

Slim Watermanagement Nederrijn-Lek

Handelingsperspectief

Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving



HydroLogic BV
Postbus 2177
3800 CD Amersfoort
033 4753535
hydrologic.nl

P1292
November 2021

*Hydro*Logic

Inhoud

1	Inleiding.....	1
1.1	Doelstelling van de actualisatie van het handelingsperspectief	2
1.2	Leeswijzer	3
2	De Nederrijn-Lek bij lage rivierafvoeren	4
2.1	Belang zoetwatervoorziening Nederrijn-Lek en ARK-Betuwapand	5
2.2	Twee aanvoerroutes	8
2.3	Opgaven Rivierengebied	11
3	Handelingsperspectief slim watermanagement Nederrijn-Lek	13
3.1	Voorbeeldscenario A: grote regionale watervraag, geen verzilting RMM	14
3.2	Voorbeeldscenario B: grote regionale watervraag en KWA	17
3.3	Voorbeeldscenario C: grote regionale watervraag, KWA en vraag om inzet Hagestein	18
3.4	Situatie D - Watervraag IJsselmeerbuffer	19
4	Van handelingsperspectief naar redeneerlijn.....	21
4.1	Afbakening en betrokkenen	21
4.2	Uitwerking	21
5	Referenties	24
Bijlage A	Betrokkenen	26
Bijlage B	Inlaat- en doorvoerbehoefte Nederrijn-Lek en ARK-Betuwapand	27
B.1	Regionale inlaatlocaties	27
B.2	Doorvoerbehoefte Amsterdam-Rijnkanaal bij Pr. Irenesluizen	28
B.3	Doorvoerbehoefte Noordrand Rijn-Maasmonding bij stuw Hagestein	29
Bijlage C	Factsheet regionale inlaten.....	31
C.1	Overzicht regionale inlaten in NRL-regio	31
C.2	Aandachtspunten inlaten	32
C.3	Kenmerken en randvoorwaarden	33
Bijlage D	Factsheets beheeralternatieven	37
Bijlage E	Specifieke strategieën	47
Bijlage F	Procesvoorstel Maas-Waalkanaal	48

1 Inleiding

Het programma Slim Watermanagement is onderdeel van het Deltaprogramma Zoetwater. Slim Watermanagement (SWM) heeft onder meer als ambitie de waterbeschikbaarheid te verbeteren door het optimaal benutten van de huidige infrastructuur, het hanteren van een stroomgebiedbrede blik en het maken van operationele afspraken tussen de waterbeheerders binnen een regio. Dit alles situatiespecifiek, want de waterbehoefte varieert in tijd en ruimte, evenals de voorgeschiedenis en locatiespecifieke kenmerken.

Nederrijn-Lek (NRL) is één van de zes SWM-regio's en heeft in fase 1 vastgesteld wat de technische mogelijkheden zijn van de stuwcomplexen in de Nederrijn-Lek om de afvoer bij laagwater te reguleren (*HydroLogic, jan 2016*). Een belangrijke constatering is dat **het Nederrijn-Lek systeem in grote mate stuurbaar is én de wijze waarop dit stuur wordt gehanteerd invloed heeft op de waterbeschikbaarheid in het rivierengebied en verschillende 'benedenstroomse' regio's**. De Nederrijn-Lek, met Driel een belangrijke 'kraan', is een spil in de waterverdeling tussen de verschillende regio's in Nederland: niet alleen de Rijn-Maasmonding (RMM) en het Amsterdam-Rijnkanaal / Noordzeekanaal (ARK-NZK) zijn benedenstrooms gelegen en ondervinden de gevolgen van het beheer van de Nederrijn-Lek, ook de waterstanden en debieten naar de IJsselmeerregio en de Waal worden hierdoor beïnvloed. Mede hieruit volgt een belangrijke verantwoordelijkheid voor het waterbeheer op de Nederrijn-Lek: het onder alle omstandigheden zo goed mogelijk bedienen van de gebruiksfuncties in een groot gebied via slim beheer van de stuwcomplexen.



Figuur 1. De Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwegeland.

In Slim Watermanagement Nederrijn-Lek fase 2 (*HydroLogic en Infram, 2017*) is samen met regionale partners de doorvertaling gemaakt naar het handelingsperspectief bij lage rivierafvoeren (600 - 1590 m³/s Bovenrijnafvoer bij Lobith). Wat is de opgave voor de Nederrijn-Lek regio bij lage rivierafvoeren? Wat zijn de sturingsmogelijkheden en welke effecten zijn daarvan te verwachten onder verschillende omstandigheden? De droge jaren van 2018, 2019 en 2020, en de daaraan gekoppelde studies, hebben vervolgens veel nieuwe informatie en inzichten opgeleverd voor het waterbeheer in het hoofdwatersysteem en de regionale watersystemen bij lage rivierafvoeren. Hierbij valt te denken aan knelpunten in de regi-

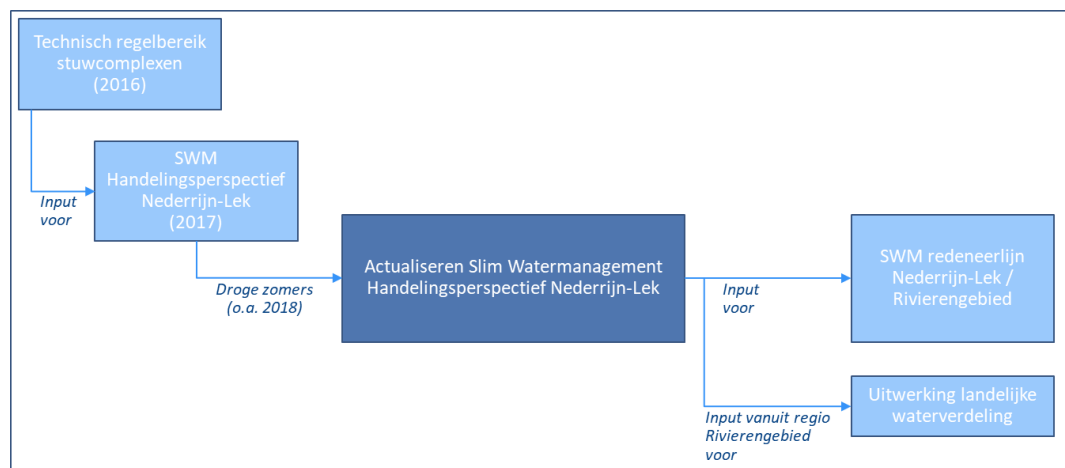
onale watervoorziening, de (on)mogelijkheden van waterverdeling in het hoofdwatersysteem (bijvoorbeeld doorvoer stuw Driel bij lage rivierafvoeren), het beheer van de IJsselmeerbuffer, de watervraag tegen verzilting in West-Nederland en de knelpunten voor scheepvaart bij lage rivierafvoeren. Tevens is de infrastructuur op sommige locaties gewijzigd of zijn daar concrete plannen voor.

Op basis van de opgedane kennis en inzichten van afgelopen jaren ligt nu de wens voor om het handelingsperspectief uit 2017 te actualiseren en aan te vullen met de nieuwe inzichten.

1.1 Doelstelling van de actualisatie van het handelingsperspectief

Het doel van voorliggend rapport is het actualiseren van handelingsperspectief voor het waterbeheer in de regio Nederrijn-Lek op basis van de ervaringen en opgedane inzichten in de afgelopen droge jaren (2018-2020), waarbij kansen en knelpunten voor het Rivierengebied meegenomen worden en rekening gehouden wordt met de landelijke waterbelangen. Vanwege de open verbinding tussen stuwpand Hagestein en het ARK-Betuwapand, worden de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand in deze studie allebei meegenomen.

De uitwerking van handelingsperspectief tot redeneerlijn is onderdeel van een volgende fase binnen het Slim Watermanagement in de regio (2022-2027). In dit project is daar een procesvoorstel voor geschreven, waarbij ook kansen en aandachtspunten voor de samenwerking met de Klimaatbestendige Zoetwaterstrategie voor het Hoofdwatersysteem (KZH) worden meegenomen.



Figuur 2. Voorliggend rapport gaat over het handelingsperspectief voor Slim Watermanagement op de Nederrijn-Lek. De basis hiervoor is gelegd met de studies uit fase 1 (Technisch regelbereik stuwcomplexen) en fase 2 (Handelingsperspectief). Met het geactualiseerde handelingsperspectief wordt de basis gelegd voor de afspraken over een gezamenlijke operationele beheerstrategie (redeneerlijn) voor de Nederrijn-Lek, en wordt input gegeven voor de uitwerking van de landelijke zoetwaterstrategie KZH.

Bij Lobith afvoeren onder de 1590 m³/s, staan de vizierschuiven van de Nederrijn-Lek dicht. De Nederrijn-Lek wordt begrensd door stuwpand Driel bovenstrooms en stuwpand Hagestein benedenstrooms (Figuur 1). Stuwpand Hagestein staat onder deze

afvoerstandigheden in open verbinding met het ARK-Betuwapand, dat om die reden wordt meegenomen in het onderzoeksgebied.

1.2 Leeswijzer

Het resultaat van de actualisatie van het handelingsperspectief is gevat in hoofdstuk 2 en 3.

Hoofdstuk 2 geeft een geactualiseerde beschrijving van de inlaatbehoefte vanuit het hoofdwatersysteem in de Nederrijn-Lek regio en het technisch regelbereik van de stuurknoppen voor waterverdeling in het hoofdwatersysteem. Dit geeft inzicht in de opgaven van de Nederrijn-Lek regio bij lage rivierafvoeren.

