt van PWN in Laren. De reden hiervan is tweeledig: Op Laarderhoogt is een direct inzetbare grondwaterbuffer aanwezig om verstoringen (in bron, zuivering, etc.) op te vangen, en Laarderhoogt is het meest logische verdeelpunt gezien de bestaande infrastructuur. Het is het startpunt voor het net van PWN in 't Gooi, er ligt een transportleiding naar Weesperkarspel (Waternet) en op korte afstand ligt pompstation Laren, van waaruit het Vitens-net bediend kan worden.



Bronkeuze en Innamelocaties

Vanuit de voorstudie waren in loop 1 nog twee bronnen in beeld: het Amsterdam-Rijnkanaal en de Randmeren Zuid, onderverdeeld in Gooimeer en Eemmeer. Uit de vergelijking van bronnen is gebleken dat het ARK vanuit waterkwaliteit de voorkeursbron is, maar vanuit het oogpunt van brondiversificatie en inpassing gaat de voorkeur uit naar de Randmeren Zuid; het Gooimeer en Eemmeer. Bij het samenstellen van de alternatieven zijn daarom beide bronnen meegenomen: twee alternatieven met ARK als bron, en bij de Randmeren Zuid één met Gooimeer en één met Eemmeer.

De innamelocatie aan het ARK is duidelijk: we maken gebruik van de huidige innamelocatie van Waternet bij Nieuwersluis. Bij het Gooimeer en Eemmeer is inname aan de noordoever kansrijk vanwege waterkwaliteit, inpasbaarheid en vergunbaarheid. Uiteindelijk ligt de voorkeur op twee locaties juist ten westen en oosten van de A27, verder aan te duiden als locatie B3 in het Gooimeer en D1 in het Eemmeer, zie Figuur 2.2. Daarbij hoort de kanttekening dat de definitieve keuze sterk afhankelijk is van de mogelijkheid tot het aankopen van deze locaties en de planologische inpassing.



Figuur 2.2: Voorlopige keuzes Innamelocaties Randmeren Zuid



Zuiveringsmethode en -locatie

Zuiveringsmethode

Voor de zuiveringsmethoden zijn twee principes in beeld: volledig conventioneel en membraanfiltratie. Natuurlijke zuivering biedt onvoldoende meerwaarde en is door het grote ruimtebeslag niet inpasbaar in dit project. Er is een tussenvorm gedefinieerd: deelstroom membraanfiltratie (en het andere deel conventioneel). In loop 1 zijn alle drie onder gebracht in één of meer alternatieven:

- Conventionele zuivering is zeker vergunbaar, maar minder toekomstbestendig, met name in het licht van opkomende stoffen.
- Deelstroom membraanfiltratie vraagt meer energie en maar weinig chemicaliën, en heeft verder de voor- en nadelen van beide principes.
- Volstroom membraanfiltratie vraagt de meeste energie en chemicaliën en lijkt relatief kostbaar. Volstroom membraanfiltratie wordt echter als meest toekomstbestendig gezien in het licht van opkomende stoffen en geldt als definitieve desinfectiestap. De vergunbaarheid is nog onduidelijk bij membraanfiltratie, in verband met de noodzakelijke lozing van concentraat[2].

De verdeling over de alternatieven is zo, dat zowel bij ARK als bij de Randmeren Zuid[3] conventionele zuivering en membranen worden ingezet.

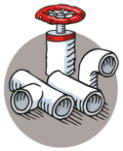
Zuiveringslocatie

We hebben een zuiveringsterrein nodig van circa 10 ha. Er is een uitgebreide verkenning uitgevoerd op beschikbare locaties, maar dat heeft in loop 1 nog geen bruikbare uitkomst opgeleverd. Daarom hanteren we bij de uitwerking een uitgebreid zoekgebied, verdeeld over voorkeurszones en mogelijke zones:

- Op het terrein van Waternet bij Loenderveen, als invulling van het principe ‘wat kan op eigen gronden?’ Wel was bij de start van loop 2 onduidelijk of hier voldoende ruimte is, gegeven ook de plannen van Waternet zelf;
- In de directe omgeving van het innamepunt bij Nieuwersluis, die een logisch uiterste vertrekpunt voor de transportleiding naar Laarderhoogt is;
- Het bedrijventerrein ‘Stichtse kant’ in Flevoland nabij de A27: hier zijn gronden beschikbaar en planologisch gereed. Aandachtspunt is de insteek van het bedrijventerrein om werkgelegenheid te vergroten, terwijl een zuivering daar beperkt aan voldoet;
- Het gebied ten zuiden van Eemnes, omdat deze locatie in het zoekgebied valt. Hier is sprake van mogelijke ruimtelijke ontwikkelingen die deels niet geschikt is voor woningbouw en dit gebied buiten de bescherming van de Stelling van Amsterdam valt. Hier ligt ook een synergiekans met natuur.

[2] Bij membraanfiltratie worden water en in het water opgeloste stoffen gescheiden, doordat opgeloste stoffen worden tegengehouden. De tegengehouden stoffen hopen zich op in een reststroom (‘concentraat’ genoemd). In dit concentraat zijn deze stoffen uit het ingenomen water dus in verhoogde concentraties (maar in dezelfde hoeveelheid) aanwezig.

[3] Vanuit het perspectief van de zuivering gelden de Randmeren Zuid als één bron, omdat de kwaliteit van het Gooimeer en Eemmeer nagenoeg gelijk zijn.



Tracés voor de watertransportleidingen

De tracés voor de watertransportleidingen volgen uit de locaties van inname en zuivering, waarbij er twee variaties mogelijk zijn:

- Er kan gekozen worden voor zo veel mogelijk dubbele uitvoering van transportleidingen om zo de leveringszekerheid te vergroten, maar dit staat op gespannen voet met de ruimtedruk in het projectgebied. Daarom onderzoeken we ook de toepassing van zoveel mogelijk enkele leidingen, in combinatie met de inzet van calamiteitenmaatregelen. We doen dit zowel voor het tracé vanuit ARK als vanuit de Randmeren Zuid.
- Gezien de regelgeving ligt het voor de hand om natuurgebieden zoveel mogelijk te mijden met tracés, maar dit treft dan gebieden met andere functies, zoals agrarisch landgebruik. Daarom onderzoeken we ook tracés die vooral de minder waardevolle natuurgebieden doorsnijden.

Voor alle alternatieven geldt dat de gekozen uitgangspunten ervoor zorgen dat de leiding naar Weesperkarspel aangepast moet worden om de levering naar Waternet zeker te stellen.



Inzet grondwater

Bij de start van deze verkenning is bekeken welke functies de bouwsteen grondwatersysteem kan hebben binnen het project WAAG. Daarbij zijn meerdere functies naar voren gekomen:

- Reguliere grondwaterwinning als bijdrage voor de te realiseren productiecapaciteit drinkwater;
- Inzet om pieken in het gebruik door het jaar op te vangen;
- Opvang van calamiteiten bij andere bouwstenen (inname, eventueel ook zuivering, transport);
- Bijdrage aan het zuiveringsproces (bodempassage als laatste zuiveringsstap);
- Zekerheid bieden dat bij alternatieven met infiltratie van water, geen ongecontroleerde verspreiding plaatsvindt van geïnfiltreerd water.
- Bijdrage aan maatschappelijke doelen (synergiekansen), zoals het beperken van wateroverlast.

De inzet van grondwaterwinning voor de reguliere productie van drinkwater en om pieken in het gebruik op te vangen, is opgenomen in alle alternatieven; beide leiden tot aanzienlijk lagere piekcapaciteiten voor de zuivering en transportleidingen, hetgeen positief doorwerkt op duurzaamheid, ruimtebeslag en kosten. Uitgangspunt is wel, dat de reguliere winning inclusief het opvangen van pieken in watergebruik maximaal 3 Mm^3/jaar gaat bedragen, hetgeen 2 Mm^3/jaar minder is dan er nu wordt gewonnen. Deze 2 Mm3/j kan positief bijdragen aan het grondwatersysteem, maar houden we wel graag beschikbaar om sporadische calamiteiten op te vangen.

De opvang van calamiteiten houdt in, dat de volledige productie van drinkwater tijdelijk door de grondwaterwinning wordt overgenomen. De periode waarover dit kan zonder ontoelaatbare effecten te voorzaken, is punt van onderzoek. Daarvoor zijn in verschillende alternatieven verschillende vertrekpunten gedefinieerd, variërend van twee weken tot vier maanden. De minimale periode is gebaseerd op de inschatting van de duur van een calamiteit in het ARK, de maximale periode op grond van indicatieve berekeningen over te verwachten effecten.
Ook onderzoeken we of achteraf aanvullen van de grondwatervoorraad (met drinkwater) de effecten kan beperken. Daarbij is het vertrekpunt dat binnen een jaar na de start van een calamiteit, de grondwatervoorraad weer op peil is. Zodat het ook voor stakeholders duidelijk is dat het gaat over tijdelijke effecten en dat een tweede calamiteit, die relatief kort volgt op de eerste calamiteit, ook opgevangen kan worden.

De bijdrage aan het zuiveringsproces is bodempassage, die langzame zandfiltratie kan vervangen. Zowel de bodempassage als de langzame zandfiltratie zijn in de alternatieven meegenomen.

Ongecontroleerde verspreiding van geïnfiltreerd oppervlaktewater in de ondergrond dient voorkomen te worden, zodat dit niet wegstroomt naar bijvoorbeeld kwetsbare natuur of gebieden buiten het beoogde invloedgebied van WAAG.

Bij verschillende stakeholders zijn er ideeën om de grondwaterwinning te laten bijdragen aan maatschappelijke uitdagingen: wateroverlast in natte winters beperken en natuurontwikkeling op plaatsen waar extra kwel gaat optreden door vermindering van de reguliere grondwaterwinning. We onderzoeken dit samen met die stakeholders en passen het in een alternatief waar dit het meest logisch is, in.



Omgaan met calamiteiten

Er is een uitgebreide inventarisatie uitgevoerd van calamiteiten die kunnen optreden bij de inname, waardoor een innamestop noodzakelijk wordt. In de fase waarin we alternatieven uitwerken, worden deze calamiteiten nader onderzocht op frequentie van voorkomen en duur. Deze inzichten worden vervolgens gecombineerd met de beschikbaarheid van de grondwaterbuffer om te bepalen welke restrisico's overblijven. Deze restrisico's zijn naar verwachting alternatief-overstijgend. De uitkomsten van dit onderzoek zijn voor alle alternatieven relevant en het onderzoek wordt dus niet aan één alternatief gekoppeld.



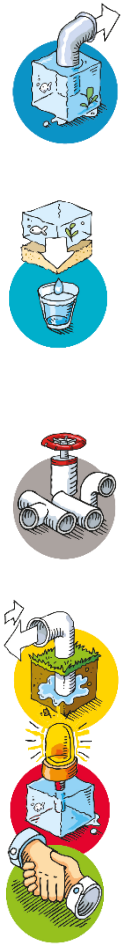
Synergiekansen

Naast de synergiekansen die onder het kopje grondwater genoemd zijn (beperking wateroverlast, natte natuurontwikkeling), is aquathermie genoemd als synergiekans. Deze kans wordt in eerste instantie gekoppeld aan het alternatief met innamepunt in het Gooimeer, omdat Almere de grootste potentiële afzetmarkt heeft voor warmte. We houden zeker oog voor kansen voor aquathermie op andere locaties.

Een vierde synergiekans is om via WAAG een bijdrage leveren aan de kwaliteit van het water in de Randmeren Zuid, waarmee wordt bijgedragen aan de doelen van de Kader Richtlijn Water.

Opzet van de vier alternatieven

Samengevat is de opzet van de vier alternatieven beschreven in de onderstaande tabel 2. In het volgende hoofdstuk zijn deze alternatieven nader toegelicht en uitgewerkt.



Onderdeel	ARK - Conventioneel	ARK - Membranen	Randmeren Zuid - Membranen	Randmeren Zuid - Conventioneel
Bron	ARK	ARK	Gooimeer	Eemmeer
Innamelocatie	Nieuwersluis	Nieuwersluis	B3	D1
Zuiveringsproces	Conventioneel	Deelstroom membranen	Volstroom membranen	Conventioneel
Zuiveringslocatie	Loenderveen	Voorzuivering Loenderveen Hoofdzuivering elders	Stichtse Kant	Voorzuivering nabij inname, hoofdzuivering elders
Omvang en uitstraling terrein	Geen ruimtereservering Natuurlijke inpassing	Ruimtereservering concentraat Minimale inpassing	Ruimtereservering concentraat en algen Zakelijke inpassing	Ruimtereservering algen Landschappelijke inpassing
Transport – tracé	Nader te bepalen Minimaal landbouw	Nader te bepalen Minimaal natuurgebied	Nader te bepalen Oversteek parallel aan A27	Nader te bepalen Oversteek via boring
Transport – systeem	Maximale dubbele uitvoering	Minimale dubbele uitvoering	Maximale dubbele uitvoering	Minimale dubbele uitvoering
Inzet grondwater regulier	Bodempassage ruim	Geen	geen	Bodempassage compact
Inzet grondwater – calamiteit	2 Maanden inclusief aanvulling achteraf	2 Weken	4 maanden inclusief aanvulling achteraf	2 Maanden
Kansen op synergie	Optimalisatie waterbalans	Natuurwinst	Warmtewinning	Geen



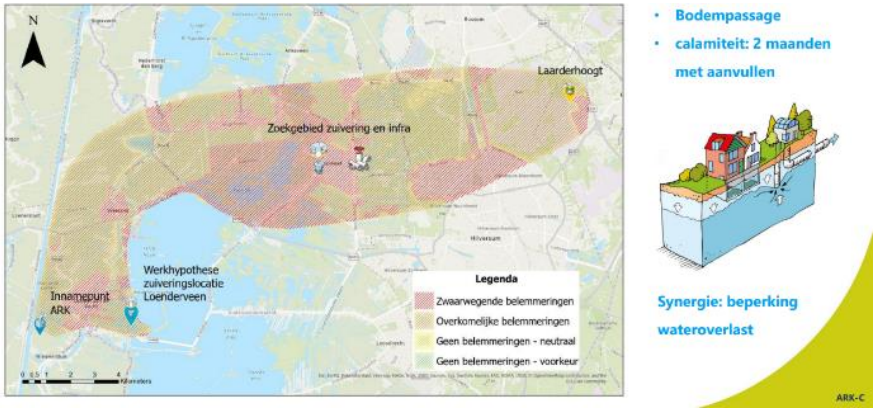
3. Uitwerking alternatieven

Voor WAAG zijn in loop 2 de volgende vier alternatieven uitgewerkt:

- Alternatief Amsterdam-Rijnkanaal Conventioneel (ARK-C)
- Alternatief Amsterdam-Rijnkanaal Membranen (ARK-M)
- Alternatief Randmeren Zuid Conventioneel (RMZ-M)
- Alternatief Randmeren Zuid Membranen (RMZ-C)

De uitwerking hiervan is in dit hoofdstuk beschreven. Omdat voor het project WAAG nog geen gronden zijn verworven, is voor meerdere onderdelen gewerkt met 'werkhypothesen' voor de uitwerking, het onderzoek en de afweging tussen de alternatieven.