Hoofdstuk 3 beschrijft vervolgens het geactualiseerde handelingsperspectief. Voor verschillende typerende situaties worden de *mogelijke* maatregelen (waarvan factsheets in Bijlage C en Bijlage D) in samenhang beschreven, met aandacht voor te verwachten effecten, en bijbehorende afwegingen.

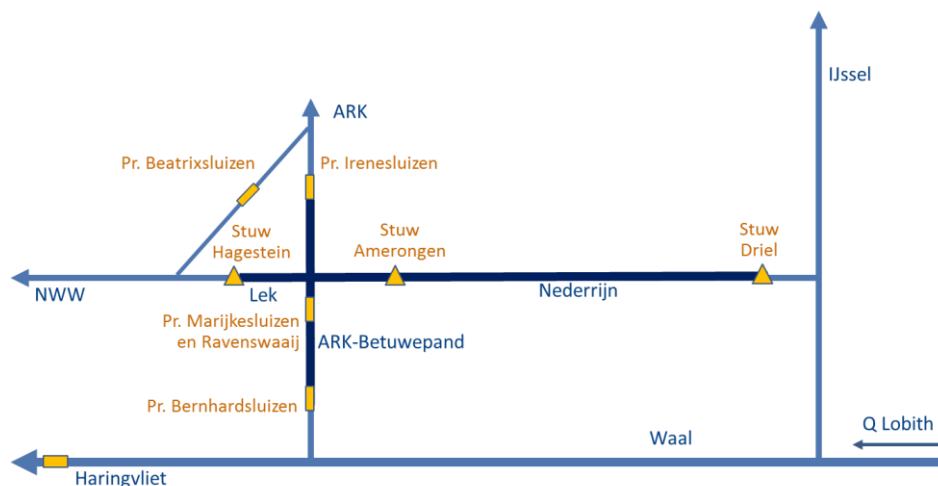
De stap van handelingsperspectief (*mogelijke* maatregelen) naar een afgestemde redeneerlijn (gezamenlijke operationele beheerstrategie) over de daadwerkelijke (situationele) inzet van maatregelen is in deze studie niet gezet. In hoofdstuk 4 wordt een procesvoorstel gedaan hoe de stap van handelingsperspectief naar afgestemde redeneerlijn te zetten.

2 De Nederrijn-Lek bij lage rivierafvoeren

De Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand zijn belangrijk voor de zoetwatervoorziening in droge periodes, zowel voor het Rivierengebied als voor aangrenzende (zoetwater) regio's. De karakteristieken van de inlaatbehoefte vanuit de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand worden beschreven in paragraaf 2.1. Voor de wateraanvoer naar deze inlaatlocaties zijn twee belangrijke aanvoerroutes in het hoofdwatersysteem onderscheiden: aanvoer via stuw Driel, en aanvoer via de Pr. Bernhardsluizen. Deze aanvoerroutes en inzet van de beide stuurknoppen volgens de huidige beheerafspraken worden beschreven in paragraaf 2.2. Paragraaf 2.3 combineert de voorgaande inzichten over inlaatbehoefte en -verdeling en geeft daarmee inzicht in de belangrijkste opgaven voor wateraanvoer vanuit het hoofdwatersysteem in het Rivierengebied bij lage rivierafvoeren.

Operationeel waterbeheer Nederrijn-Lek bij lage rivierafvoeren

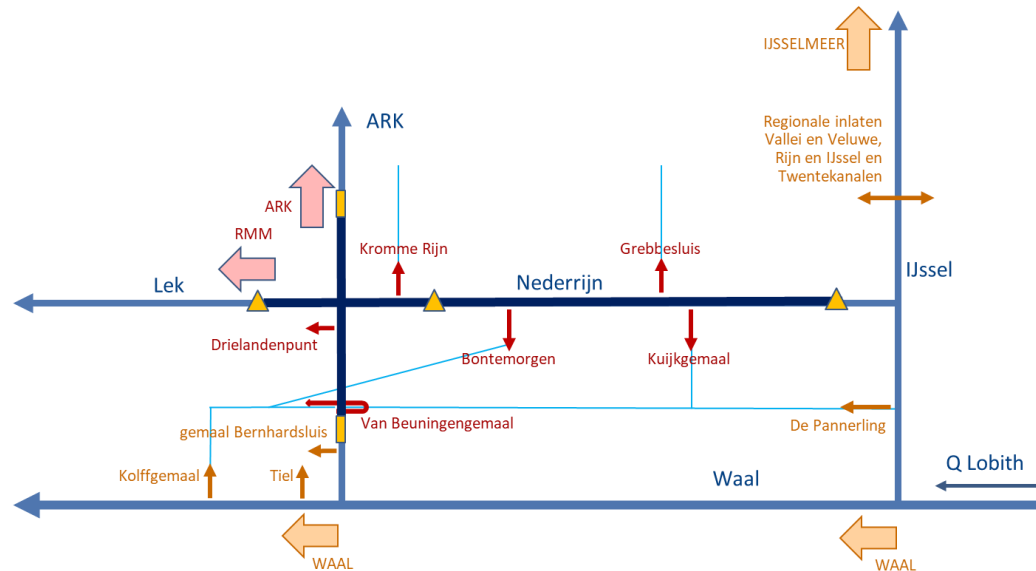
Het operationeel beheer van de Nederrijn-Lek bij lage rivierafvoeren vraagt om gedegen kennis van niet alleen het watersysteem van de Nederrijn-Lek, maar ook van de interacties met de aangrenzende regio's. Wanneer de afvoer bij Lobith onder de 1590 m³/s zakt, staan de vizierschuiven van de drie stuwcomplexen Driel, Amerongen en Hagestein dicht om de waterstand in de Nederrijn-Lek op peil te houden (RWS, 2016). De Nederrijn-Lek wordt aan de bovenstroomse kant begrensd door stuw Driel, de 'kraan' waarmee de waterverdeling over de Rijntakken wordt geregeld. Daarbij moet worden opgemerkt dat de waterverdeling over de Waal en het Pannerdensch Kanaal – IJssel in hoofdzaak morfologisch bepaald is. Wel kan deze verdeling door stuw Driel (in beperkte mate) worden beïnvloed. Stuw Amerongen wordt voorafgaand aan stuw Driel ingezet en is gericht op peilhandhaving in stuwpannd Amerongen en de doorvoer naar stuwpannd Hagestein. Stuwpannd Hagestein staat in open verbinding met het ARK-Betuwapand (Figuur 3) dat de verbinding vormt tussen de Waal en het ARK-Noordpand.



Figuur 3. Schematische weergave van de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand in het hoofdwatersysteem van Midden-Nederland, met de belangrijkste kunstwerken die in slim watermanagement aan bod komen.

2.1 Belang zoetwatervoorziening Nederrijn-Lek en ARK-Betuwapand

Figuur 4 geeft weer welke regionale inlaatlocaties invloed ondervinden van de sturing op de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand (kleine pijlen), en welke aangrenzende delen van het hoofdwatersysteem (grote pijlen). Daarbij is onderscheid gemaakt tussen locaties die direct inlaten vanuit de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand (rood), en locaties in andere delen van het hoofdwatersysteem die bij lage rivierafvoeren invloed ondervinden van de sturing op de Nederrijn-Lek.



Figuur 4. Inlaat- en doorvoerlocaties in de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand (rood), en locaties/gebieden die invloed ondervinden van de sturing op de Nederrijn-Lek (oranje).

De inlaatbehoefte van de **regionale watersystemen** (Rivierenland, Vallei en Veluwe, De Stichtse Rijnlanden) aan het hoofdwatersysteem worden vooral bepaald door het seizoen (groeiseizoen of niet) en de actuele droogtesituatie. Een bijzondere situatie is nachtvorst in het voorjaar. Dan wordt in korte tijd relatief veel water ingelaten voor nachtvorstbestrijding ten behoeve van de fruitteelt in de Betuwe en het Kromme Rijngebied.

De inlaatbehoefte bij de regionale inlaten zijn relatief klein in vergelijking met de debieten in het hoofdwatersysteem, maar effecten op deze locaties kunnen relatief grote gevolgen hebben in de regionale watersystemen. Bijlage B.1 geeft een beeld van de grootte van de inlaatbehoefte, welke in droge periodes tezamen kunnen oplopen tot 20 a 30 m³/s aan de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand (maximaal 5-10 m³/s aan stuwpand Amerongen; 15-20 m³/s stuwpand Hagestein en ARK-Betuwapand).

Naast de aanvoerdebieten in het rivierengebied, kunnen lage waterstanden een aandachtspunt zijn voor de regionale inlaten. De inlaatcapaciteit bij de inlaatlocaties loopt terug, zowel bij de inlaten onder vrij verval als bij de inlaatgemalen (toenemende opvoerhoogte). In 2018 zijn bij een groot aantal van de inlaatlocaties daarom mobiele pompen geplaatst om in de aanvoer te kunnen voldoen. In een groot deel van het Rivierengebied kent de watervraag grote invloed van kwel en wegzijging. Een langdurig lage waterstand op de rivieren betekent een grotere watervraag. Een ander aandachtspunt is het dichtslibben van de uitvlieten langs de Nederrijn. De uitvlieten zijn "inhammen" langs de rivier waar de inlaten gelegen zijn. Door de lagere stroomsnelheden in de uitvlieten zet de rivier

hier sediment af. Hierdoor neemt de aanvoer naar de inlaten af en loopt de inlaatcapaciteit op deze locaties terug.

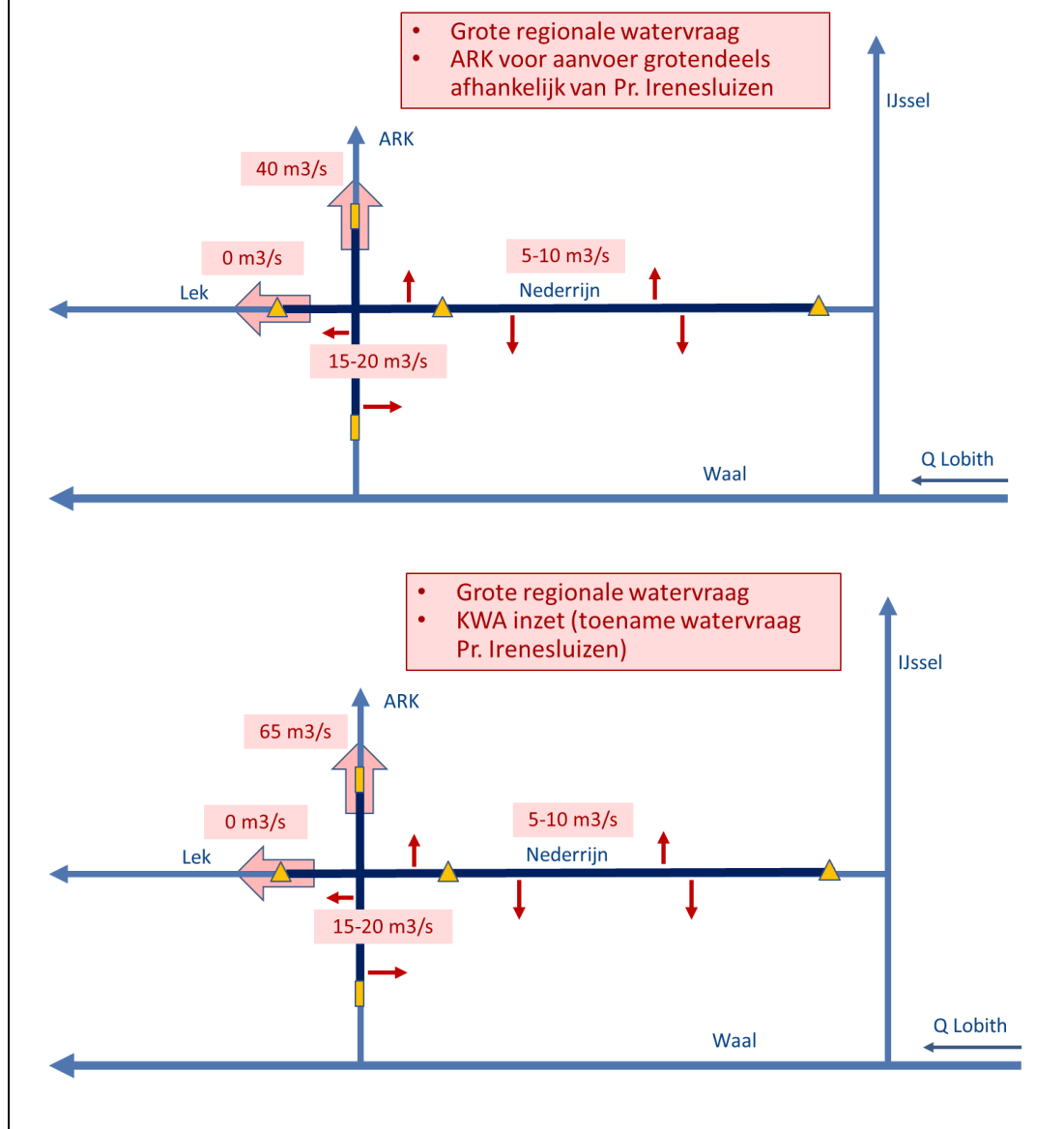
Ook **het Amsterdam-Rijnkanaal** is in droge periodes sterk afhankelijk van de aanvoer uit de Nederrijn-Lek. De inlaatbehoefte van het ARK bestaat deels uit een constante water-vraag voor doorspoeling in de monding van ARK (verziltingsbestrijding) en drinkwater, en deels uit een meer variabele regionale watervraag via regionale onttrekkingen uit het ARK. De inlaatbehoefte voor het ARK wordt beduidend groter in situaties waarin de Kleinschalige Wateraanvoer (KWA) in werking treedt. Dan wordt het ARK, in combinatie met de Lek, als zoetwaterbron voor West-Nederland ingezet, als alternatief voor de op dat moment verzilte Hollandsche IJssel. Er is alleen kans op het in werking treden van de KWA wanneer de rivierafvoer langdurig laag is (ordegrootte onder 1100 m³/s Bovenrijnafvoer, afhankelijk van het seizoen). De inlaatbehoefte bij de Pr. Irenesluizen kan tot orde-grootte 45 m³/s oplopen in droge periodes, en zelfs tot 65 m³/s in KWA situaties (afgerond naar Bijlage B.2).

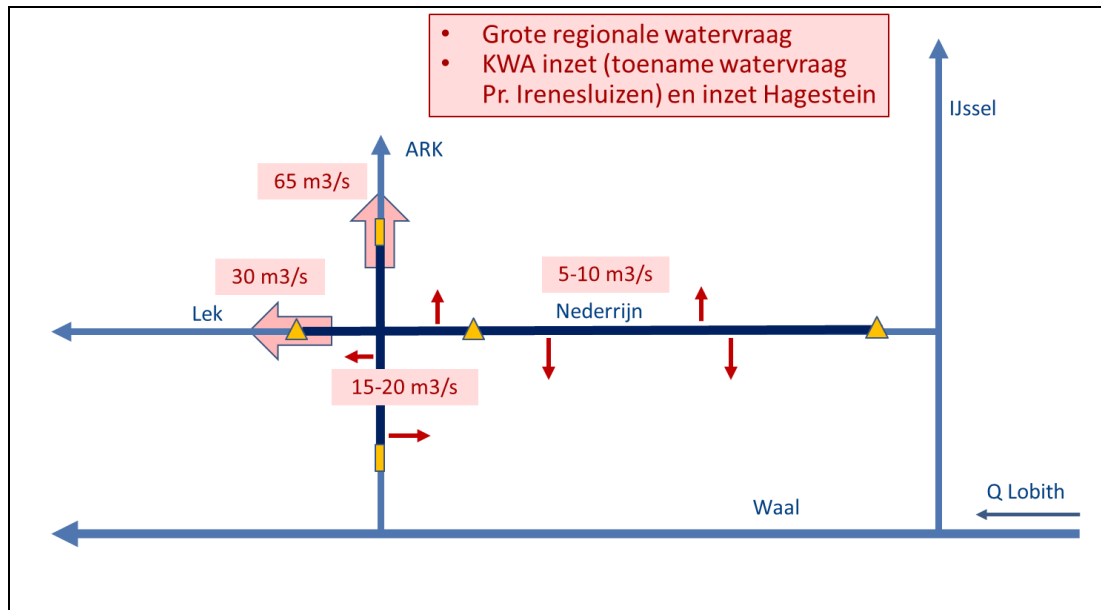
Bij een verder dalende rivierafvoer ontstaat ook het risico op verzilting van de Lek (Bovenrijn onder 900 m³/s). Om de Lek als belangrijke zoetwatervoorziening voor West-Nederland (onder andere voor de KWA) inzetbaar te houden, is aanvoer vanuit het Riviereengebied via **stuw Hagestein** nodig. Voor langdurige verziltingsbestrijding kan deze doorvoervraag oplopen tot ordegrootte 30 m³/s (Bijlage B.3).

De inlaatlocaties vanuit de IJssel, het Pannerdensch Kanaal en de Waal, evenals de scheepvaart zijn geen directe 'watervragers' aan de Nederrijn-Lek. De afvoer en waterstanden worden echter ook daar beïnvloed door de sturing van stuw Driel en het water dat via de Pr. Bernhardsluizen aan de Waal wordt onttrokken. Daarom worden de effecten van het handelingsperspectief (hoofdstuk 3) ook voor deze locaties uitgewerkt.

Samenvatting inlaat- en doorvoerbehoefte Nederrijn-Lek en ARK-Betuwapand in droge periodes

Een belangrijk uitgangspunt voor het Slim Watermanagement handelingsperspectief is dat het watervraaggestuurd is. Onderstaande figuren illustreren drie mogelijke scenario's (niet uitputtend, maar de grote knikpunten) voor de inlaatbehoefte vanuit de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand, gebaseerd op deze paragraaf en (afgerond naar inzichten uit) 0. Deze scenario's zijn in hoofdstuk 3 uitgewerkt. In deze figuren is enkel de inlaatbehoefte direct vanuit de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand in beeld gebracht. Voor de effecten van het handelingsperspectief (hoofdstuk 3) is ook gekeken naar andere locaties in het invloedsgebied van de sturing op de Nederrijn-Lek (zoals op het Pannerdensch Kanaal, de IJssel en de Waal).