3.1 Alternatief Amsterdam-Rijnkanaal Conventioneel (ARK-C)



Figuur 3.1: Alternatief ARK-C (zie bijlage voor grotere weergave)

Bron en inname

ARK-C gaat uit van het huidige innamepunt van Waternet bij Nieuwersluis. Dat innamepunt bestaat uit een hevelstation, aanvoerkanaal en een pompstation. Het hevelstation en aanvoerkanaal hoeven voor WAAG niet te worden aangepast. Er is wel een nieuw pompstation nodig. Hiervoor moet ongeveer 300 m2 grond worden aangekocht en het toevoerkanaal worden aangepast. Tussen het innamepunt en de zuivering op Loenderveen is een leiding met een grotere capaciteit nodig om het water te vervoeren naar de zuiveringslocatie.

Zuivering en restromen

Als werkhypothese voor de zuiveringslocatie is in dit alternatief gekozen voor het terrein van Waternet in Loenderveen. Op de zuiveringslocatie Loenderveen vindt conventionele zuivering plaats, in combinatie met ruime bodempassage op Laarderhoogt als tweede desinfectiestap. Met conventionele zuivering is er geen reststroom naar het watersysteem, afvalstoffen zoals verzadigd kool worden per as afgevoerd. Inzicht in de vergunbaarheid van concentraatlozing is daarom niet nodig voor dit alternatief. De zuiveringslocatie heeft ongeveer 10 hectare grond nodig, waarvan 5 hectare aan bebouwing. De hoeveelheid bebouwing is gebaseerd op een technisch vlekkenplan, waarin rekening is gehouden met maximale bouwhoogtes, zichtlijnen vanuit de omgeving en andere relevante uitgangspunten. Voor de uitstraling naar de omgeving is in dit alternatief een natuurlijke inpassing aangehouden. Dit is terug te zien in bijvoorbeeld het gebruik van natuurlijke materialen, groene buffers en ecologische verbindingen. Een sfeerimpressie van deze inpassing staat in figuur 3.2. Deze impressie is niet gerelateerd aan een specifieke locatie in of rondom Loenderveen. In alle gevallen is al wel duidelijk dat grenzend aan de zuiveringslocatie Loenderveen het Natura 2000-gebied Oostelijke Vechtplassen ligt. Daarnaast zal een deel van de zuiveringslocatie binnen Natuurnetwerk Nederland (NNN) vallen.



Figuur 3.2: Natuurlijke inpassing zuiveringslocatie

Op basis van het technische vlekkenplan is ingeschat wat de benodigde elektrische vermogens zijn voor de zuiveringsonderdelen, zoals een spoelluchtvoorziening. Voor een conventioneel zuiveringsproces inclusief bodempassage is het benodigde vermogen voor de elektriciteitsaansluiting ongeveer 7 MVA.

Infrastructuur

Vanaf de zuiveringslocatie op Loenderveen zijn er verschillende varianten denkbaar om het gezuiverde water naar pompstation Laarderhoogt te krijgen. Die zijn in figuur 3.3 weergegeven, waarbij een afweging is gemaakt op basis van effecten op natuur, landbouw, technische haalbaarheid en het ontwijken van dichte bebouwing en open water.



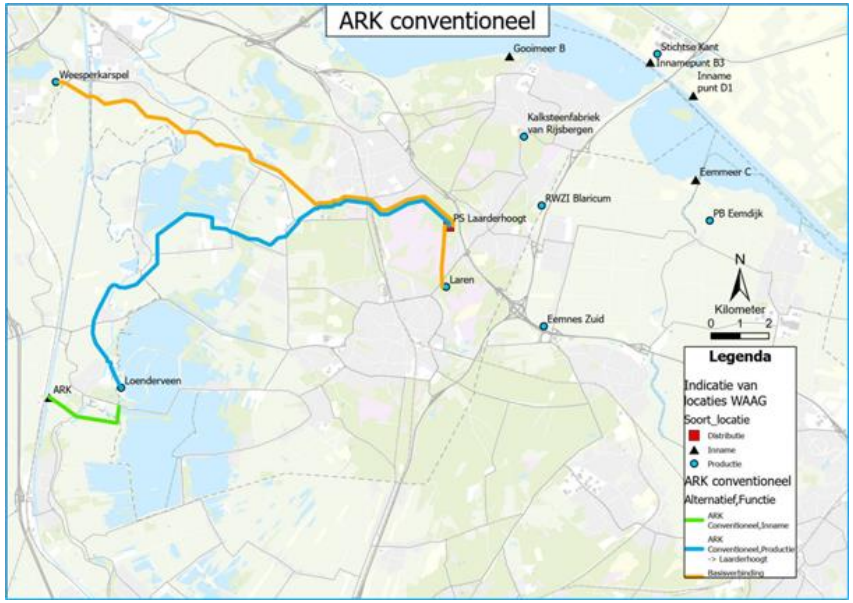
Figuur 3.3: Onderzochte transportroutes ARK-C

De route Horstermeerpolder (donkerblauw) is op basis van deze afweging nader onderzocht. Deze route heeft het kortste tracé door Natura 2000 en de minste kruisingen met hoofdinfrastructuur (wegen, spoor, waterwegen). Ook is het een relatief kort tracé. Als gevolg van het nader onderzoek is het tracé in de Horstermeerpolder verlegd naar de rand van de polder, zie onderstaand figuur 3.4.

Op de nader ingevulde route is circa 11,3 km aan boringen nodig vanwege kruisingen met grote infrastructuur, Natura 2000-gebieden en kleine clusters van bebouwing. Circa 69 km wordt op dit tracé gegraven, waarbij het hele tracé dubbel

wordt uitgevoerd om leveringszekerheid te garanderen (2 x 34,5 km). Vanaf pompstation Laarderhoogt wordt het drinkwater geleverd aan de drinkwaterbedrijven. In alle alternatieven is het tracé van de levering aan de drinkwaterbedrijven vanuit pompstation Laarderhoogt gelijk. In de uitwerking (dit hoofdstuk) zijn deze tracés meegenomen in het weergeven van de tracélengtes en aanlegmethode.

Op kaart ziet de infrastructuur voor ARK-C er zo uit:



Figuur 3.4: Transportinfrastructuur ARK-C

Inzet bodem- en grondwatersysteem

Een deel van de waterproductie van WAAG komt uit de winning van grondwater. Oppervlaktewater is de primaire bron, maar circa 3 Mm^3 per jaar aan grondwater zal gewonnen worden bij Laarderhoogt. In de huidige situatie is dit 5 Mm^3 per jaar. De grondwaterwinning wordt dus met WAAG afgeschaald. Voor hydrologisch systeemherstel is dit belangrijk, gelet op de omgevormde functie van grondwaterwinning (nu ook als zuiveringsstap en calamiteitenwinning) die hierna is beschreven.

Naast het gebruik van het bodem en grondwatersysteem als bron voor winning, wordt de bodem ook ingezet als zuiveringsstap. In de reguliere situatie wordt in dit alternatief ruime bodempassage toegepast als zuiveringsstap. Het water dat op de zuiveringslocatie Loenderveen wordt gezuiverd totdat het de kwaliteit van 'bijna drinkwater' heeft, wordt getransporteerd naar pompstation Laarderhoogt en daar geïnfiltreerd in de bodem. Na minimaal 40 dagen wordt het water weer opgepompt en is het gereed om als drinkwater te leveren aan de drinkwaterbedrijven. Doordat het minimaal 40 dagen in de bodem verblijft, wordt er gesproken van *ruime* bodempassage. Het voordeel van ruime bodempassage is dat er sprake is van:

- Betere afvlakking temperatuur: meer comfort voor gebruikers van drinkwater;
- Betere biologische stabiliteit: minder onderhoud;
- Langere disinfectie periode: meer zekerheid.

Om het water bij pompstation Laarderhoogt te kunnen infiltreren in de bodem en te kunnen oppompen uit de bodem, zijn 40 nieuwe infiltratieputten of grondkoffers nodig en 45 nieuwe winputten. Qua ruimtebeslag is hiervoor het bestaande PWN terrein op Laarderhoogt nodig plus een extra 20 hectare.

Calamiteitenvoorziening

In geval er een calamiteit optreedt, waardoor het ARK als bron niet kan worden gebruikt, schakelt WAAG in het alternatief ARK-C volledig over op grondwaterwinning, waarbij het uitgaat van een maximale duur van de innamestop van 2 maanden. 75% van het grondwater komt dan uit winveld Laarderhoogt en 25% uit winveld Huizen. Na afloop van de innamestop wordt het grondwatersysteem weer aangevuld door tijdelijk tot drinkwater gezuiverd oppervlaktewater te infiltreren. Infiltratie gebeurt uitsluitend via het pompstation Laarderhoogt. Het geïnfiltreerde water wordt in de jaren daarna weer onttrokken tijdens reguliere winning.

3.2 Alternatief Amsterdam-Rijnkanaal Membranen (ARK-M)



Figuur 3.5: Alternatief ARK-M (zie bijlage voor grotere weergave)

Bron en inname

Net als bij het alternatief ARK – C wordt er uitgegaan van het huidige innamepunt bij Nieuwersluis. Ook in dit alternatief is er een nieuw pompstation en aanpassing van het toevoerkanaal nodig. Tussen het innamepunt en de voorzuivering op Loenderveen is een leiding met een grotere capaciteit nodig.

Zuivering en reststromen

Voor dit alternatief is de hoofdzuivering nu voorzien bij het innamepompstation ARK, te Nieuwersluis. Er is geen voorzuivering nodig, omdat de afstand tussen het innamepunt en de zuiveringslocatie minder dan drie kilometer bedraagt. De zuiveringstechniek bestaat voor circa de helft uit membraanfiltratie en de andere helft uit een conventionele zuiveringstechniek. Zuivering via membranen brengt een reststroom met zich mee die geloosd moet worden. Mogelijk wordt dit alleen vergund met een verplichting om het concentraat in de toekomst te behandelen, zodra dat economisch/milieutechnisch verantwoord wordt bevonden. Daarom wordt in de alternatieven met membraanfiltratie ruimte gereserveerd voor een eventuele concentraatbehandeling. Voor ARK-M geldt een ruimtereservering van 0,5 hectare. De zuiveringslocatie heeft in zijn totaliteit ongeveer 10 hectare grond nodig, waarvan 6 hectare aan bebouwing. De hoeveelheid bebouwing is gebaseerd op een technisch vlekkenplan, waarin rekening is gehouden met maximale bouwhoogtes, zichtlijnen vanuit de omgeving en andere relevante uitgangspunten. Voor de uitstraling naar de omgeving is een minimale inpassing aangehouden. Het aantal gebouwen en infrastructuur wordt tot een minimum beperkt. Het kleur- en materiaalgebruik sluit met deze inpassing aan bij de omgeving. Een sfeerimpressie van deze inpassing staat in figuur 3.4. Deze impressie is niet gerelateerd aan een specifieke locatie in of rondom Nieuwersluis.

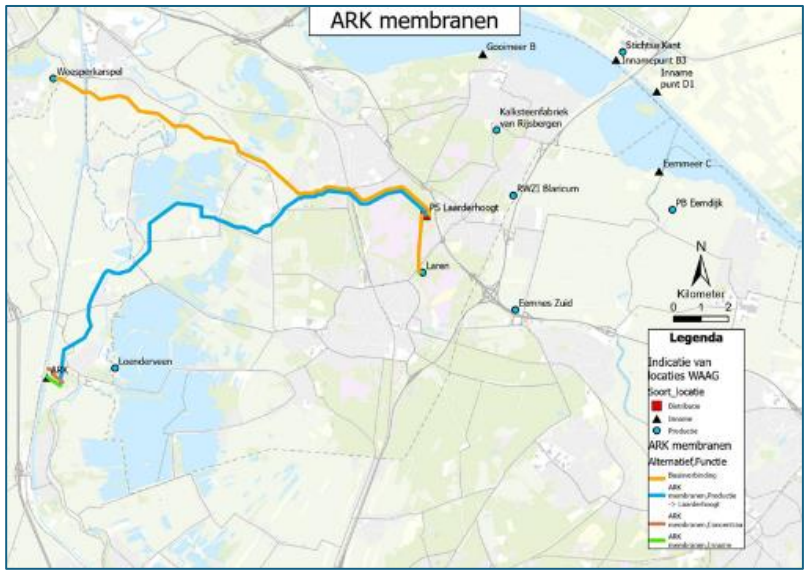


Figuur 3.6: Minimale inpassing zuiveringslocatie

Op basis van het technische vlekkenplan is ingeschat wat de benodigde elektrische vermogens zijn voor de zuiveringsonderdelen. Voor een zuiveringsproces bestaande uit deelstroom membranen en deelstroom conventioneel met langzame zandfiltratie is het benodigde vermogen voor de elektriciteitsaansluiting ongeveer 9 MVA.

Infrastructuur

Alternatief ARK-M volgt bijna dezelfde route als alternatief ARK-C, maar wijkt af bij Nieuwersluis. Alternatief ARK-M heeft een totaallengte van circa 78,3 km aan tracé. Hiervan wordt circa 10,3 km geboord in het geval het tracé grote infrastructuur moet kruisen of Natura 2000-gebieden of kleine clusters bebouwing kruist. De rest van het tracé wordt gegraven. Dit is circa 68 km. Het hele tracé wordt dubbel uitgevoerd om leveringszekerheid te garanderen (2 x 34 km). Vanaf pompstation Laarderhoogt wordt het drinkwater geleverd aan de drinkwaterbedrijven. Op kaart ziet dat er zo uit:



Figuur 3.7: Transportinfrastructuur ARK-M

Inzet bodem- en grondwatersysteem

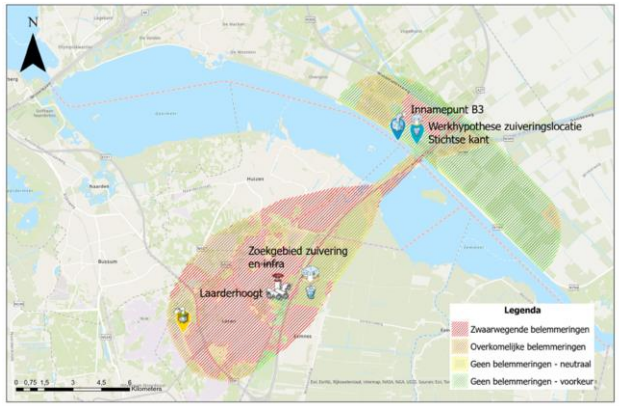
Net zoals bij de andere alternatieven zal in alternatief ARK-M 3 Mm^3 per jaar aan grondwater worden gewonnen.

In geval er een calamiteit optreedt schakelt WAAG in het alternatief ARK-M volledig over op grondwaterwinning, waarbij het uitgaat van een maximale duur van de innamestop van 2 weken, omdat dit voldoet voor calamiteiten in het Amsterdam-

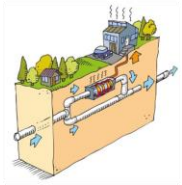
Rijnkanaal. 67% van het grondwater komt dan uit winveld Laarderhoogt en 33% uit winveld Huizen. Na een innamestop vindt er geen aanvulling van het grondwatersysteem plaats.

Er wordt in dit alternatief geen gebruik gemaakt van bodempassage. Het is onpraktisch, om de deelstroom conventioneel eerst naar Laarderhoogt te pompen en daarna weer terug naar de zuivering voor opmenging met de deelstroom membranen.
De bestaande putten op Laarderhoogt worden behouden. Daarnaast worden er 29 winputten bijgeplaatst voor de calamiteitenvoorziening. winveld Huizen blijft ongewijzigd.

3.3 Alternatief Randmeren Zuid Membranen (RMZ-M)



- **Geen bodempassage,**
- **Calamiteit: 4 maanden met aanvullen**

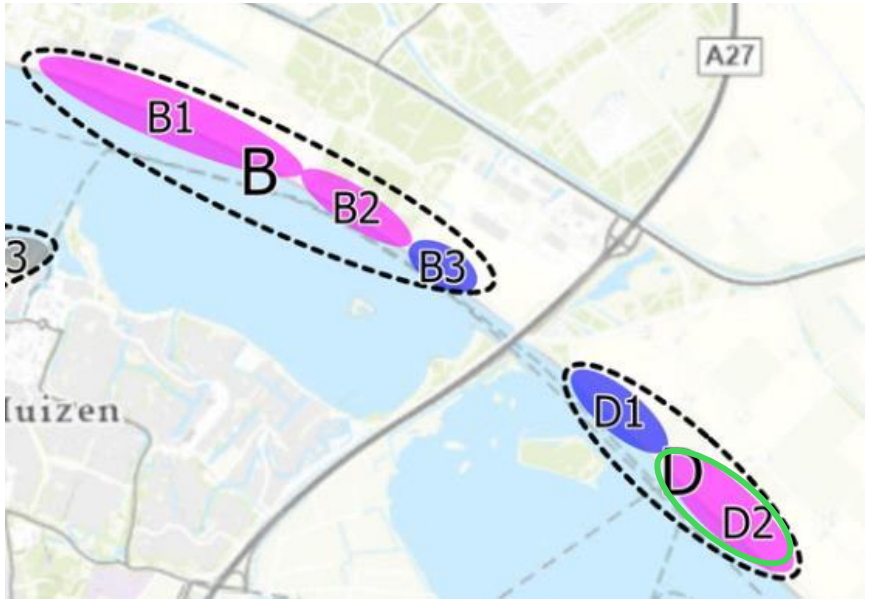


Synergie: warmtewinning

Figuur 3.8: Alternatief RMZ-M met indicatie van innamelocatie (voor een grotere weergave zie bijlage)

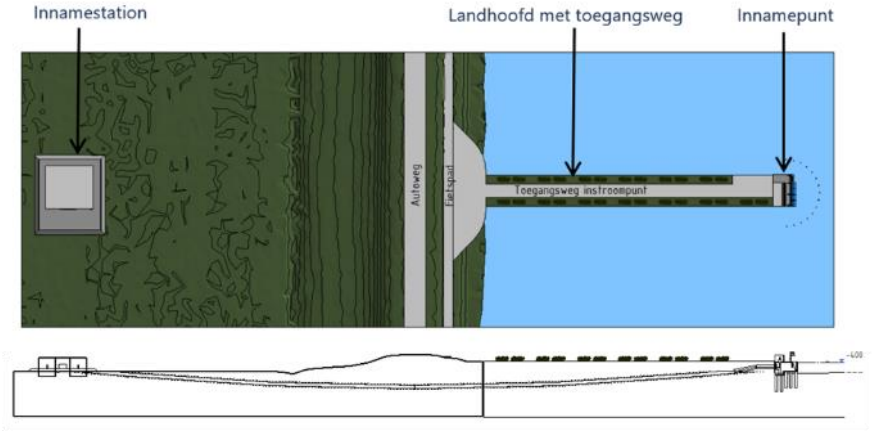
Bron en inname

Alternatief RMZ-M heeft een innamepunt in Randmeer Zuid. Tussen Randmeer Zuid en het aangrenzende vaste land ligt een dijk. Het kruisen van deze dijk is een cruciaal onderdeel voor de technische uitwerking van het ontwerp van de inname en beperkt daardoor ook de mogelijke locaties waarop inname mogelijk is. Er zijn namelijk een aantal specifiek eisen waarop een dijk mag worden doorkruist. Dit heeft ertoe geleid dat alleen in deelgebied D2 voldoende ruimte is tussen de dijk en de vaargeul om een innamepunt in te passen. Deze locatie wordt voor alternatief RMZ-M aangehouden.



Figuur 3.9: Deelgebied D2 (groen) geschikt voor innamepunt

Daarnaast zijn er meerdere technische ontwerpen voor de dijkkruising uitgewerkt. Op basis van gesprekken met het Waterschap Zuiderzeeland zijn er twee varianten als kansrijk beoordeeld, beide met een gestuurde boring; één met een landhoofd buiten de beschermingszone van de dijk (variant 1) en één met een 'opkomer' buiten de beschermingszone van de dijk (variant 2). Variant 1 wordt voor nu als voorkeur aangehouden voor alternatief RMZ-M, omdat deze minder gevoelig is voor verstopping en gemakkelijker onderhoudbaar is dan variant 2, die grotendeels onder het wateroppervlak ligt.



Figuur 3.10: Schetsontwerp innamevariant met gestuurde boring en landhoofd buiten de beschermingszone van de dijk.

Zuivering en reststromen

RMZ-M gaat voor het zuiveringsproces uit van volstroom membraanfiltratie. Hierdoor blijft er een reststroom over die geloosd moet worden op een groot oppervlaktewater op voldoende afstand van het innamepunt mogelijk wordt dit alleen vergund met een verplichting om het concentraat in de toekomst te behandelen, zodra dat economisch/milieutechnisch verantwoord wordt bevonden. Daarom wordt in de alternatieven met membraanfiltratie ruimte gereserveerd voor een eventuele concentraatbehandeling. Voor RMZ-M geldt een ruimtereservering van 0,5 hectare. Het totale ruimtebeslag van de zuivering komt neer op 10 hectare, waarvan 6 hectare bebouwd. De hoeveelheid bebouwing is gebaseerd op een technisch vlekkenplan, waarin rekening is gehouden met maximale bouwhoogtes, zichtlijnen vanuit de omgeving en andere relevante uitgangspunten. Voor de uitstraling naar de omgeving is een zakelijke inpassing aangehouden, voornamelijk omdat we als werkhypothese aanhouden dat de zuivering gesitueerd gaat worden op het industrieterrein Stichtse Kant, vanwege de planologische geschiktheid. De zakelijke inpassing is terug te zien in bijvoorbeeld de functionele indeling van ruimtes, die zorgt voor een optimale werkomgeving. Een sfeerimpressie van deze inpassing staat hieronder. Deze impressie is niet gerelateerd aan een specifieke locatie in of rondom Stichtse Kant.



Figuur 3.11: Zakelijke inpassing zuiveringslocatie

Op basis van het technische vlekkenplan is ingeschat wat de benodigde elektrische vermogens zijn voor de zuiveringsonderdelen. Voor een zuiveringsproces via volstroom membranen is het benodigde vermogen voor de elektriciteitsaansluiting ongeveer 13 MVA. Aansluitingen hoger dan 10 MVA hebben een maatwerkaansluiting nodig van de netbeheerder.

Infrastructuur

Alternatief RMZ-M heeft een totaallengte van circa 69 km aan tracé. Hiervan wordt circa 9,2 km geboord in het geval het tracé grote infrastructuur moet kruisen of Natura 2000-gebieden of kleine clusters bebouwing kruist. De rest van het tracé wordt gegraven. Dit is circa 57 km. Het randmeer wordt overgestoken via de berm van de A27. Het hele tracé wordt dubbel wordt uitgevoerd om leveringszekerheid te garanderen (2 x 28,5 km). Vanaf pompstation Laarderhoogt wordt het drinkwater geleverd aan de drinkwaterbedrijven. Op kaart ziet dat er zo uit:



Figuur 3.12: Transportinfrastructuur RMZ-M

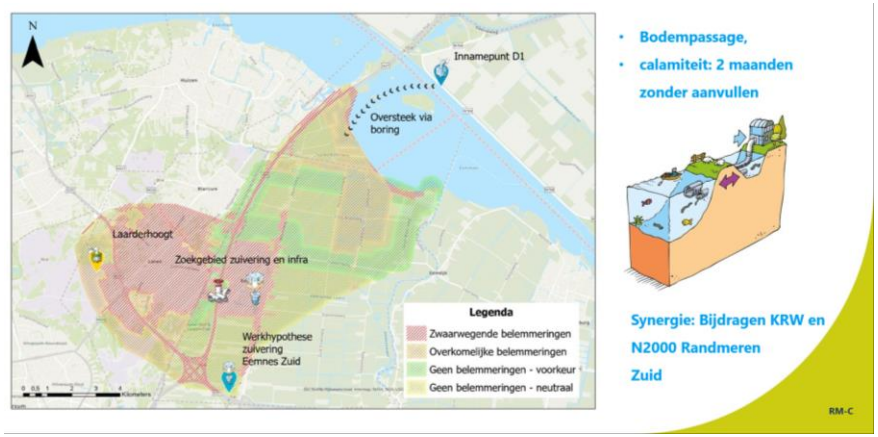
Inzet bodem- en grondwatersysteem

Net zoals bij de andere alternatieven zal in alternatief RM-M 3 Mm^3 per jaar aan grondwater worden gewonnen.

In geval er een calamiteit optreedt schakelt WAAG in het alternatief RM-M volledig over op grondwaterwinning, waarbij het uitgaat van een maximale duur van de innamestop van 4 maanden. 75% van het grondwater komt dan uit winveld Laarderhoogt en 25% uit winveld Huizen. Na afloop van de innamestop wordt het grondwatersysteem weer aangevuld door tijdelijk drinkwater uit de zuivering te infiltreren. Infiltratie gebeurt uitsluitend via het pompstation Laarderhoogt. Het geïnfiltreerde water wordt in de jaren daarna weer onttrokken tijdens reguliere winning.

Net zoals het alternatief ARK-M wordt er in dit alternatief geen gebruik gemaakt van bodempassage. Dat is bij volledige zuivering via membranen niet nodig. De bestaande putten op Laarderhoogt worden behouden. Daarnaast worden er 29 winputten bijgeplaatst voor de calamiteitenvoorziening. winveld Huizen blijft ongewijzigd.

3.4 Alternatief Randmeren Zuid Conventioneel (RMZ-C)



Figuur 3.13: Alternatief RMZ-C met indicatie van innamelocatie (zie bijlage voor grotere weergave)

Bron en inname

Voor alternatief RMZ-C is hetzelfde innamepunt aangehouden als alternatief RMZ-M. Dit betekent inname in gebied D2, aan de noordzijde van randmeer Zuid met als ontwerp een gestuurde boring en landhoofd buiten de beschermingszone van de dijk.

Zuivering en reststromen

In de polder komt een voorzuivering, zo dicht mogelijk bij het innamepunt. Voorzuivering is nodig, omdat de hoofdzuivering op meer dan 3 kilometer van het innamepunt komt te liggen. Zuivering zal moeten plaatsvinden binnen het zoekgebied in figuur 3.13; voor de uitwerking van het alternatief is als werkhypothese aangenomen een locatie nabij het knooppunt Eemnes. Het is een conventioneel zuiveringsproces, inclusief compacte bodempassage als tweede desinfectiestap. Met conventionele zuivering is er geen reststroom. Inzicht in de vergunbaarheid van concentraatlozing is daarom niet nodig voor dit alternatief. De zuiveringslocatie heeft ongeveer 10 hectare grond nodig, waarvan 5 hectare aan bebouwing. De hoeveelheid bebouwing is gebaseerd op een technisch vlekkenplan, waarin rekening is gehouden met maximale bouwhoogtes, zichtlijnen vanuit de omgeving en andere relevante uitgangspunten. Voor de uitstraling naar de omgeving is een landelijke inpassing aangehouden. Dit is terug te zien in bijvoorbeeld het behoud van de structuur van het landschap bij de inrichting van het terrein. De bebouwing sluit aan bij het agrarische landschap. Een sfeerimpressie van deze inpassing staat hieronder. Deze impressie is niet gerelateerd aan een specifieke locatie in of rondom knooppunt Eemnes.



Figuur 3.14: sfeerimpressie zuiveringslocatie RMZ-C

Infrastructuur

Alternatief RMZ-C volgt grotendeels dezelfde route als alternatief RMZ-M, maar gaat uit van een gestuurde boring onder het Eemmeer om effecten op de bermen van de A27 te beperken. Alternatief RMZ-C heeft een totaallengte van circa 69 km aan tracé. Hiervan wordt circa 14 km geboord; niet alleen onder het Eemmeer door, maar ook waar het tracé grote infrastructuur moet kruisen of Natura 2000-gebieden of kleine clusters bebouwing kruist. De rest van het tracé wordt gegraven. Dit is circa 55 km. Het hele tracé wordt dubbel wordt uitgevoerd om leveringszekerheid te garanderen (2 x 27,5 km). Vanaf pompstation Laarderhoogt wordt het drinkwater geleverd aan de drinkwaterbedrijven. Op kaart ziet dat er zo uit:

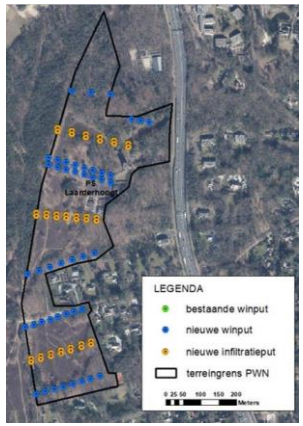


Figuur 3.15: Transportinfrastructuur alternatief RMZ-C

Inzet bodem- en grondwatersysteem

Ook in het alternatief RMZ-C schakelt WAAG in geval van een calamiteit volledig over op grondwaterwinning, waarbij het uitgaat van een maximale duur van de innamestop van 2 maanden. 67% van het grondwater komt dan uit winveld Laarderhoogt en 33% uit winveld Huizen. Na een innamestop vindt er geen aanvulling van het grondwatersysteem plaats.