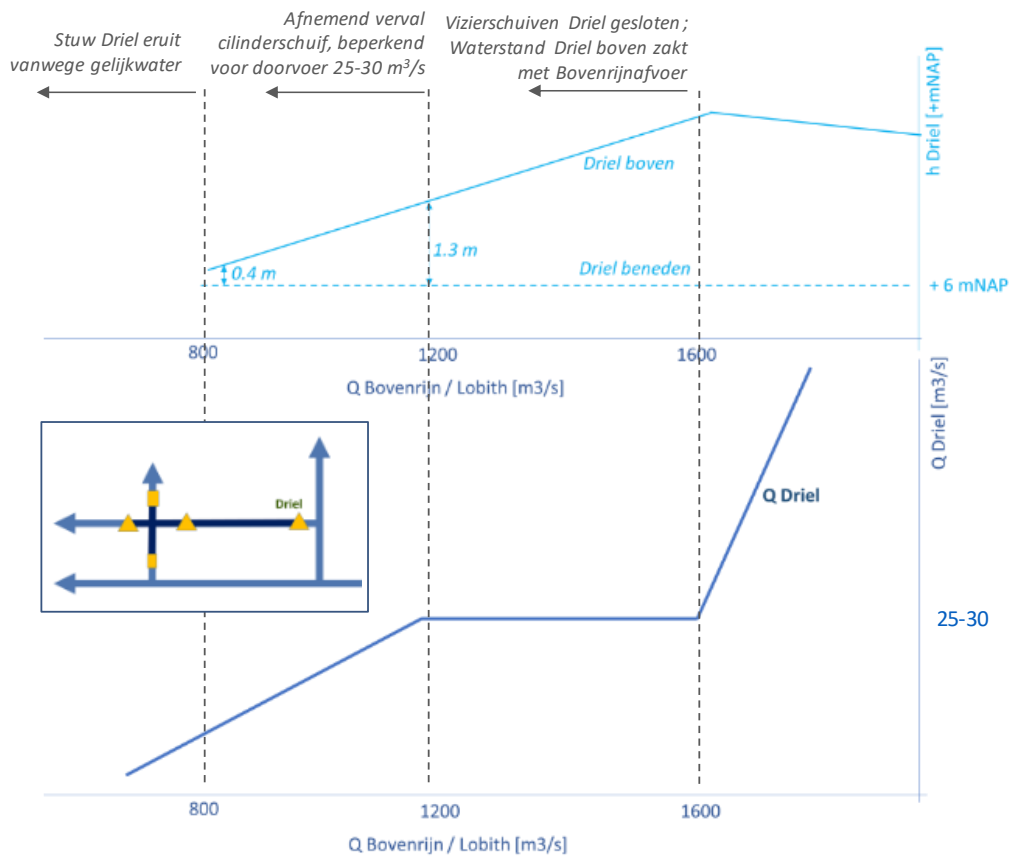


2.2 Twee aanvoerroutes

De Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand kennen ten tijde van een gestuwde Nederrijn-Lek en relatief lage Rijnafvoeren twee aanvoerroutes. Een van de aanvoerroutes is via **stuw Driel**, waarbij water uit het Pannerdensch Kanaal wordt verdeeld over de Nederrijn-Lek en de IJssel volgens het stuwprogramma Nederrijn-Lek. Op hoofdlijnen zijn voor de inzet van stuw Driel drie fases te onderscheiden:

1. Bij hoge rivierafvoeren (Bovenrijnafvoer boven 2600 m³/s) staan de vizierschuiven van stuw Driel open om zoveel mogelijk water af te kunnen voeren. De waterverdeling over de IJssel en de Nederrijn-Lek wordt bepaald door de morfologie.
2. Bij Bovenrijnafvoeren onder 2600 m³/s sluiten de vizierschuiven van het stuwcomplex in de Nederrijn steeds verder, gericht op het zo lang mogelijk handhaven van minimaal 285 m³/s op de IJssel.
3. Bij een Bovenrijnafvoer onder 1590 m³/s staan de vizierschuiven helemaal dicht en zakt de IJsselafoer mee met de Bovenrijnafvoer. Naar de Nederrijn-Lek wordt nog ongeveer 30 m³/s doorgelaten (25 via cilinderschuif en 5 via vistrap en schutsluis) voor de achterliggende belangen. De aanvoer van dergelijke kleine debieten is regelbaar via de cilinderschuif, waarbij de maximale capaciteit fysiek begrensd is door de capaciteit van de buis en het verval over stuw Driel.
 - Onder 1200 m³/s Lobith afvoer loopt de maximale doorvoercapaciteit via de cilinderschuif terug van tot onder de 30 m³/s (*HydroLogic, jan 2016*).
 - Als de Bovenrijnafvoer richting 700 m³/s zakt, is er bijna geen verval meer over het stuwcomplex en worden de vizierschuiven eruit gehaald om aanvoer naar de Nederrijn-Lek te behouden (*mondelinge communicatie Eric de Rooij, ervaring 2018*). Voor de waterstanden bovenstrooms van stuw Driel is het effect zeer beperkt, omdat de waterstand ook al zo ver was uitgezakt door de dalende rivierafvoer.

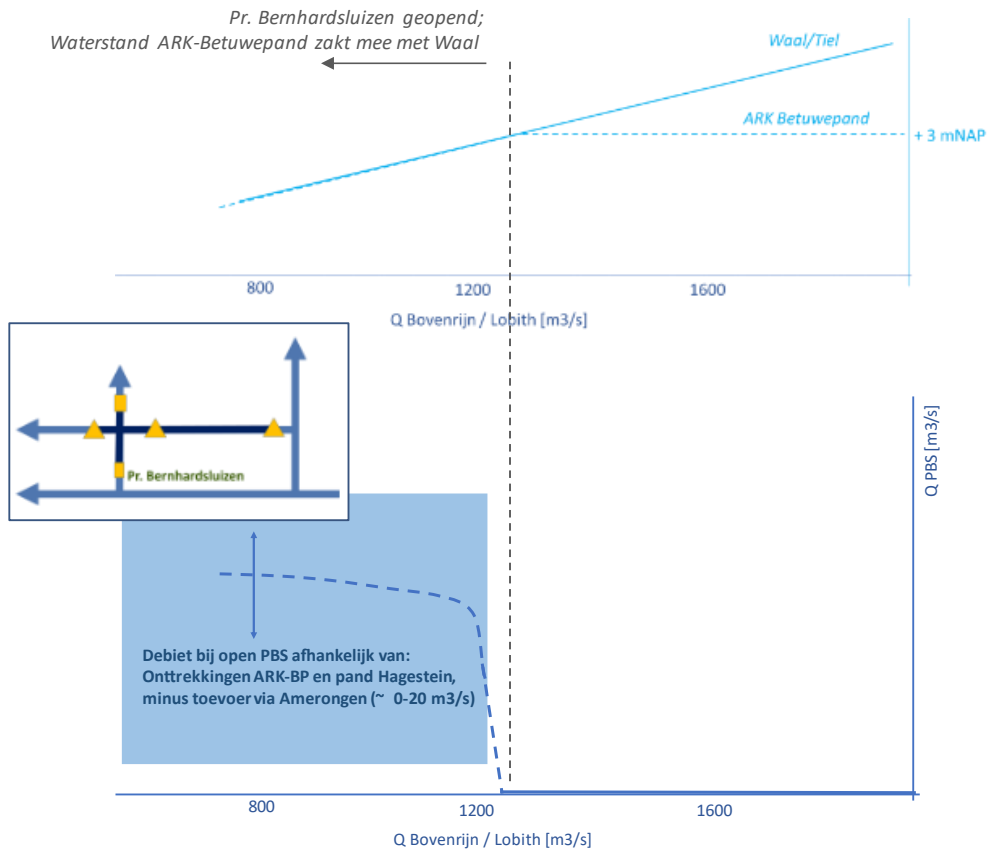
De focus voor deze studie ligt op de lage rivierafvoeren (Bovenrijn onder 1590 m³/s), waarvoor de waterstanden en afvoeren zijn weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5. Verloop van de waterstanden (boven) boven- en benedenstrooms van stuw Driel bij lage rivierafvoeren, evenals het doorvoerdebiet via (voornamelijk) de cilinderschuiif (beneden). Met de stippellijnen zijn de drie belangrijke knikpunten in de doorvoermogelijkheden weergegeven.

De tweede aanvoerroute loopt via de **Pr. Bernhardsluizen**, gelegen tussen de Waal (nabij Tiel) en het ARK-Betuwapand. Hierin zijn op hoofdlijnen twee fases te onderscheiden:

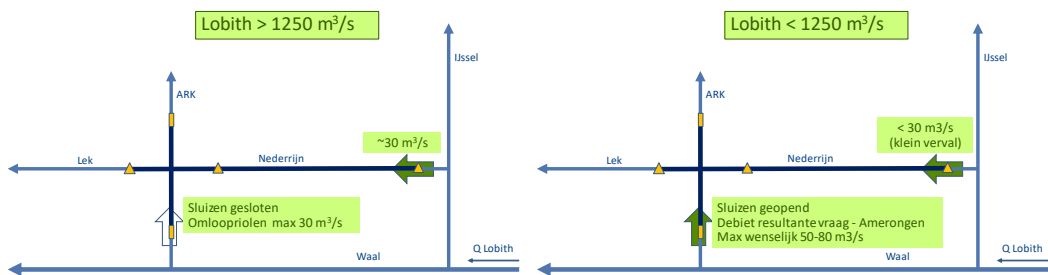
1. Een deel van het jaar zijn de Pr. Bernhardsluizen gesloten, waarmee het peil op stuwpand Hagestein en het ARK-Betuwapand kan worden gehandhaafd en de hogere waterstanden van de Waal worden gekeerd. Bij gesloten sluisen vindt geen doorvoer plaats, anders dan de schutdebieten en de mogelijkheid om tot maximaal $30 \text{ m}^3/\text{s}$ door te voeren via de omloopriolen (*RWS, mei 2020*).
2. Zodra de sluisen open staan, ontstaat een open verbinding tussen de Waal en het ARK-Betuwapand. Dit gebeurt bij een gelijke waterstand op het ARK-Betuwapand en de Waal; in het huidige beheer is dat bij een Bovenrijnafvoer van circa $1250 \text{ m}^3/\text{s}$ (waterstand Waal bij Tiel rond NAP +3.0 m). De hoeveelheid water die vanuit de Waal in noordelijke richting stroomt, is niet stuurbaar bij de Pr. Bernhardsluizen (behalve open/dicht), maar is een resultante van de inlaatbehoefte en het water dat al via de route Driel-Amerongen is aangevoerd. De capaciteit van de aanvoer via de Pr. Bernhardsluizen is groot, maar vanaf $50\text{-}80 \text{ m}^3/\text{s}$ is aandacht nodig voor de stroomsnelheden in de sluisen en daarmee samenhangende consequenties voor scheepvaart (*RWS, mei 2021*). In de huidige situatie is deze aanvoercapaciteit via de Pr. Bernhardsluizen veelal ruimschoots voldoende voor de inlaatbehoefte.