Compacte bodempassage wordt ingezet, wat betekent dat de huidige grenzen van het puttenveld bij PS Laarderhoogt worden aangehouden. De volledige stroom aangevoerd water wordt hier geïnfiltreerd en na ongeveer 20 dagen weer opgepompt. De bestaande putten bij PS Laarderhoogt worden verlaten. Er worden 45 winputten en 40 infiltratieputten gerealiseerd in rijen, gericht op het maximaliseren van een minimale reistijd van 20 dagen. Winveld Huizen blijft ongewijzigd.



Figuur 3.16: Puttenconfiguratie Laarderhoogt RMZ-C alternatief



4. Eerste onderzoeksresultaten

De alternatieven vormen de basis voor het trechteren naar een voorkeursalternatief voor WAAG. Bij het uitwerken van de alternatieven zijn een aantal ‘eerste onderzoeksresultaten’ naar voren gekomen, die van belang zijn voor het trechteringsproces. In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste inzichten beschreven.

4.1 Bron en inname

Op basis van een analyse van data uit waterkwaliteitsmonitoring, aquatisch ecologisch onderzoek en hydraulisch modelonderzoek is de waterkwaliteit van het ARK en de Randmeren Zuid nader bekeken. Het ARK is een geschikte en bewezen bron voor drinkwaterproductie. De watersysteemtoestand van de Randmeren Zuid is nu nog helder, maar er bestaat een risico op omslag naar een troebel systeem. Er is sprake van een instabiele situatie en wanneer het systeem omslaat naar een troebel systeem, dan zijn Randmeren Zuid ongeschikt om via een direct zuiveringsproces drinkwater van te maken. Of dit systeem omslaat is afhankelijk van de zogenaamde P-belasting (hoeveelheid fosfaat in een waterlichaam) op het systeem. Uit de onderzoeken blijkt dat deze belasting in de huidige situatie circa 3 x zo groot is als de draagkracht van het systeem. De verwachting is daarom dat de Randmeren Zuid al in een troebele toestand zouden moeten verkeren, maar dankzij de mosselpopulatie in de Randmeren Zuid – die zorgen voor een helder ecosysteem met waterplanten – is dit nog niet gebeurd. Echter, zolang deze P-belasting hoger blijft dan de kritische grenzen is de kans op permanente omslag naar een troebel systeem zeer groot. Uit recente metingen is gebleken dat de er momenteel minder mosselen aanwezig zijn en dat het doorzicht is afgenomen. De meest recente waterplantenkartering uit 2024 laat zien dat de totale bedekking flink is afgenomen sinds 2018. Dit zijn sterke aanwijzingen dat het watersysteem gaat omslaan of al bezig is om te slaan naar een troebele toestand.

4.2 Zuivering en reststromen

4.2.1 Keuze zuiveringsproces

In loop 1 van de verkenning is een eerste aanzet gedaan voor een MKI berekening[4], deze is in loop 2 nauwkeuriger berekend. De bevindingen zijn in lijn met die van loop 1, waaruit volstroom membraanfiltratie een hoge MKI (ongunstig) heeft. Naast een MKI is in loop 2 ook gekeken naar de kosten die gepaard gaan met het zuiveringsproces. Volstroom membraanfiltratie brengt ten opzichte van een conventioneel zuiveringsproces hoge kosten met zich mee, omdat membranen kostbaar zijn en in de bedrijfsvoering veel chemicaliën en energie vragen.

Ten aanzien van de toekomstbestendigheid van de zuiveringsprocessen blijkt dat een conventionele zuivering minder toekomstbestendig is dan membraanfiltratie, omdat een conventioneel zuiveringsproces inflexibel is voor nieuwe stoffen en nieuwe normen (zoals PFAS). Membraanfiltratie, en met name volstroom membraanfiltratie, is zeer geschikt voor als zuiveringsproces voor nieuwe stoffen en nieuwe normen.

4.2.1 Zuiveringslocatie

Onafhankelijk van de terreinvorm, het zuiveringsproces en het inpassingsprincipe is er circa 10 hectare nodig. De inpassing van een dergelijk terrein lijkt bij de Randmeren Zuid minder complex dan in het gebied tussen het ARK en de heuvelrug. Dit komt omdat er bij de Randmeren Zuid relatief minder

[4] MKI is een indicator (in euro’s) die de totale milieubelasting van een product, materiaal of bouwwerk over de volledige levenscyclus weergeeft.

beschermingsregimes voor onder andere natuur en cultuurhistorie aanwezig zijn dan bij het gebied rond het ARK. Bij het ARK zal inpassing bijzonder complex zijn, vanwege de vele en zware beschermingsregimes (Natura 20000 en NNN) die in het gebied van toepassing zijn. Het kaartje bij de volgende paragraaf laat dat ook zien.

4.3 Infrastructuur

Ten aanzien van de aan te leggen infrastructuur is een eerste 'botsproef' met natuurgebieden gedaan. Hieruit blijkt dat de alternatieven met het ARK als bron veel interactie hebben met Natura 2000 en NNN. Circa 8,7 km door NNN, 1,2 km door N2000 en 2,2 km grenzend aan N2000. De alternatieven die de Randmeren Zuid als bron hebben, hebben minder interactie met NNN en N2000. Er wordt geen Natura 2000-gebied doorkruist en circa 3,3 km doorkruist NNN. De verdubbeling van de leiding naar Weesperkarspel volgt wel deels het tracé van de ARK-alternatieven.



Figuur 4.1: Leidingen loop 2 in relatie tot natuurgebieden

4.4 Synergiekansen

Met het onderzoek van de alternatieven zijn ook vier synergiekansen uitgewerkt:

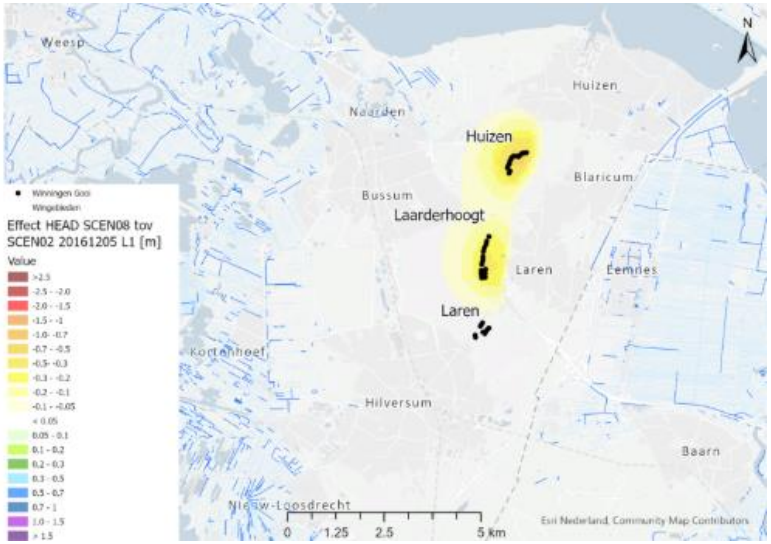
- Bijdragen aan beperking wateroverlast
- Herstel natte natuur in gebieden met kweltoename
- Toepassing aquathermie
- Bijdragen aan ecologische kwaliteit watersysteem

Deze paragraaf geeft de uitwerking en eerste onderzoeksresultaten.

4.4.1 Bijdragen aan beperking wateroverlast

Op verzoek van gemeenten is onderzocht of een grotere grondwaterwinning in de winter bijdraagt aan een kleinere kans op grondwateroverlast in natte perioden. Daartoe is de winning in het najaar verdubbeld van 0,25 Mm3/mnd naar 0,5 Mm3/mnd en de rest van het jaar naar rato verlaagd om op een jaarsom van 3Mm3 te komen.

Dit leidt tot een verlagingsbeeld, zoals weergegeven in figuur 4.2.



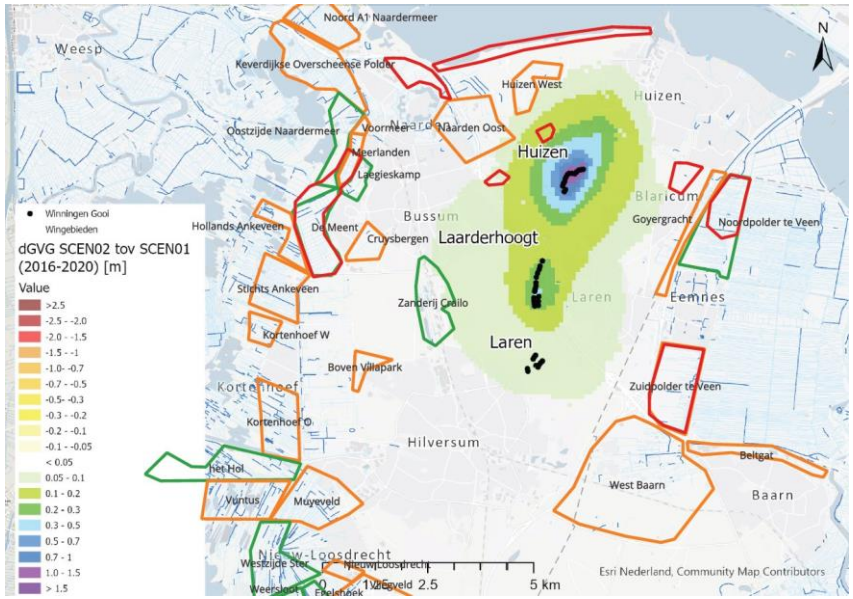
Figuur 4.2: indicatie van extra verlaging door i najaar extra te onttrekken

Te zien is, dat de verlagingen buiten het pompstationterrein kleiner dan 10 cm zijn en niet reiken tot in de gebieden waar recent sprake was van overlast.

Deze synergiekans heeft dus geen meerwaarde.

4.4.2 Herstel van natte natuur

Met het grondwatermodel is berekend waar toename van kwel kan optreden, zie figuur 4.3.

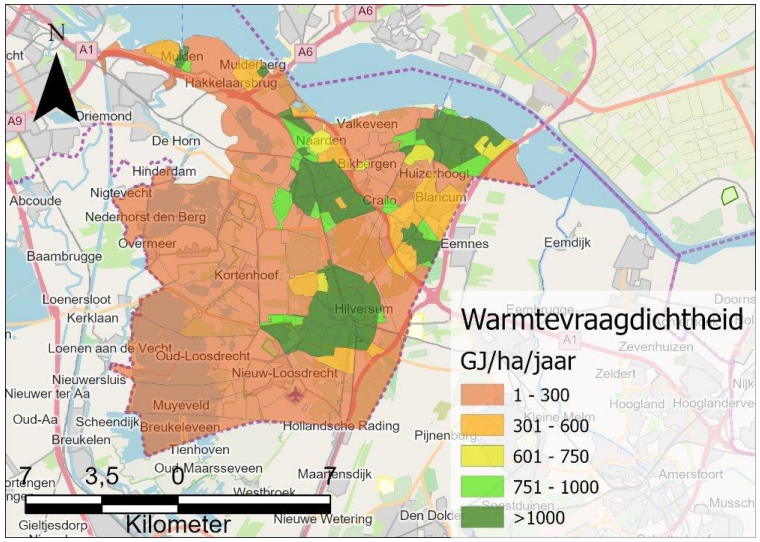


Figuur 4.3 kweltoename en ligging van natte natuur.

Bij de zanderijen Crailo, Bikbergen en in gebieden rond Huizen is sprake van kweltoename. Met betreffende terreinbeheerders start in loop 3 het gesprek over de mogelijkheden van natuurherstel.

4.4.3 Toepassen aquathermie

Doordat in het systeem van WAAG veel water wordt verpompt, wordt het aantrekkelijk om via een warmtewisselaar dit water enkele graden af te koelen en de daarbij vrij komende warmte nuttig te gebruiken. Verkend is waar sprake is van relevante warmtevraag. Dit is weergegeven in figuur 4.4.



Figuur 4.4: indicatie van de warmtevraag in de kern van projectgebied WAAG

De warmtevraag in nieuwe te ontwikkelen woongebieden (zoals bij Almere) is niet op kaart aangegeven bij gebrek aan gegevens. Wel is de verwachting dat de warmtevraag van nieuwe woongebieden klein zal zijn, vanwege de energie-neutrale invulling van nieuwbouw. Over de warmtevraag in Eemnes ontbraken gegevens.

De conclusie is, dat toepassing van aquathermie de moeite waard is om verder te verkennen.

4.4.4 Bijdragen aan ecologische kwaliteit watersysteem

Project WAAG heeft contact gehad met programma PAGW. Daaruit kwamen niet direct kansrijk maatregelen naar voren, anders dan het visvriendelijk ontwerpen van de innamewerken, aangevuld met het vispassages tussen Randmeren Zuid en de Flevopolder. Op kleinere schaal zijn er wel kansen voor waterkwaliteit en natuur bij het inrichten van het innamepunt met een geleidelijke land water overgang met rietzones aan beide zijden van de getekende dam.

5. Verdiepingsslag

Naar aanleiding van de eerste onderzoeksresultaten is op twee aspecten een verdiepingsslag uitgevoerd, om te verkennen of negatieve effecten te beperken zijn:

- bij de Randmeren Zuid naar mogelijkheden om het risico op systeemomslag te verminderen;
- bij de ARK-alternatieven naar mogelijkheden om de effecten op natuurwaarden te verkleinen.

5.1 Randmeren Zuid

Verschillende maatregelen zijn verkend om een eerste beeld te krijgen hoe drinkwaterproductie vanuit de Randmeren Zuid op de lange termijn wél zeker gesteld kan worden.

5.1.1 Systeemmaatregelen

Fosfaatbelasting terugbrengen

De fosfaatbelasting terugbrengen als systeemmaatregel betekent dat we niet alleen lokaal bij de inname voor de drinkwatervoorziening, maar op het hele Randmeer Zuid proberen de fosfaatbelasting omlaag te brengen. Hiervoor is een analyse gedaan en is doorgerekend hoeveel fosfaat een defosfateringsinstallatie (DFI) kan filteren uit een waterstroom. Hiervoor is gekeken naar de grote bronnen die op het Eemmeer lozen; dit zijn de Eem en de Nijkerkersluis. De grootste bron van belasting op het Gooimeer is het Eemmeer. Daarbij is al optimistisch uitgegaan van een forse verwijdering (circa 60% reductie tot een ondergrens van 0,1 mg P/l) van het fosfaat in deze aanvoerstromen.

Uit de berekeningen blijkt echter dat zelfs met grootschalige maatregelen op de toevoer de externe fosfaatbelasting van Eem- en Gooimeer nog ruim boven de kritische grenzen blijft. De P-belasting blijft veel te hoog om een stabiel helder systeem af te dwingen; daarmee kan defosfateren op systeemschaal niet garanderen dat de meren in de toekomst helder blijven en dus geschikt zijn als betrouwbare drinkwaterbron.

Waterharmonica (helofytenfilters)

Een waterharmonica (helofytenfilter) is een groot stelsel van met planten begroeide waterlopen en vijvers waar het water doorheen stroomt en zo natuurlijk wordt gezuiverd. De minimale benodigde omvang van een waterharmonica op de schaal van WAAG is ongeveer 95 hectare.

Zelfs met zo'n zeer groot ruimtebeslag is de verwijdering van nutriënten in de praktijk onzeker en seizoensafhankelijk: 's winters lagere efficiëntie, weinig stuurbaar. Daardoor kan de fosfaatbelasting van de Randmeren Zuid niet voldoende en niet betrouwbaar worden verlaagd om een stabiel helder systeem af te dwingen. De combinatie van onzekere verwijderingsresultaten, beperkte stuurbaarheid en het grote ruimtelijke beslag maakt een waterharmonica op systeemschaal geen kansrijke maatregel om de Randmeren Zuid geschikt en betrouwbaar te maken als drinkwaterbron.

Mosselpopulatie ondersteunen en vergroten

Het inzetten van mosselen zou een methode kunnen zijn om water van een goede kwaliteit te verkrijgen, aangezien de historische goede en helder toestand van het Gooi- en Eemmeer te danken is aan de filterende capaciteit van de aanwezige quagga- en driehoeksmossel. Op dat schaal van WAAG betekent dit dat we de filterende capaciteit van een hele grote mosselpopulatie inzetten om algen uit het water van de Randmeren Zuid te verwijderen. Daarvoor zijn ongeveer 100 miljoen

mosselen nodig. Twee varianten zijn hiervoor bekeken: bodemkweek (op de bodem van het meer) en hangculturen (mosselen hangend aan lijnen in de waterkolom). Bij bodemkweek is voor deze schaal circa 6,5 hectare nodig, bij hangculturen ongeveer 1 hectare.

Uit de analyse blijkt dat zo'n systeem op deze schaal in de praktijk niet als kansrijk wordt gezien. De belangrijkste redenen zijn:

- Het in stand houden van voldoende volwassen mosselen is complex. Mosselen hebben een beperkte levensduur (ongeveer 2 jaar), jonge mosselen filteren veel minder, en er moet continu een populatie met verschillende generaties aanwezig zijn om stabiel te kunnen blijven filteren.
- De populatie is kwetsbaar voor ziektes, parasieten, ophoping van pseudofaeces en eventuele problemen met geschikt substraat; bij bodemkweek moeten kunstmatige structuren worden aangelegd, die zelf weer onderhoud en vervanging vragen.
- De bedrijfsvoering is zeer arbeidsintensief en gevoelig voor externe factoren (stormen, verstoring, diepteligging), zeker bij hangculturen.

Doorstroming vergroten

Via versterkte doorstroming vanuit het Nijkerkernauw zou de kwaliteit van het Eemmeer kunnen worden bevorderd, omdat het Nijkerkernauw nu een goede kwaliteit heeft. Die goede kwaliteit is te danken aan de toestroom van drainagewater vanaf de Veluwe. Een versterkte doorstroming vraagt echter aanvoer van andere waterbronnen naar het Nijkerkernauw, waarmee de kwaliteit van dit water achteruitgaat en dat staat haaks op de KRW-doelen.

Concluderend: alle varianten voor verbetering van het systeem geven te weinig garantie voor een risicoloos innamepatroon.

5.1.2 Maatregelen drinkwatervoorziening

Diep bekken en circulatie

Een waterbekken met circulatie (ook: diep procesbekken met circulatie) is een afgesloten deel van het Gooimeer dat speciaal wordt ingericht voor de productie van helder innamewater. Het procesbekken wordt met dijken volledig geïsoleerd van het omliggende, algenrijke randmeerwater, zodat er geen vermenging optreedt. Binnen dat procesbekken wordt het water continu verticaal gemengd met beluchters: algenrijk water wordt naar grote diepte gebracht, waar door lichtlimitatie de algen afsterven. Het bekken fungeert daarmee ook als bezinkput. Dit diepe procesbekken is circa 20 m diep (alleen in het Gooimeer haalbaar) met een verblijftijd van ongeveer 100 dagen, waarvoor grofweg 50 ha oppervlak nodig is; de oevers kunnen natuurvriendelijk worden ingericht en het bekken is niet bevaarbaar, waardoor het ook rustgebied voor vogels kan zijn.

Een procesbekken levert kwaliteitsafvlakking, natuurlijke zuivering (afsterven van algen, afdoding micro-organismen, nitrificatie) en extra reactietijd als er een calamiteit in het inlaatwater optreedt. Voor effectieve algenbeheersing via circulatie is een mengdiepte van minstens 15 m nodig; bij een voldoende diep bekken en volledige isolatie zijn de processen in het bekken goed stuurbaar richting helder, algenarm water, bijvoorbeeld via sturing van beluchting en eventueel defosfatering bij inlaat.

Het waterbekken wordt gezien als één van de maatregelen met hoge leveringszekerheid.

Middeldiep procesbekken en defosfateren

Net als bij de vorige maatregel is een middeldiep procesbekken een afgesloten deel van het Randmeer Zuid (bijvoorbeeld in het Eemmeer) waarin water wordt opgeslagen voor drinkwaterproductie. Het bekken wordt zo geïsoleerd dat er geen vermenging meer plaatsvindt met het algen- en fosfaatrijke omliggende water uit het Randmeer Zuid. Vervolgens wordt het inlaatwater naar het bekken eerst verregaand gedefosfateerd (via een technische defosfateringsinstallatie), tot ongeveer 0,03 mg P/l, zodat in het bekken fosfaatlimitatie optreedt en daardoor geen algenbloei kan ontstaan.

Omdat door deze fosfaatlimitatie algenbloei wordt voorkomen, hoeft het procesbekken niet extreem diep te zijn: een “middeldiep” bekken is voldoende. Daarmee wordt aanleg in het Eemmeer mogelijk gemaakt, waar de maximale diepte circa 10 m is. Bij deze diepte is voor de gewenste verblijftijd en capaciteit een oppervlak van ongeveer 100 ha nodig. De randen kunnen natuurvriendelijk worden ingericht en het bekken is niet bevaarbaar, waardoor het ook als rustgebied voor vogels kan fungeren.

Het middeldiep procesbekken met defosfateren wordt gezien als één van de maatregelen met hoge leveringszekerheid.

Innemen uit oppervlaktewater in Flevoland

In zuidelijk Flevoland treedt veel kwel op, wat mogelijk een goede kwaliteit heeft (arm aan nutriënten, maar mogelijk verhoogd zoutgehalte). Deze kwel zal voornamelijk in de diepe, grote watergangen optreden en daar de kwaliteit verbeteren ten opzichte van regulier water in een landbouwgebied. In zuidelijk Flevoland is een deel van het landgebruik al natuurgebied en wordt het aandeel landbouw in het grondgebruik steeds kleiner door stedelijke ontwikkelingen. Dat maakt het de moeite waard om als verdieping (nog eens) te verkennen of inname uit het oppervlaktewatersysteem van Flevoland een terugvaloptie kan zijn voor inname uit het Randmeer Zuid: voldoet de kwaliteit, is er voldoende water beschikbaar?

Naar aanleiding hiervan is nader onderzocht of inname uit oppervlaktewater in Flevoland een geschikte maatregel is voor het produceren van drinkwater. Uit de nadere analyse blijkt dat dit Flevolandse oppervlaktewater duidelijk slechter is dan die van de overige WAAG-bronnen: chloride en sulfaat liggen boven de drinkwaternorm en de concentraties microverontreinigingen, inclusief PFAS, zijn hoog. Bovendien zijn de hoogtes van de concentraties van deze stoffen in het water in de tijd zeer grillig, waardoor het lastig is om een zuivering robuust te dimensioneren voor alle omstandigheden.

Deze maatregel is dus niet kansrijk.

5.1.3 Conclusie maatregelen Randmeren Zuid

Alle onderzochte systeemmaatregelen op de Randmeren Zuid – grootschalig defosfateren van het hele systeem, waterharmonica’s en het ondersteunen van mosselpopulaties – bieden onvoldoende zekerheid voor een stabiel helder meer. Zelfs bij een forse en optimistische reductie van fosfaat in de hoofdaanvoeren blijft de fosfaatbelasting in Eem- en Gooimeer ruim boven de kritische grens voor een robuust helder systeem, terwijl waterharmonica’s op de benodigde schaal veel ruimte vragen en in werking seizoensafhankelijk en lastig stuurbaar zijn, en een grootschalige mosselpopulatie ecologisch en operationeel kwetsbaar is. Daarmee geven alle systeemvarianten te weinig garantie op een risicoloos en leveringszeker innamepatroon uit het open meer.

Een alternatieve bron in de regio, namelijk inname uit het oppervlaktewatersysteem van Flevoland, is ook nader onderzocht als primaire bron voor WAAG. Uit de nadere analyse blijkt echter dat dit water kwalitatief duidelijk slechter is dan de andere

WAAG-bronnen, met chloride- en sulfaatgehalten boven de drinkwaternorm en hoge, sterk wisselende concentraties microverontreinigingen, waaronder PFAS. De tussenconclusie is daarom dat oppervlaktewater uit Flevoland niet geschikt is.

Versterken van de toestroom vanuit het Nijkerkernauw is niet kansrijk, omdat dit afbreuk doet aan de huidige goede kwaliteit van dit randmeer.

Een aantal maatregelen die specifiek zijn gericht op de drinkwatervoorziening zelf, laten een ander beeld zien. In die categorie laten het diepe procesbekken met circulatie in het Gooimeer en het middeldiepe procesbekken met defosfatering (ook mogelijk in het Eemmeer) zien dat innamewater met voldoende en stuurbare kwaliteit realiseerbaar is. Door een deel van het Randmeer Zuid af te sluiten en de waterkwaliteit binnen dat bekken actief te sturen – via menging op grote diepte of via vergaande defosfatering en fosfaatlimitatie – kan een stabiele, algenarme en leveringszekere bron worden gecreëerd, met bijkomende voordelen zoals natuurlijke zuivering en extra reactietijd bij calamiteiten. Beide varianten zijn daarom aangemerkt als maatregelen met hoge leveringszekerheid.

5.2 Natuur

Uit de beoordeling van de alternatieven (hoofdstuk 4) blijkt dat de benodigde transportleidingen en de zuiveringslocatie effect hebben op natuur. De ARK-varianten hebben veel invloed op Natura 2000 en NNN. Circa 1,2 km doorkruist Natura 2000-gebied, 2,2 kilometer grenst aan Natura 2000-gebied en circa 8,7 km doorkruist NNN. Rekening houdend met de breedte van de werkstrook die nodig is, wordt het areaal aan natuurschade geschat op 45 tot 50 ha. De Randmeren Zuid hebben minder invloed op Natura 2000 en NNN. Er wordt geen Natura 2000-gebied doorkruist en circa 3,3 km NNN doorkruist. Het areaal aan natuurschade is geschat op 35 tot 40 ha. Deze natuurschade dient te worden gemitigeerd of gecompenseerd, met een mogelijke opslag vanwege het grote aandeel bos.

Daarbij dient gezegd dat er nog veel optimalisaties van de huidig ingetekende tracés mogelijk zijn. Dit is weer van invloed op de effecten op natuur. Hetzelfde geldt voor de mogelijke locaties voor een zuivering. Door stakeholders zijn meerdere mogelijke locaties aangedragen. Nader onderzoek is nodig om te kunnen bepalen welke locatie van een zuivering het meest geschikt is. De impact op natuur weegt ook mee in deze keuze.

Bij de ARK-alternatieven is in alle gevallen elektrisch werken vereist, gezien de zeer geringe afstand tot stikstofgevoelige natuur. Bij de Randmeer Zuid-alternatieven is de afstand tot stikstof gevoelige natuurgebieden groter.

6. Beoordeling alternatieven

Met de eerste onderzoeksuitkomsten uit hoofdstuk 4 en de inzichten uit de verdiepingen uit hoofdstuk 5 , zijn de alternatieven met elkaar vergeleken. Dit is gedaan op basis van het afwegingskader van WAAG, zoals opgenomen in paragraaf 2.2. Elke bouwsteen uit het betreffende alternatief is langs alle criteria uit het afwegingskader gelegd en beoordeeld. In de onderstaande effectbeoordeling zijn alleen de dominante beoordelingen opgenomen: criteria met een onderscheidende beoordeling voor de verschillende alternatieven en/of een uitgesproken oordeel (++ of - -). Voor een uitgebreide toelichting op de vergelijking van de alternatieven verwijzen we naar de verschillende deelrapporten die voor loop 2 zijn opgesteld.

6.1 ARK-C

Totaaloordeel alternatief: - -

Bouwsteen: bron en inname **Beoordeling bouwsteen:** ++ **Belangrijkste argumenten:** Voor ARK-C wordt gebruikgemaakt van het bestaande innamepunt uit het Amsterdam-Rijnkanaal bij Nieuwersluis. Deze bron is gekoppeld aan een groot, sterk doorstromend hoofdvaarwegstelsel en is al jarenlang in gebruik voor de bestaande drinkwaterproductie via de Waterleidingplas en suppletie richting Loosdrechtse Plassen, waardoor de beschikbaarheid van voldoende water en de bedrijfszekerheid in de praktijk zijn aangetoond. In de totaalbeoordeling voor ARK-C wordt daarom geconcludeerd dat de bron voldoende water heeft en de kans op verstoringen, zeker op langdurige verstoringen, klein is. De combinatie van het robuuste kanaalsysteem, de bestaande inname-infrastructuur en de ervaring uit de huidige bedrijfsvoering zorgt ervoor dat de leveringszekerheid als hoog wordt beoordeeld. Wendbaar is de keuze voor ARK niet. Het is namelijk geen nieuwe bron voor Waternet en PWN. In geval van een innamestop bij het ARK kan WAAG overschakelen naar grondwater, maar is er voor andere innames geen alternatief.
Bouwsteen: Zuiveringstechniek **Score:** - **Belangrijkste argumenten:** Het ontwerp, de bouw en de bedrijfsvoering van de zuivering bij ARK-C is relatief eenvoudig en bedrijfszeker, maar het systeem is inflexibel voor nieuwe stoffen en toekomstige normen (zoals PFAS) en er is geen ruimtereservering voor nieuwe processen. Het is dus goed maakbaar, maar weinig toekomstgericht.