Figuur 6. Verloop van de waterstanden (boven) bij de Pr. Bernhardsluizen bij lage rivierafvoeren, evenals het doorvoerdebiet.

Twee wateraanvoerroutes hoofdwatersysteem

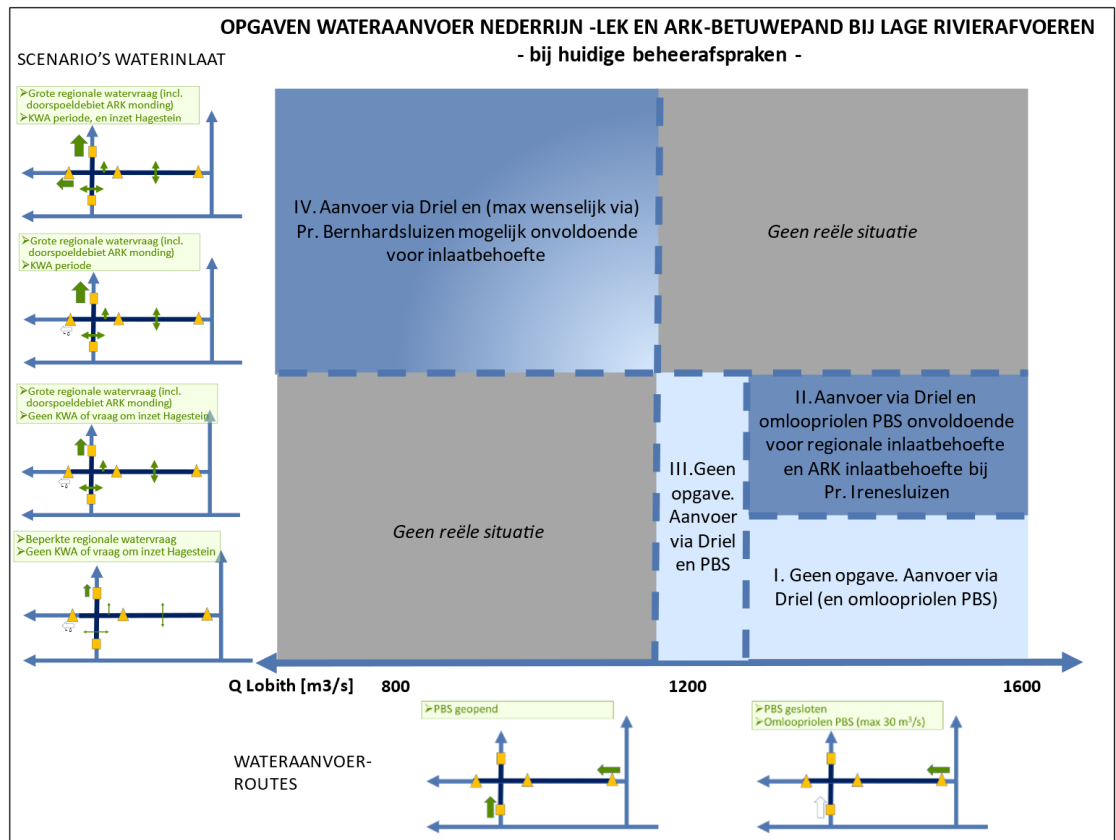
Binnen de huidige beheerafspraken en infrastructuur onderscheiden we een belangrijk knikpunt in de wateraanvoermogelijkheden naar de Nederrijn-Lek rond 1200-1300 m³/s Bovenrijnafvoer zoals weergegeven in onderstaande twee afbeeldingen.



Een belangrijk uitgangspunt voor Slim Watermanagement Nederrijn-Lek voor lage rivierafvoeren is het maken van een bewuste afweging in de inzet van de twee aanvoerroutes, waarbij niet alleen op basis van de Bovenrijnafvoer, maar ook watervraaggestuurd wordt gehandeld. Hiermee zou ook het uitgangspunt worden losgelaten om de afvoer via Driel op ongeveer 30 m³/s te houden bij Lobith-afvoeren onder de 1590 m³/s.

2.3 Opgaven Rivierengebied

Er zijn een aantal situaties te onderscheiden waarin de wateraanvoer naar de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand volgens de huidige beheerafspraken en -mogelijkheden niet volledig kan voorzien in de verwachte inlaatbehoeftes vanuit dit deel van het hoofdwatersysteem. Deze 'opgaven' zijn op hoofdlijnen samengevat in Figuur 7 met onderstaande toelichting. Het Slim Watermanagement handelingsperspectief voor deze situaties wordt beschreven in het volgende hoofdstuk.



Figuur 7. Schematisch overzicht opgaven wateraanvoer Rivierengebied bij lage rivierafvoeren bij huidige beheerafspraken. De donkerblauwe kleuring geeft (indicatief) weer in welk type scenario's de waterverdeling in het hoofdwatersysteem volgende bestaande afspraken onvoldoende kan zijn om in de inlaatbehoefte van de achterliggende gebieden te voorzien.

- I. Een groot deel van de tijd worden de regionale watervragen voor een deel voorzien uit gebiedseigen water, en is de inlaatbehoefte vanuit het hoofdwatersysteem relatief beperkt. Dit geldt voor de regionale inlaten in het Rivierengebied, als voor het ARK (en daarmee de inlaatbehoefte bij de Pr. Irenesluizen vanuit het Rivierengebied). De aanvoer via stuw Driel naar de Nederrijn-Lek is voldoende om te voorzien in de achterliggende inlaatbehoefte.
- II. Bij een langdurig droge periode (groot neerslagtekort) worden de regionale watersystemen sterker afhankelijk van de inlaat uit het hoofdwatersysteem. Wat opvalt, is dat al bij een Bovenrijnafvoer van 1250-1600 m³/s de aanvoer naar de Nederrijn-Lek (via Driel en evt. omloopriolen Pr. Bernhardsluizen) hiervoor ontoereikend kan zijn.

- III. Bij een Bovenrijnafvoer onder 1250 m³/s ontstaat een extra aanvoerroute via de geopende Pr. Bernhardsluizen, waarmee ruimschoots in de regionale inlaatbehoefes en de inlaatbehoefte bij de Pr. Irenesluizen (ARK, zonder KWA) kan worden voorzien.
- IV. Bij dergelijk lage rivierafvoeren ontstaat echter al snel het risico op verzilting van de noordrand van de Rijn-Maasmonding, waardoor de inlaatbehoefte vanuit de Nederrijn-Lek (en het ARK-Betuwapand) substantieel toeneemt als wordt besloten tot inzet van de KWA (verzilting monding Hollandsche IJssel) en inzet van stuw Hagestein (met name verzilting monding Lek). Meestal betekent dit eerst (Bovenrijn 1100-900 m³/s) een extra inlaatbehoefte bij de Pr. Irenesluizen voor het ARK. Dit is veelal nog aan te voeren via een combinatie van de route Driel (Nederrijn-Lek) en route Pr. Bernhardsluizen (Waal). Pas bij risico op verzilting van de monding van de Lek (Bovenrijn < 900 m³/s) kan ook bij stuw Hagestein een doorvoervraag tot 30 m³/s aan de Nederrijn-Lek worden gesteld, waarmee het risico ontstaat op een knelpunt in de doorvoer bij de Pr. Bernhardsluizen vanwege de effecten op bovenstroomse waterstanden (vaardiepte Waal en inlaatlocaties bovengestroomde Hagestein) en stroomsnelheden door de sluis.

3 Handelingsperspectief slim watermanagement Nederrijn-Lek

De opgaven voor de Nederrijn-Lek regio in wateraanvoer via het hoofdwatersysteem zijn in paragraaf 2.3 geschetst, met onderscheid voor verschillende typerende scenario's. Dit hoofdstuk beschrijft het handelingsperspectief voor deze scenario's.