Bouwsteen: zuiveringslocatie **Score:** - - **Belangrijkste argumenten:** De zuivering was geprojecteerd op het bestaande terrein van Waternet in Loenderveen, om in het alternatievenonderzoek waar mogelijk opties voor inpassing van WAAG op eigen terreinen mee te nemen. Verdere uitwerking van WAAG en de plannen van Waternet hebben laten zien, dat beide bij nader inzien niet combineerbaar zijn.
Bouwsteen: Infrastructuur **Score:** - - **Belangrijkste argumenten:** Het tracé doorkruist meerdere N2000-gebieden of loopt er dicht langs en raakt NNN gebieden, wat tijdens aanleg tot verstoring, water- en bodemeffecten en mogelijk blijvende natuurschade kan leiden. Dit leidt tot een complexe compensatieopgave, met name voor NNN bij Laarderhoogt. Daarnaast snijdt het tracé langs of door bestaande woningen en andere gebouwen, wat leidt tot hinder voor gebruikers en een complexe opgave voor zakelijke rechten en planologische borging. Bovendien zijn er veel boringen nodig in een gebied met slechte grondslag, waardoor de technische uitvoerbaarheid wel haalbaar is (bedrijven hebben ervaring), maar met verhoogde risico's, hogere kosten.
Bouwsteen: Grondwater – regulier **Score:** - - **Belangrijkste argumenten:** Bij ARK-C wordt de volledige 27 Mm^3/j vanwege de zuiveringsstap 'ruime bodempassage' bij PS Laarderhoogt geïnfiltreerd. Daarvoor zijn 45 winputten en 40 infiltratieputten nodig, verdeeld over het bestaande terrein plus ca. 20 ha extra. Dat vraagt, met daarmee substantiële ingrepen en natuureffecten buiten het wingebied Laarderhoogt. Naar verwachting zijn deze terreinen moeizaam verwerfbaar, ontbreekt een planologische basis en ontstaat er (zowel bij aanleg als gebruik veel natuurschade in NNN, wat samen zorgt voor een negatieve beoordeling. .
Bouwsteen: MKI **Score:** + **Belangrijkste argumenten:** Door de conventionele zuivering met ruime bodempassage is de behoefte aan chemicaliën beperkt. Dit leidt tot ongeveer 81% van de gemiddelde milieukosten van alle alternatieven, dus een gunstige MKI-score.
Bouwsteen: Kosten **Score:** ++ **Belangrijkste argumenten:** Uit het kostenrapport blijkt dat voor ARK-C de investeringskosten van de zuivering duidelijk lager liggen dan bij de membraan- of randmerenvarianten. Ook in de instandhoudingskosten over 49 jaar scoort de zuivering van ARK-C aanzienlijk gunstiger dan de alternatieven. Hoewel de transportinvestering bij ARK-C juist tot de hoogste behoort en ook de instandhoudingskosten voor transport aan de bovenkant van de bandbreedte zitten ten opzichte van

de andere alternatieven, drukken de relatief lage zuiveringskosten de totale levenscycluskosten per m^3. Daarmee wordt het kostennadeel van de dure en lange transportleiding financieel meer dan gecompenseerd.
Meerwaarde voor natuur en maatschappij (synergiekansen): Aan dit alternatief zijn alleen kansen te koppelen, die voor alle alternatieven gelden. Aquathermie is goed inpasbaar bij de vraaglocaties. De grootste aquathermie potenties zijn in Bussum-Zuid en (iets complexer) in Hilversum en de rest van Bussum. (beoordeling ARK-C: +). Daarnaast zijn er kansen voor natuurontwikkeling bij kweltoename. Er zijn enkele kleinere natuur(ontwikkelings)gebieden die hier mogelijkheid toe hebben (beoordeling ARK-C: +). Er kan geen bijdrage worden geleverd aan het bepreken van wateroverlast via extra winnen, omdat de verlagingen minimaal zijn en bovendien niet liggen in bebouwd gebied (beoordeling ARK-C: --). <
Aanvullende argumenten **Score:** NVT **Weerbaarheid is groot:** Het systeem bestaat grotendeels uit laagtechnologische processen (conventionele zuivering plus bodempassage). Daardoor is het systeem robuust tegen storingen in hoogtechnologische onderdelen en blijft de leveringszekerheid hoog. **Vergunbaarheid is complex:** De zuivering ligt pal naast N2000 en deels op NNN-gebied, hetgeen leidt tot areaal-effecten ter grootte van 40-50 ha en extra stikstofdepositie. Het transporttracé kruist of ligt langs meerdere N2000-gebieden en NNN (vooral bij Laarderhoogt), waardoor naar verwachting omvangrijke compensatie en een complexe vergunningprocedure voor natuur en planologie nodig zijn.

6.2 ARK – M

Totaaloordeel alternatief: +

Bouwsteen: Inname **Score:** ++ **Belangrijkste argumenten:** Voor ARK-M wordt, net als bij ARK-C, gebruikgemaakt van het bestaande innamepunt uit het Amsterdam-Rijnkanaal bij Nieuwersluis. Deze bron is gekoppeld aan een groot, sterk doorstromend hoofdvaarwegstelsel en is al jarenlang in gebruik voor de bestaande drinkwaterproductie via de Waterleidingplas en suppletie richting Loosdrechtse Plassen, waardoor de beschikbaarheid van voldoende water en de bedrijfszekerheid in de praktijk zijn aangetoond. In de totaalbeoordeling voor ARK-M wordt daarom geconcludeerd dat de bron voldoende water heeft en de kans op verstoringen, zeker op langdurige verstoringen, klein is. De combinatie van het robuuste kanaalsysteem, de bestaande inname-infrastructuur en de ervaring uit de huidige bedrijfsvoering zorgt ervoor dat de leveringszekerheid

als hoog wordt beoordeeld. Wendbaar is de keuze voor ARK niet. Het is namelijk geen nieuwe bron voor Waternet en PWN. In geval van een innamestop bij het ARK kan WAAG overschakelen naar grondwater, maar is er voor andere innames geen alternatief.
Bouwsteen: Zuiveringstechniek **Score:** + **Belangrijkste argumenten**: ARK-M is uitgewerkt als een zuivering met deelstroom membranen in combinatie met een deelstroom via conventionele technieken. Daarmee wordt gekozen voor een proces dat duurzamer en toekomstgerichter is dan een volledig conventionele zuivering en tegelijk minder milieubelastend is dan volstroom-membraanfiltratie. Omgekeerd haalt de combinatie maar een deel van de voordelen van de beide systemen. Voorbeeld: doordat maar circa de helft van de waterstroom door membraanfiltratie gaat, daalt de concentratie onbekende stoffen in het gezuiverde water ook met de helft. Eenzelfde redenering geldt voor bijvoorbeeld weerbaarheid, omdat een deel van de stroom grotendeels laagtechnologisch blijft (o.a. langzame zandfilters). Het chemicaliën verbruik daalt wel echt, omdat beide stromen elkaar daarin aanvullen. Technologisch zijn twee verschillende technieken op één complex ingewikkelder te managen, maar het proces blijft qua complexiteit en storingsgevoeligheid beheersbaar.
Bouwsteen: Zuiveringslocatie **Score:** - **Belangrijkste argumenten:** Voor ARK-M is de zuivering voorzien nabij het innamepompstation aan het Amsterdam-Rijnkanaal bij Nieuwersluis. Deze locatie wordt beoordeeld als ruimtelijk lastig en onzeker: voor de uitbreiding is extra terrein nodig, maar er is geen zicht op verwerfbaarheid van de benodigde gronden. Wel bleken er in een werksessie met betrokken overheden planologisch mogelijkheden in beeld te zijn, die , ruimtelijke en milieukundige beperkingen, waaronder ligging nabij NNN- , Natura 2000-gebieden en gebieden met UNESCO-waarden kunnen omzeilen.
Bouwsteen: Infrastructuur **Score:** - - **Belangrijkste argumenten:** Voor ARK-M is, net als bij ARK-C, een dubbel leidingtracé nodig tussen de zuivering bij Nieuwersluis en Laarderhoogt. Het ARK-M-tracé is net iets korter dan ARK-C, maar met vergelijkbare problemen qua inpassing en natuurschade. ARK-M heeft daarom eenzelfde negatieve beoordeling gekregen als ARK-C. De kosten van de transportinfrastructuur zijn in hoofdzaak lengte-gerelateerd en zijn voor ARK-M hoog, mede door de combinatie van lengte, boringen en moeilijke bodemopbouw.

Bouwsteen: Grondwater – regulier **Score:** ++ **Belangrijkste argumenten:** In de normale bedrijfsvoering wordt het benodigde grondwater voor WAAG bij ARK-M volledig geleverd door de bestaande winning op Laarderhoogt en Huizen; er zijn voor deze reguliere situatie geen extra ingrepen of uitbreidingen nodig. Hierdoor zijn geen ruimtelijke procedures of grondaankopen nodig en de effecten op natuur blijven binnen de bestaande dynamiek. Voor de situatie waarin de inname uit het Amsterdam-Rijnkanaal tijdelijk wegvalt, schakelt ARK-M volledig over op grondwater. Dan is extra capaciteit in het puttenveld nodig: de bestaande putten blijven in gebruik en er worden circa 29 extra winputten bij Laarderhoogt bijgeplaatst. Omdat geen bodempassage plaatsvindt, zijn er geen infiltratieputten nodig. Daardoor blijft de natuurschade beperkt.
Bouwsteen: MKI **Score:** ++ **Belangrijkste argumenten:** De combinatie van deelstroommembraanfiltratie met een relatief beperkte hoeveelheid concentraat, gecombineerd met conventionele zuivering met langzame zandfiltratie geeft een lage inzet van chemicaliën en een gunstig energieprofiel. In de MKI-vergelijking scoort ARK-M daardoor zeer gunstig, met lage milieukosten per m^3.
Bouwsteen: Kosten **Score:** 0 **Belangrijkste argumenten:** De investering in de membraanzuivering maakt ARK-M duurder dan de conventionele ARK-C-variant, maar daar staat tegenover dat nauwelijks extra ingrepen in het bestaande puttenveld nodig zijn en geen aparte calamiteitenvoorziening wordt gerealiseerd. Daardoor blijven de totale kosten van het alternatief in balans.
Meerwaarde voor natuur en maatschappij (synergiekansen): Aan dit alternatief zijn alleen kansen te koppelen, die voor alle alternatieven gelden. Aquathermie is goed inpasbaar bij de vraaglocaties. De grootste aquathermie potenties zijn in Bussum-Zuid en (iets complexer) Hilversum en de rest van Bussum. Er zijn mogelijkheden om dit in te passen in de bestaande wijken (beoordeling ARK-M: +). Daarnaast zijn er kansen voor natuurontwikkeling bij kweltoename. Er zijn enkele kleinere natuur(ontwikkelings)gebieden die hier mogelijkheid toe hebben (beoordeling ARK-M: +). Er kan geen bijdrage worden geleverd aan het bepreken van wateroverlast via extra winnen, omdat de verlagingen minimaal zijn en bovendien niet liggen in bebouwd gebied (beoordeling ARK-M: --).
Aanvullende argumenten **Score:** NVT **Weerbaarheid:** Hoewel ARK-M membraantechnologie bevat, is een belangrijk deel van de keten laagtechnologisch (o.a. langzame zandfiltratie en bestaande grondwaterwinning). Het combineren van twee technieken verhogen de bedrijfszekerheid en maken het systeem goed beheersbaar. Bij storingen in de toelevering van één van de twee technieken blijft 50% van de capaciteit in stand.

Vergunbaarheid: Zowel de zuivering (met extra depositie rondom Nieuwersluis) als de lange transportleiding (met doorsnijding of nabijheid van meerdere N2000- en NNN-gebieden) vragen om omvangrijke natuurcompensatie en stikstofmaatregelen. Dit maakt de vergunningstrajecten complex en tijdrovend.

6.3 RMZ-M

Totaalbeoordeling alternatief: --

Bouwsteen: Inname **Score:** - **Belangrijkste argumenten:** Bij RMZ-M wordt een nieuwe oppervlaktewaterbron aangeboord met de Randmeren Zuid (met name het Gooimeer), een belangrijk voordeel van de regionale drinkwatervoorziening. Uit de analyse van het bron- en innamesysteem blijkt dat dit merenstelsel langzaam doorstroomt en een relatief lange verblijftijd van verontreinigingen kent. Daardoor blijven stoffen die via aanvoer, lozingen of calamiteiten in het meer komen, lang in het systeem aanwezig. Tegelijkertijd is de kwaliteit van het water voor veel stoffen minder goed dan het ARK en is het systeem gevoelig voor (en wordt op termijn mogelijk structureel gekenmerkt door) hoge algenbloei. Dit betekent dat de nieuwe bron qua leveringszekerheid kwetsbaarder is dan een groot, sterk doorstromend watersysteem: langdurige algenpieken en aanhoudende verontreinigingen zijn reële 'risico's. Een stabiele innamekwaliteit is te verkrijgen door toevoeging van een procesbekken aan het zuiveringssysteem. De ruimtelijke inpasbaarheid en effecten op natuur in de Randmeren Zuid zijn nog niet goed in beeld. Wel is er een kans om met het procesbekken een aantal maatregelen in te vullen die goed zijn voor het ecosysteem van de Randmeren Zuid.
Bouwsteen: Zuiveringstechniek **Score:** 0 **Belangrijkste argumenten:** De volstroom membraanzuivering geeft veel toekomstwaarde: het zuiveringsschema is expliciet ontworpen met aanpasbare capaciteit en goede verwijdering van nieuwe stoffen zoals PFAS. Tegelijkertijd is het alternatief ongunstig in termen van duurzaamheid. Doordat bij membranen extra water moet worden ingenomen en een aanzienlijk deel als concentraat wordt geloosd (bij volstroom rond 27% waterverlies), nemen de volumes spoelwater en daarmee de inzet van chemicaliën sterk toe. Daarnaast is de weerbaarheid matig, omdat het systeem erg afhankelijk is van hoogwaardige technologie.
Bouwsteen: Zuiveringslocatie **Score:** 0 **Belangrijkste argumenten:** Voor RMZ-M is de werkhypothese voor de zuivering industrieterrein Stichtse Kant bij Almere. Daarmee sluit de functie en zakelijke inpassing van de zuivering aan bij het huidige ruimtelijke regime en is geen ingrijpende omgevingsplanwijziging nodig. De planologische kaders zijn in principe al aanwezig, waardoor

het formele planproces voor de zuiveringslocatie zelf beperkt blijft tot uitwerking en vergunningverlening binnen bestaande regels, in plaats van een volledig nieuw traject. Gemeente Almere vind een drinkwaterzuivering echter niet passen binnen haar ruimtelijk beleid.
Bouwsteen: Infrastructuur **Score:** 0 **Belangrijkste argumenten:** Bij RMZ-M ligt de zuivering op Stichtse Kant, dicht bij de Randmeren Zuid en relatief nabij Laarderhoogt. Het tracé heeft een beperkte lengte aan boringen en relatief veel aanleg in regulier (agrarisch en stedelijk) gebied in plaats van door complexe zones. De kruising van het Randmeer Zuid gebeurt via een relatief korte gestuurde boring; in de systeemschets voor RMZ-M wordt slechts één korte waterkruising opgenomen, wat de technische risico's en uitvoeringsduur beperkt. Ook de doorkruising van NNN-gebieden is beperkter dan bij de ARK-tracés: het indicatieve tracé voor RMZ-M laat een kortere doorkruising van NNN zien dan de alternatieven via het Amsterdam-Rijnkanaal, al blijft er wel een opgave voor natuurcompensatie gekoppeld aan deze doorsnijding. Ook bevindt zich op het uitgewerkte tracé veel natuur met een lagere beschermingsstatus, zoals bomenrijen.
Bouwsteen: Grondwater – regulier **Score:** + **Belangrijkste argumenten:** Voor de reguliere levering blijft de bestaande grondwaterwinning op Laarderhoogt in principe in stand; er zijn nauwelijks technische aanpassingen nodig en de winning kan in het huidige systeem worden ingepast.
Bouwsteen: MKI **Score:** - - **Belangrijkste argumenten:** Alternatief RMZ-M scoort slecht op de MKI doordat meerdere milieubelastende factoren in de zuivering bij elkaar komen. Uit de vergelijkende analyses blijkt dat de totale MKI van RMZ-M rond 140% van het gemiddelde van alle alternatieven ligt, waarmee dit alternatief duidelijk de hoogste milieu-impact heeft. Dit wordt vooral toegeschreven aan het hoge gebruik van vlokmiddel en de belastende stap van remineralisatie, die nodig is om van het membraaneffluent drinkwater te maken. Voor de Randmeren Zuid geldt dat de vlokmiddeldosering aanzienlijk hoger is dan bij ARK, wat leidt tot meer inzet van ijzerzouten en daarmee hogere milieukosten voor winning, productie en transport van deze chemicaliën. Daarnaast moeten de actieve-koolfilters bij behandeling van randmeerwater vaker worden geregenereerd dan bij ARK-varianten, wat extra energie en grondstoffen vraagt en de MKI verder verhoogt. Specifiek voor de volstroom-membraanoptie is, dat de milieu-impact van de grote concentraatlozing aanzienlijk is; juist bij het alternatief met volstroom membranen op de Randmeren Zuid resulteert dit, samen met het hoge chemicaliëngebruik voor remineralisatie, in de hoogste totale MKI van alle onderzochte varianten.
Bouwstenen: Kosten **Score:** - - **Belangrijkste argumenten:** De combinatie van een volledig membraansysteem met bijbehorende concentraatverliezen en een ontwerp op een hoge piekbelasting (grote calamiteitenbuffer) maakt de zuivering van RMZ-M veruit het duurste onderdeel van alle alternatieven. Hoewel de transportleidingen korter zijn en daardoor goedkoper dan

bij ARK, is dit kostenvoordeel te klein om de hoge zuiveringskosten te compenseren. In de totale kostenvergelijking komt RMZ-M daardoor duidelijk als duurste alternatief naar voren.
Meerwaarde voor natuur en maatschappij (synergiekansen): Aan dit alternatief zijn de kansen te koppelen, die voor alle alternatieven gelden. Aquathermie is goed inpasbaar bij de vraag. De grootste aquathermie potenties zijn in Bussum-Zuid en (iets complexer) in Eemnes, Hilversum en de rest van Bussum. Er zijn mogelijkheden om dit in te passen in de bestaande wijken (beoordeling RMZ-M: ++). Daarnaast zijn er kansen voor natuurontwikkeling bij kweltoename. Er zijn enkele kleinere natuur(ontwikkelings)gebieden die hier mogelijkheid toe hebben (beoordeling RMZ-M: +). Er kan geen bijdrage worden geleverd aan het bepreken van wateroverlast via extra winnen, omdat de verlagingen minimaal zijn en bovendien niet liggen in bebouwd gebied (beoordeling RMZ-M: --). Aanvullend kan het procesbekken zo worden ontworpen, dat een bijdrage wordt geleverd aan de verbetering van het watersysteem van de Randmeren Zuid.
Aanvullende argumenten **Score:** NVT bij RMZ-M komen meerdere ongunstige elementen samen: een kwetsbare randmeerbron met risico op algen en langdurige verontreinigingen, een dure, chemie-intensieve membraanzuivering en de keuze voor een grote calamiteitenbuffer met bijbehorende kosten en grondwater- en natuureffecten.

6.4 RMZ-C

Totaalbeoordeling alternatief: 0

Bouwsteen: Inname **Score:** - **Belangrijkste argumenten:** Bij RMZ-C wordt een nieuwe oppervlaktewaterbron aangeboord met de Randmeren Zuid, een belangrijk voordeel van de regionale drinkwatervoorziening. Uit de analyse van het bron- en innamesysteem blijkt dat dit merenstelsel langzaam doorstroomt en een relatief lange verblijftijd van verontreinigingen kent. Daardoor blijven stoffen die via aanvoer, lozingen of calamiteiten in het meer komen, lang in het systeem aanwezig. Tegelijkertijd is de kwaliteit van het water voor veel stoffen minder goed dan het ARK en is het systeem gevoelig voor (en wordt op termijn mogelijk structureel gekenmerkt door) hoge algenbloei. Dit betekent dat de nieuwe bron qua leveringszekerheid kwetsbaarder is dan een groot, sterk doorstromend watersysteem: langdurige algenpieken en aanhoudende verontreinigingen zijn reële 'risico's. Een stabiele innamekwaliteit is te verkrijgen door toevoeging van een procesbekken aan het zuiveringssysteem. De ruimtelijke inpasbaarheid en effecten op natuur in de Randmeren Zuid zijn nog niet goed in beeld. Wel is er een kans om met het procesbekken een aantal maatregelen in te vullen die goed zijn voor het ecosysteem van de Randmeren Zuid.

Bouwsteen: Zuiveringstechniek **Score:** 0 **Belangrijkste argumenten:** Bij RMZ-C wordt gekozen voor een conventionele zuiveringslijn met compacte bodempassage. Dat zijn gangbare, laagtechnologische technieken die technisch goed maakbaar zijn en in beheer bekend terrein vormen. Tegelijk is deze opzet weinig wendbaar voor nieuwe stoffen en strengere normen (zoals PFAS); het alternatief is daardoor inflexibel voor nieuwe stoffen, zij het met een ruimtereservering voor algenmaatregelen.
Bouwsteen: Zuiveringslocatie **Score:** - **Belangrijkste argumenten:** Voor de zuiveringslocatie nabij knooppunt Eemnes is nog geen zicht op verwerfbaarheid; daarom wordt geconcludeerd dat de locatiekeuze voor de zuivering nog een duidelijke opgave is, zowel qua grondaankoop als planologische borging. Ten opzichte van de andere varianten zijn er wel minder beschermingsregimes aanwezig waar rekening mee moet worden gehouden.
Bouwsteen: Infrastructuur **Score:** 0 **Belangrijkste argumenten:** De transportleidingen van RMZ-C zijn in totale lengte korter dan bij de ARK-alternatieven en lopen overwegend door regulier agrarisch en infrastructuurgebied, wat qua omgeving en uitvoerbaarheid als “makkelijker terrein” wordt gezien dan het lange tracé vanaf de ARK. Daar staat tegenover dat de gestuurde boring onder het Randmeer Zuid technisch uitdagend is.
Bouwsteen: Grondwater – regulier **Score:** + **Belangrijkste argumenten:** De compacte bodempassage bij RMZ-C zorgt voor extra zuiveringsstappen in de ondergrond, waardoor het systeem robuuster wordt tegen fluctuaties in de oppervlaktewaterkwaliteit. Het ontwerp met een relatief klein, compact infiltratie- en onttrekkingsveld maakt de installatie technisch overzichtelijk, inpasbaar binnen het puttenveld en relatief eenvoudig realiseerbaar, al is bodempassage op deze schaal nieuw en vraagt het om nadere uitwerking en een pilot.
Bouwsteen: MKI **Score:** 0 **Belangrijkste argumenten:** In de MKI-vergelijking scoort RMZ-C beter dan RMZ-M en komt het rond het gemiddelde of licht ongunstig uit ten opzichte van alle alternatieven. Bij toepassing van volledig groene elektriciteit werkt de beperkte inzet van chemicaliën in de conventionele zuivering gunstig, maar door de huidige matige waterkwaliteit van de Randmeren Zuid zijn doseringen (vlokmiddel, actieve kool) hoger dan bij ARK, waardoor de milieubelasting per m^3 hoger is dan bij de ARK-varianten.

Bouwsteen: Kosten **Score:** ++ **Belangrijkste argumenten:** In de integrale kostenafweging komt RMZ-C als goedkoopste alternatief naar voren: de transportafstand is kort, de leidingtracés zijn relatief beperkt en de conventionele, laagtechnologische zuivering met compacte bodempassage is aanzienlijk goedkoper dan een membraansysteem. Daardoor zijn de totale systeemkosten lager dan bij de andere alternatieven.
Meerwaarde voor natuur en maatschappij (synergiekansen): Aan dit alternatief zijn de kansen te koppelen, die voor alle alternatieven gelden. Aquathermie is inpasbaar bij de vraag, maar het benutten van de potentie is iets complexer. Er zijn mogelijkheden om dit in te passen in de bestaande wijken bij Eemnes (beoordeling RMZ-C: 0). Daarnaast zijn er kansen voor natuurontwikkeling bij kweltoename. Er zijn enkele kleinere natuur(ontwikkelings)gebieden die hier mogelijkheid toe hebben (beoordeling RMZ-C: +). Er kan geen bijdrage worden geleverd aan het bepreken van wateroverlast via extra winnen, omdat de verlagingen minimaal zijn en bovendien niet liggen in bebouwd gebied (beoordeling ARK-C: --). Aanvullend kan het procesbekken zo worden ontworpen, dat een bijdrage wordt geleverd aan de verbetering van het watersysteem van de Randmeren Zuid.
Aanvullende argumenten **Score:** NVT Voor calamiteiten biedt de combinatie van Randmeren Zuid en grondwatersysteem een redelijke buffer: de pomp- en infiltratieputten op winterrein die nodig zijn voor bodempassage maakt het ook mogelijk om gedurende circa twee maanden zonder aanvulling te leveren. Door naijlingseffecten in het grondwatersysteem (langdurige doorwerking van veranderingen in onttrekking en infiltratie) is die buffer echter niet vaak inzetbaar.

5.5 Vergelijking alternatieven

Als we de beoordelingen van de alternatieven naast elkaar leggen, ontstaat het beeld in tabel 3.

Bouwsteen	ARK-C	ARK-M	RMZ-M	RMZ-C
Bron en inname	++	++	-	-
Zuivering - technisch	-	+	0	0
Zuiveringslocatie	- -	-	0	-
Transportinfrastructuur	- -	- -	0	0
Inzet grondwater regulier	- -	++	+	+
MKI	+	++	- -	0
Totale productiekosten	++	0	- -	+
Totaal alternatief	- -	+	-	0

Tabel 3: overzicht van de afweging van alternatieven

De beoordeling van de alternatieven leidt niet tot een eenduidige voorkeur, maar tot een dilemma voor de te kiezen koers voor het voorkeursalternatief: alternatief ARK-M en RMZ-C scoren beide op veel aspecten goed, maar hebben beide ook zwaarwegende nadelen en onduidelijkheden over effecten aangezien wezenlijke onderdelen maar beperkt zijn uitgewerkt.

ARK-M leidt tot een potentieel grote schade aan beschermde natuur, en daarmee naar verwachting tot een forse extra ruimteclaim ten behoeve van de compensatieopgave. Dit zal ook nog gelden als de infrastructuur verder geoptimaliseerd wordt. Vanwege de inpassing van zuivering en transportleidingen in een gebied met veel beschermingsregimes, verwachten we bij dit alternatief een zeer moeizame, risicovolle planuitwerking.