In lijn met *Slim Watermanagement fase 2 (HydroLogic 2017)* zijn de volgende uitgangspunten leidend voor het handelingsperspectief:

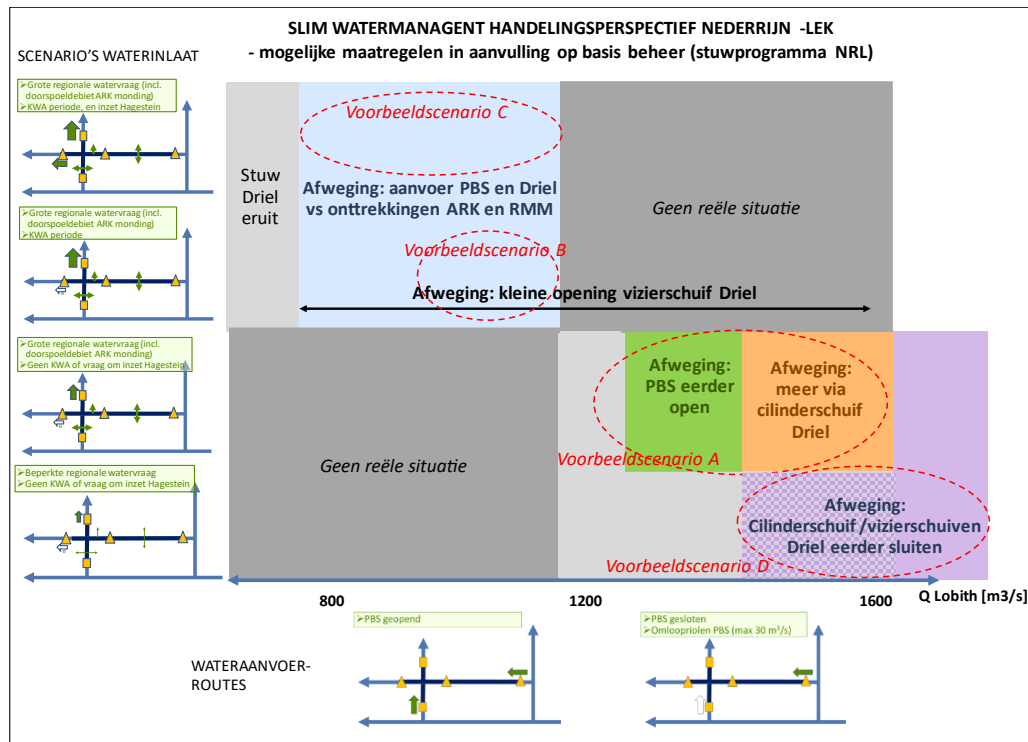
1. De strategieën worden situationeel ingezet: niet alleen afhankelijk van de actuele Bovenrijnafvoer, maar ook afhankelijk van de inlaatbehoefte, en de verwachtingen voor beiden.
2. Het voorgestelde handelingsperspectief is sterker watervraaggestuurd dan het bestaande stuwprogramma Nederrijn-Lek, waardoor elke kuub bewust wordt ingezet.
3. Er wordt een sterkere link gelegd met de belangen en het operationeel beheer van andere regio's (ARK-NZK, Rijn-Maasmonding, IJssel/IJsselmeer en Waal).

Figuur 8 geeft een **overzicht van het handelingsperspectief**: welke afwegingen zijn onder de verschillende afvoer- en watervraagomstandigheden relevant? Deze afwegingen voor maatregelen zijn uitgewerkt in **factsheets per maatregel** (Bijlage D):

1. Onder welke omstandigheden speelt deze afweging voor een maatregel?
2. Wat zijn de beoogde baten bij succesvolle inzet?
3. Wat zijn de aandachtspunten voor een succesvolle inzet?
4.

In het vervolg van dit hoofdstuk zijn **voor een viertal typerende situaties de afwegingen in samenhang beschreven**. Waarbij situatie 'D' een 'uitstapje' is naar IJsselmeer/Oost-Nederland: een regio die ook direct sturing van stuw Driel ervaart. Bij lage afvoeren wordt al gestuurd op vrijwel maximale aanvoer via de IJssel. Wel kan de regio bij iets hogere afvoeren vrager zijn voor iets groter debiet - om Driel versneld te sluiten - en daarmee het IJsselmeerpeil beter op te kunnen zetten (*HydroLogic en Infram, mei 2017*). Omdat het ook voor het Rivierengebied belangrijk is te weten wat te verwachten van aangrenzende regio's (evenals ARK en RMM), is ook deze voorbeeldsituatie uitgewerkt.

- A. Grote regionale watervraag, geen verzilting Rijn-Maasmonding (paragraaf 3.1)
- B. Grote regionale watervraag en KWA inzet West-Nederland (paragraaf 3.2)
- C. Grote regionale watervraag, KWA inzet en inzet stuw Hagestein (paragraaf 3.3)
- D. Watervraag IJsselmeerbuffer (paragraaf 3.4)



Figuur 8. Handelingsperspectief slim watermanagement Nederrijn-Lek, voor situaties van Lobith afvoeren van 1590 tot 600 m³/s (x-as) en voor vier watervraagscenario's (y-as). Een viertal voorbeeldscenario's is uitgelicht, welke zijn toegelicht in onderstaande tekst.

3.1 Voorbeeldscenario A: grote regionale watervraag, geen verzilting RMM

Dit type situatie kan regelmatig voorkomen in langdurig droge periodes. Door het neerslagtekort zijn de regionale watersystemen sterk afhankelijk van inlaat uit het hoofdwatersysteem. De regionale inlaten vanuit de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwepand kunnen tezamen oplopen tot 20 à 30 m³/s.

Doordat ook in de ARK-regio de watervraag van de regionale watersystemen toeneemt, valt de natuurlijke regionale afvoer weg. Aanvoer van water via de Pr. Irenesluizen is niet alleen nodig voor de inlaatbehoefte van de regionale watersystemen en drinkwater, maar ook om voldoende doorspoeling in de monding van het ARK (waar open verbinding met altijd brakke NZK) te behouden. Dit is nodig om het ARK als belangrijke zoetwatervoorziening in stand te houden. In enige mate kan ook via andere routes (o.a. Markermeer en Pr. Beatrixsluizen) in deze watervraag worden voorzien, maar de Pr. Irenesluizen zijn verreweg de grootste en meest effectieve stuurknop, waarbij de inlaatbehoefte vanuit het ARK-Betuwepand kan oplopen tot ordegrrootte 45 m³/s.

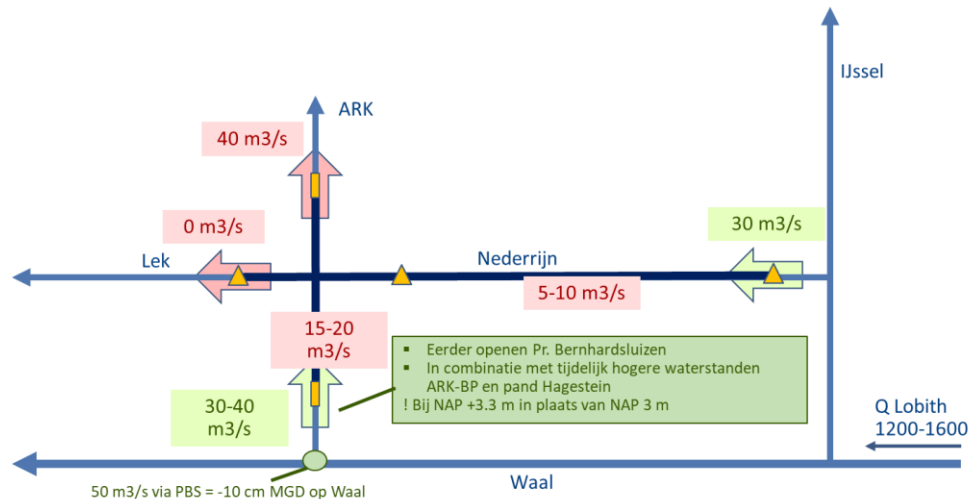
Doordat de rivierafvoer in dit type situatie nog voldoende hoog is (1300-1600 m³/s bij Lobith), is er nog geen verziltingsrisico in de Rijn-Maasmonding en geen doorvoervraag bij stuw Hagestein.

Volgens de bestaande afspraken staan de Pr. Bernhardsluizen bij deze rivierafvoeren nog dicht en kan enkel via de omloopriolen water worden aangevoerd (max 30 m³/s). De vi-

zierschuiven van stuw Driel staan dicht, waardoor verreweg het grootste deel van de afvoer uit het Pannerdensch Kanaal naar de IJssel wordt gestuurd. In de basis wordt gestuurd op ordegrootte 30 m³/s doorvoer bij Driel naar de Nederrijn-Lek (25 m³/s via cilinderschuiif, 5 m³/s via vistrap en schutbedrijf). In de hier beschreven situatie kan daarmee niet tegelijkertijd of volledig worden voorzien in de inlaatbehoefte van het Rivierengebied en de inlaatbehoefte bij de Pr. Irenesluizen (situatie II in Figuur 7). Dit vraagt om een afweging tussen de verschillende inlaatbehoeftes, óf het nemen van aanvullende maatregelen zoals beschreven in onderstaand handelingsperspectief.

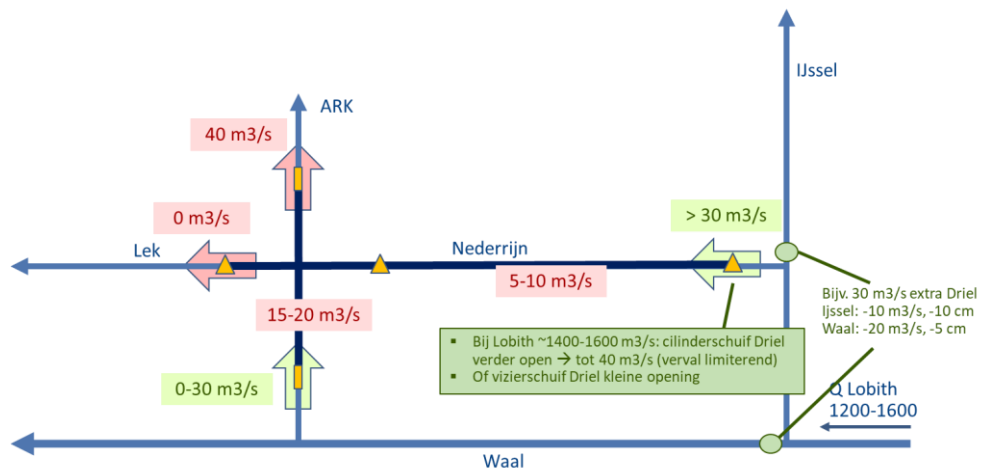
Het Slim Watermanagement handelingsperspectief kent verschillende afwegingen om de aanvoer naar het Rivierengebied en ARK via de twee aanvoerroutes Driel en Pr. Bernhardsluizen te vergroten.