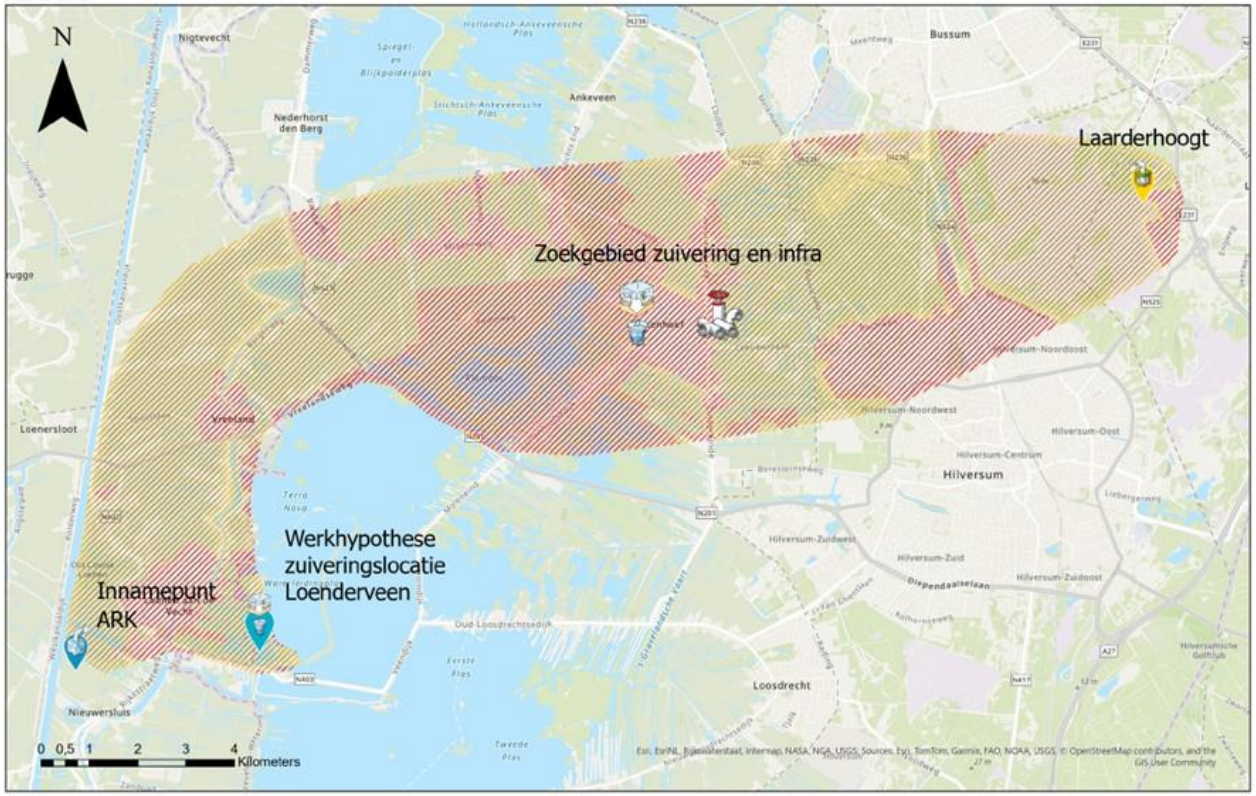
Alternatief RMZ-C scoort gemiddeld: het is voor alle bedrijven een nieuwe bron en heeft minder nadelen voor natuur en daarmee naar verwachting een minder complex traject naar vergunningverlening. Een volledig conventionele zuivering kan maar net voldoen aan de huidige eisen voor de verwijdering van PFAS en is daarmee weinig toekomstgericht. De inpassing van een procesbekken, die dit alternatief nodig heeft, is complex. Naast negatieve effecten op bestaande natuurwaarden heeft een procesbekken kansen op meerwaarde voor natuur als kan worden aangesloten bij de verbeteropgave KRW en Natura 2000 van de Randmeren Zuid.

Opgemerkt wordt, dat vanwege de benodigde natuurvergunning, beide alternatieven verder moeten worden uitgewerkt om definitief te bepalen welke de minste effecten op Natura 2000 heeft, hetgeen bepalend is voor de vergunbaarheid.

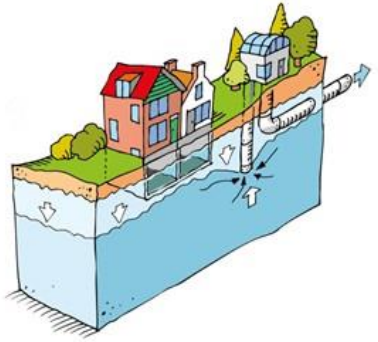
Bijlage

Opzet ARK-C

ARK-C



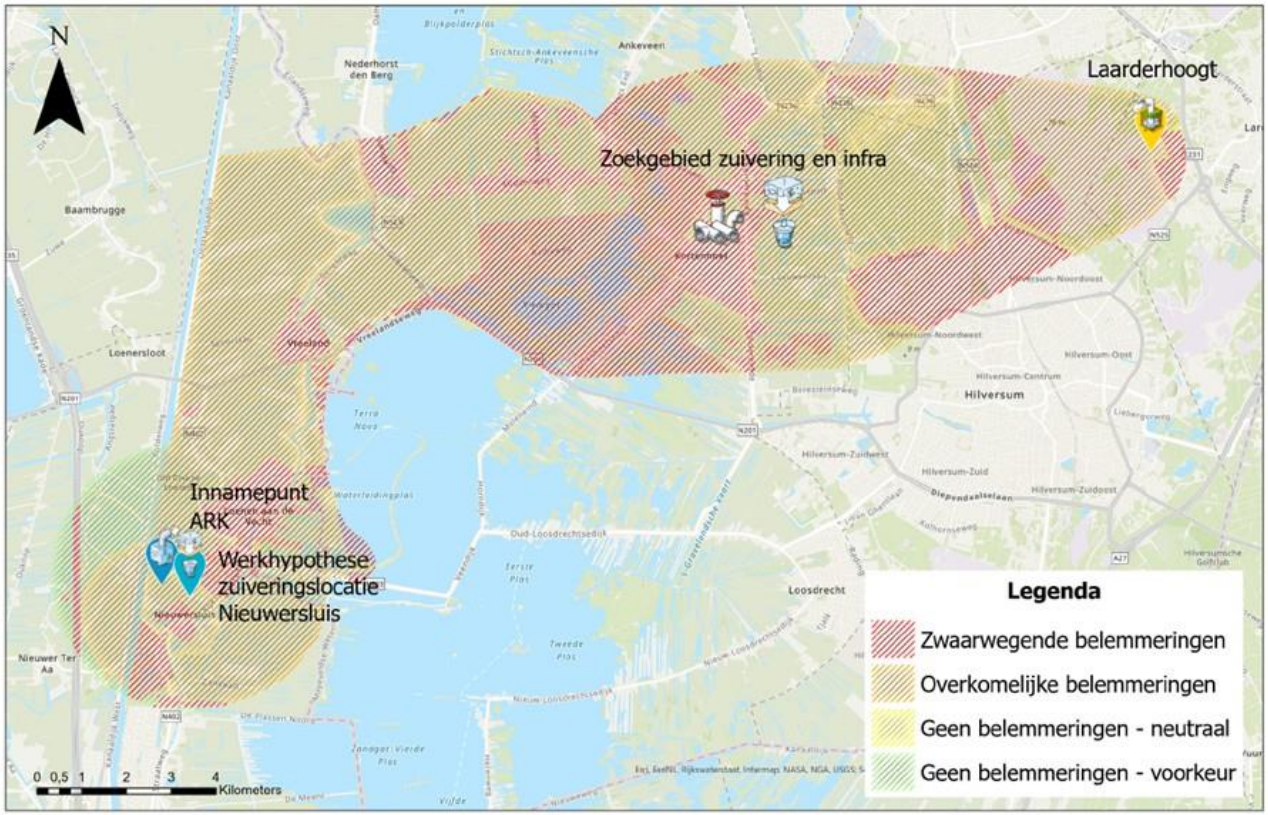
- **Bodempassage**
- **calamiteit: 2 maanden met aanvullen**



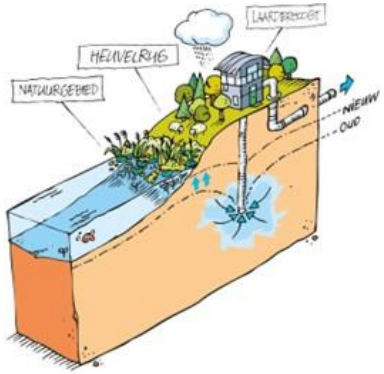
Synergie: beperking wateroverlast

Opzet ARK-M

ARK-M



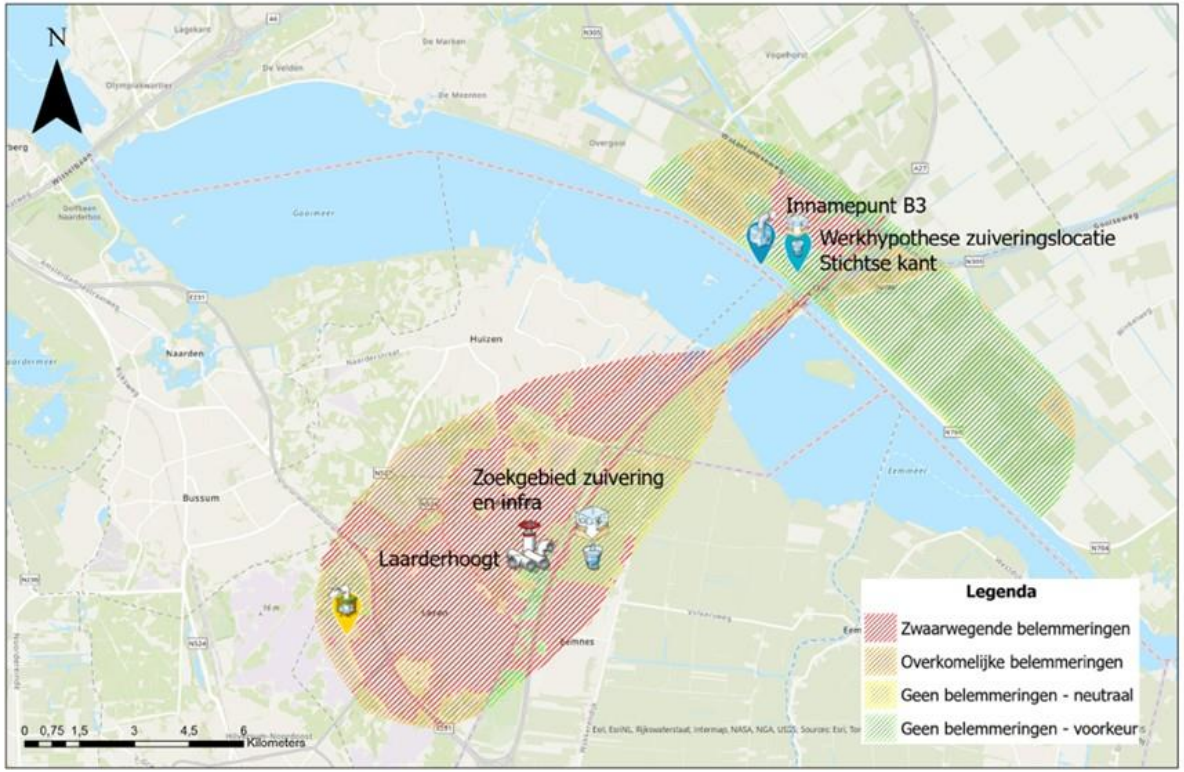
- **Geen bodempassage,**
- **calamiteit: 2 weken**



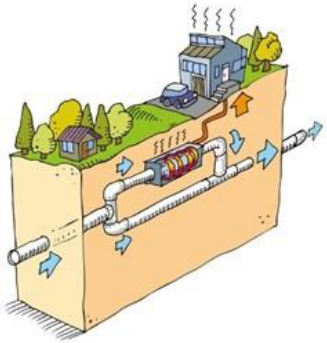
Synergie:

natuurontwikkeling bij toename kwel

Opzet RMZ-M

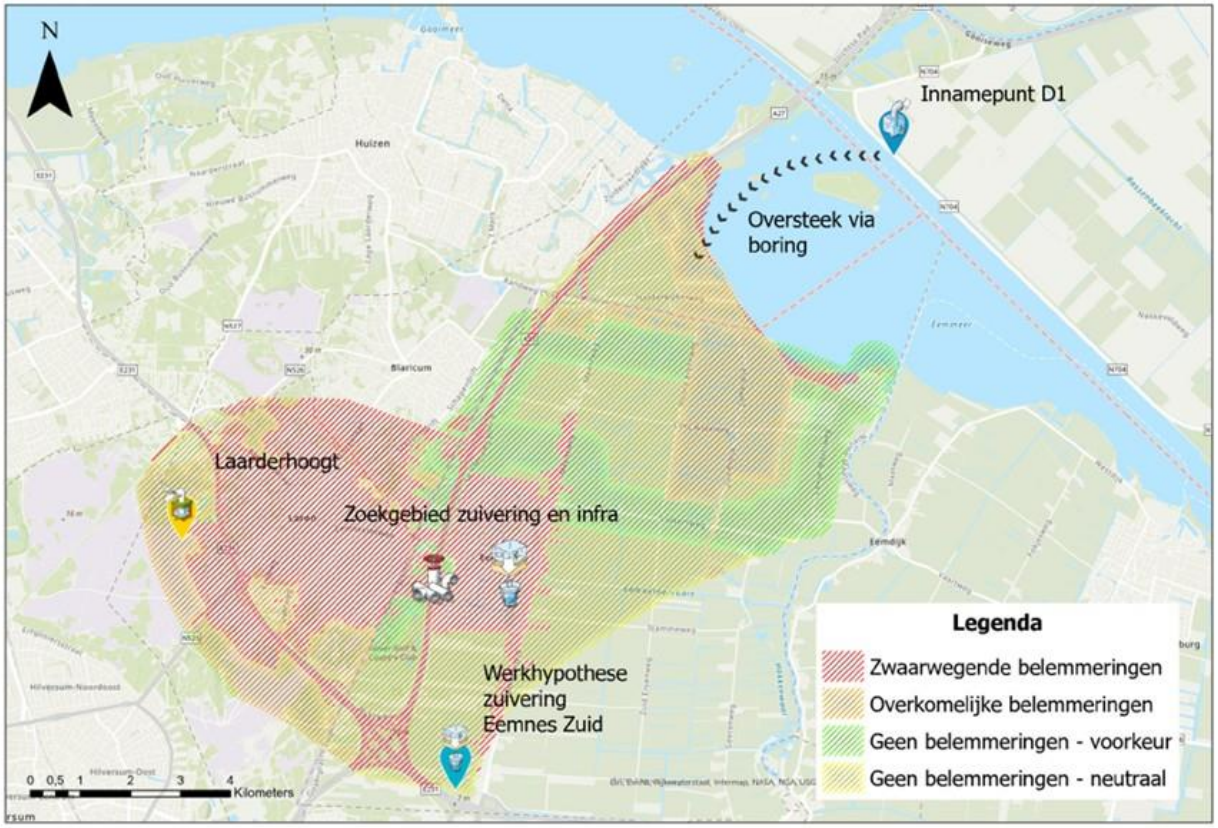


- **Geen bodempassage,**
- **Calamiteit: 4 maanden met aanvullen**

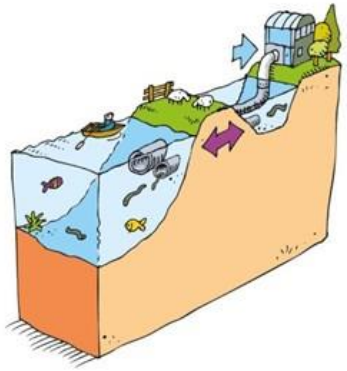


Synergie: warmtewinning

Opzet RMZ-C



- **Bodempassage,**
- **calamiteit: 2 maanden zonder aanvullen**



Synergie: Bijdragen KRW en N2000 Randmeren Zuid