1. Zo kan worden overwogen om de **Pr. Bernhardsluizen eerder te openen** (bijbehorende factsheet maatregel in Bijlage D), om zo een extra aanvoerroute naar de Nederrijn-Lek te creëren, en de aanvoer bij Driel niet verder te hoeven vergroten. De Pr. Bernhardsluizen worden geopend bij gelijkwater van de Waal bij Tiel en het ARK-Betuwapand, omdat de sluisen eenzijdig kerend zijn. In het huidige beheer gebeurt dit wanneer de waterstand op de Waal is uitgezakt tot ongeveer NAP +3 m (Lobith ~1250 m³/s), het peil van het ARK-Betuwapand. Naar verwachting kunnen met de huidige infrastructuur de sluisen bij maximaal NAP +3.3 m (Lobith ~1400 m³/s) worden geopend (max kerende hoogte stuw Hagestein). Het eerder openen van de Pr. Bernhardsluizen gaat samen met het tijdelijk verhogen van de waterstand op stuwpand Hagestein en het ARK-Betuwapand tot NAP +3.3 m, wat mogelijk voordelen heeft voor de watervraag van de regionale watersystemen (vermindering van wegzijging/toename kwel, en tijdelijk grotere inlaatcapaciteit om te benutten). In de praktijk betekent dit dat tijdig geanticipeerd moet worden op de verwachting van een rivierafvoer die (voor enige tijd) onder de 1400 m³/s Lobith komt, en een grote inlaatbehoefte. Wanneer de waterstand van de Waal vervolgens ook daadwerkelijk is uitgezakt tot NAP +3.3 m, of in ieder geval gelijk is aan de waterstand op het ARK-Betuwapand, kunnen de Pr. Bernhardsluizen worden geopend en ontstaat de grote extra aanvoer-route, eerder dan voorheen. Deze strategie waarbij de Pr. Bernhardsluizen meer dagen per jaar open staan dan onder het huidige beheer, heeft een gunstig effect op de scheepvaart die daardoor minder dagen per jaar hoeft te schutten.



Figuur 9. Illustratie van voorbeeldscenario A met eerder openen van de Pr. Bernhardsluizen.

2. Een alternatief voor het eerder openen van de Pr. Bernhardsluizen is het **op een kier zetten van de vizierschuiven van stuw Driel**. Op die manier kunnen grotere debieten worden aangevoerd, wat bovenstrooms direct effect heeft op de IJssel, het IJsselmeer, Pannerdensch Kanaal en de Waal. In de meeste gevallen zal het eerder openzetten van de Pr. Bernhardsluizen de voorkeur genieten, zowel voor het IJsselmeergebied als voor de scheepvaart op Waal en IJssel. Bij een Bovenrijnafvoer van 1600-1400 m³/s is het verval over stuw Driel nog dusdanig dat het ook via de cilinderschuif mogelijk is om meer water door te laten. Dit gaat om maximaal 10 m³/s extra. Bij een Bovenrijnafvoer onder de 1400 m³/s wordt het verval over stuw Driel al snel limiterend om meer dan 25 m³/s door te laten via de cilinderschuif.



Figuur 10. Illustratie van voorbeeldscenario A met een grotere doorvoer via stuwcomplex Driel.

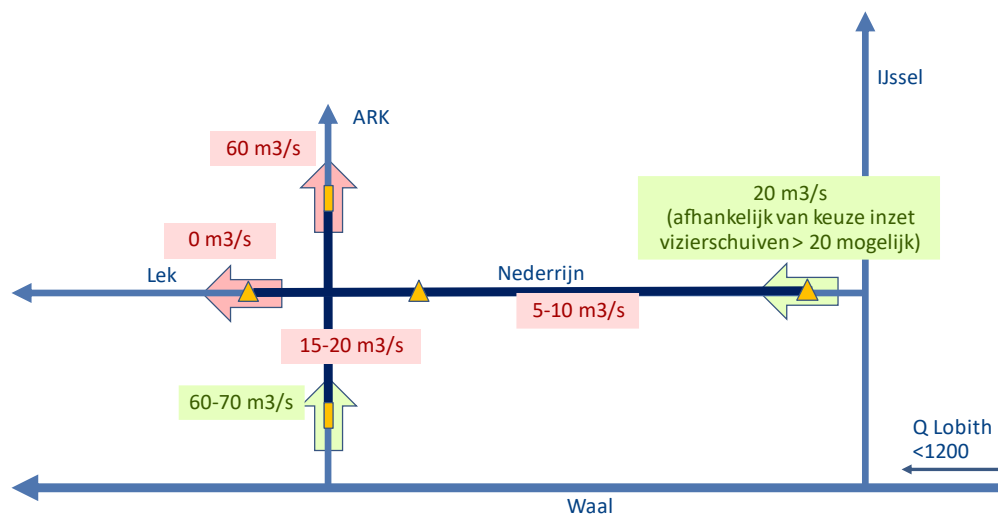
Nieuw in het handelingsperspectief is dat stuw Driel en de Pr. Bernhardsluizen mede worden ingezet op de verwachte grootte van de inlaatbehoefte naar de omliggende gebieden. In sommige situaties kunnen op deze manier beter verschillende belangen naast elkaar worden bediend, in andere situaties blijft een afweging noodzakelijk.

3.2 Voorbeeldscenario B: grote regionale watervraag en KWA

Dit voorbeeldscenario kent een kleinere kans van voorkomen dan het zojuist beschreven scenario A. KWA-inzet komt binnen huidig klimaat en beheerafspraken naar verwachting ongeveer eens in de 10 jaar één maand voor (*HydroLogic, okt 2016*). Doordat de noordrand van de Rijn-Maasmonding voor langere tijd verzilt raakt (monding Hollandsche IJssel ~Bovenrijnafvoer beneden 1100 m³/s), moet een groot deel van West-Nederland via alternatieve aanvoerroutes (KWA en Doorvoerroute Krimpenerwaard (DKW)) van zoetwater worden voorzien.

Dit betekent onder andere een extra inlaatbehoefte voor het Amsterdam-Rijnkanaal tot ongeveer 12 m³/s. Zolang er nog geen verziltingsrisico is voor de monding van de Lek¹, is er nog geen doorvoervraag bij stuw Hagestein.

Bij deze rivierafvoeren staan de Pr. Bernhardsluizen open en kan via twee routes (Driel-Amerongen en de Pr. Bernhardsluizen) water naar de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand stromen. Daarmee ontstaat voor het operationeel beheer de **flexibiliteit** om beide in meer of mindere mate in te zetten (situatie IV in Figuur 7). Hierbij is Driel de kraan waarmee direct kan worden gestuurd (met als keuze een kleine opening van de vizierschuiven), en is het debiet via de Pr. Bernhardsluizen een resultante van de resterende onttrekkingen (onttrekkingen noordkant Pr. Bernhardsluizen minus aanvoer via Amerongen).



Figuur 11. Illustratie van voorbeeldscenario B.

¹ Bij het risico op kortdurende verzilting van de monding van de HIJ en/of Lek kan wel worden overwogen om kortdurend ordegrrootte 50 m³/s via stuw Hagestein door te voeren om de verzilting in de mondingen in enige mate te beperken. Aangezien dit effect als beperkt wordt gezien, wordt hier alleen toe besloten als dit bovenstrooms geen nadelige effecten heeft (*Rijkswaterstaat, juli 2021*).

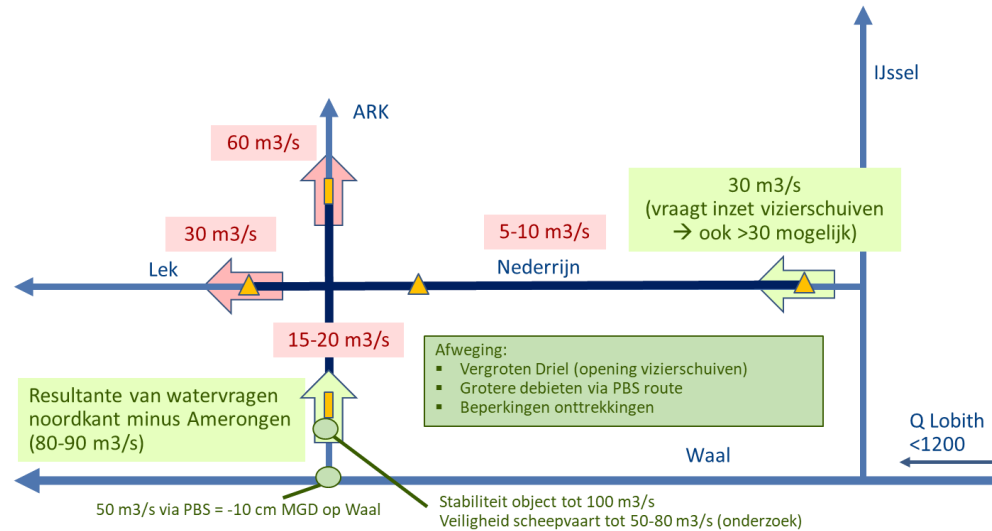
Nieuw in het handelingsperspectief is de mogelijkheid om bewust keuzes te maken in de verdeling tussen deze aanvoerroutes. Het vraagt nadere uitwerking van operationele sturingscriteria om dit op verantwoorde wijze te implementeren.

3.3 Voorbeeldscenario C: grote regionale watervraag, KWA en vraag om inzet Hagestein

Bij lagere Bovenrijnafvoer ($< 900 \text{ m}^3/\text{s}$) ontstaat ook voor de monding van de Lek het risico op langdurige verzilting. Naast eerdergenoemde inlaatbehoefte ontstaat daardoor ook de noodzaak om bij stuw Hagestein water door te laten om de inlaatlocaties (drinkwater, waterschappen, ook KWA) zoet te houden. Dit betekent een doorvoervraag tot ordegrrootte $30 \text{ m}^3/\text{s}$ in langdurige droge periodes, boven op de eerdergenoemde inlaatbehoefte vanuit de Nederrijn-Lek (regionale inlaatbehoefte en ARK inclusief KWA).

In deze situatie zijn beide aanvoerroutes nodig om te kunnen voorzien in de inlaatbehoefte vanuit de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand. Een aandachtspunt voor de Pr. Bernhardsluizen is dat de stroomsnelheid hier niet te hoog mag worden voor de scheepvaart om veilig te kunnen manoeuvreren (*RWS, mei 2021*). Daarom moeten de stroomsnelheden in de sluis worden gemonitord wanneer het debiet via de sluisen richting de $50\text{-}80 \text{ m}^3/\text{s}$ gaat (situatie IV in Figuur 7). Via stuw Driel bestaat de afweging om in de resterende inlaatbehoefte te voorzien via de vizierschuiven. Vanwege de grote debieten in dit soort situaties, zal de mogelijke impact op de IJsselregio en de Waal ook groter zijn. In dit soort situaties zal de LCW de bijbehorende afwegingen maken en adviseren over waterverdeling of eventueel het beperken van de inlaat naar de verschillende watersystemen.

De basisstrategie is om een groot deel via de Pr. Bernhardsluizen te laten stromen en het debiet over Driel beperkt te houden ($10\text{-}30 \text{ m}^3/\text{s}$). Het vergroten van het debiet over Driel met bijvoorbeeld $30 \text{ m}^3/\text{s}$ heeft gevolgen voor de aanvoer naar het IJsselmeer ($10 \text{ m}^3/\text{s}$ minder), de waterstand op de IJssel (10 cm waterstands daling in de IJsselkop), en op de Waal ($-20 \text{ m}^3/\text{s}$, en 5 cm waterstands daling, ook bij de *Minst Gepeilde Diepte* (MGD) locatie bij Nijmegen) (*RWS, juli 2019*). Een onttrekking van $30 \text{ m}^3/\text{s}$ bij Tiel aan Waal, zorgt voor een iets grotere waterstands daling op een deel van de Waal, maar werkt niet door tot de MGD bij Nijmegen, het Pannerdensch Kanaal of de IJssel.



Figuur 12. Illustratie van voorbeeldscenario C.

In een beperkt aantal situaties is het denkbaar dat het zinvol is om juist de **aanvoer via Driel te vergroten** (bij deze lage rivierafvoeren alleen mogelijk via een kleine opening van de vizijschuiven). Bijvoorbeeld wanneer op de Waal (rondom Tiel) grotere knelpunten worden ervaren voor de scheepvaart dan op de IJssel, of knelpunten worden ervaren met de stroming door de Pr. Bernhardsluizen. Daarnaast speelt mee in hoeverre de toevoer naar het IJsselmeer tijdelijk kan worden beperkt, omdat er nog voldoende buffer is om een beetje uit te zakken. In de praktijk zal het in periodes van droogte en lage rivierafvoer niet wenselijk zijn om de toevoer naar het IJsselmeer lang te korten.

3.4 Situatie D - Watervraag IJsselmeerbuffer

In de voorbeeldsituaties A tot en met C is niet ingegaan op de watervraag van de IJssel en het IJsselmeer waarvoor in die situaties mogelijk ook een extra watervraag aan het hoofdwatersysteem speelt. Binnen de huidige beheerafspraken wordt met het beheer op de Nederrijn-Lek bij lage rivierafvoeren (het sluiten van de vizijschuiven bij Driel) al vrijwel maximaal water naar de IJssel gestuurd (situatie I in Figuur 7).

Bij middellage rivierafvoeren (boven 1590 m³/s Bovenrijnafvoer) zijn de vizijschuiven van stuw Driel volgens de bestaande beheerafspraken nog niet volledig gesloten (Figuur 5). Dit maakt bij dergelijke rivierafvoeren wel de afweging mogelijk om tijdelijk meer water naar het IJsselmeer te sturen. Op die manier kan de IJsselmeerbuffer versneld worden bijgevuld. Bijvoorbeeld: bij 1900 m³/s Bovenrijnafvoer resulteert het stuwprogramma in nog ongeveer 200 m³/s afvoer via stuw Driel. Stel dat dit wordt geknepen tot 50 m³/s, zal ongeveer 50 m³/s extra over de IJssel stromen en 100 m³/s extra over de Waal². Met drie weken orde grootte 50 m³/s extra via de IJssel kunnen het IJsselmeer en Markermeer ongeveer

² Naast tijdelijk extra aanvoer naar het IJsselmeer betekent dit overigens ook ongeveer 15-50 cm extra vaardiepte bij de IJsselkop en ongeveer 25 cm extra vaardiepte op de Waal bij Nijmegen (o.b.v. kennisregels RWS, juli 2019).

5 cm worden opgezet. Een interessante maatregel aangezien het naar verwachting vaak lastig zal zijn om de IJsselmeerbuffer tijdig bij te vullen in een periode voorafgaand aan lage rivierafvoeren. Door het bijvullen van de IJsselmeerbuffer wordt het water langer vastgehouden in plaats van dat het overschot van de Nederrijn-Lek via stuw Hagestein wordt afgevoerd naar zee. Bij dergelijke rivierafvoeren is er nog geen noodzaak voor verziltingsbestrijding in de Rijn-Maasmonding.

Ook bij lagere rivierafvoeren (~1400-1600 m³/s) met een beperkte regionale watervraag speelt de afweging om tijdelijk meer water naar het IJsselmeer te sturen. Het gaat dan echter om substantieel kleinere hoeveelheden, omdat de vizierschuiven al verreweg het grootste deel van de rivierafvoer naar het IJsselmeer sturen, en alleen 30 m³/s doorvoeren naar de Nederrijn-Lek. In periodes met een beperkte regionale watervraag (Rivierengebied, maar ook vanuit ARK) kan dit betekenen dat alsnog een overschot van 10-20 m³/s via stuw Hagestein naar zee wordt afgevoerd. In dergelijke situaties speelt de afweging om de afvoer bij Driel via de vizierschuif in enige mate te knijpen en extra afvoer ten goede te laten komen aan de IJsselmeerbuffer. Zo kan stuw Driel als slimme, hoge-precisie kraan worden ingezet om het rivierwater zo efficiënt mogelijk te verdelen.

Afstemming regio Nederrijn-Lek en regio IJsselmeergebied

Wanneer de watervraag vanuit de regio Nederrijn-Lek beperkt is, kan meer water via de IJssel naar het IJsselmeer stromen. Dit heeft de volgende baten voor de IJsselmeerregio:

1. Positief effect op de scheepvaart op de IJssel (25 m³/s extra over de IJssel ≈ 25 cm grotere vaardiepte).
2. Bijdrage aan het voorzien in grotere watervraag bij de Twentekanalen.
3. Meer watervolume in het IJsselmeer, waar het langer kan worden vastgehouden dan op de Nederrijn-Lek.

Een verandering in de hoeveelheid water die bij Driel wordt doorgelaten, werkt voor 1/3 door op de IJssel en voor 2/3 op de Waal.

4 Van handelingsperspectief naar redeneerlijn

Hoofdstuk 3 beschrijft het Slim Watermanagement handelingsperspectief voor de Nederrijn-Lek regio: wat zijn de *mogelijkheden* voor situationele sturing, aanvullend op het reguliere beheer volgens het stuwprogramma Nederrijn-Lek? Elk van deze situationele afwijkingen is uitgewerkt in een factsheet (Bijlage D), en de samenhang tussen de maatregelen is beschreven in hoofdstuk 3. Hiermee is de inhoudelijke basis gelegd voor het gesprek over een gezamenlijke operationele strategie, de redeneerlijn. De uitwerking van handelingsperspectief tot redeneerlijn is onderdeel van een volgende fase binnen Slim Watermanagement (2022-2027).

Dit hoofdstuk beschrijft de bijbehorende stappen, om te komen tot een afgestemde redeneerlijn voor dit gebied die geïmplementeerd en geborgd kan worden in het operationele waterbeheer.

4.1 Afbakening en betrokkenen

1. Keuze afbakening redeneerlijn: regio Nederrijn-Lek of regio Rivierengebied? Handelingsperspectief Maas-Waalkanaal meenemen als sub-redeneerlijn voor specifieke situaties, of buiten beschouwing laten?
2. Advies om de groep waterbeheerders die nu betrokken is (m.n. RDO deelnemers) en in fase 2 heeft meegedacht te betrekken bij de verdere uitwerking.

4.2 Uitwerking

1. Vooraf: Bevindingen communiceren en aandachtspunten voor het vervolg ophalen.
Ter overweging:
 - Bijpraten relevante directeuren binnen Rijkswaterstaat over de uitkomsten van deze fase.
 - Informeren van watergebruikers (koepelorganisaties) over uitkomsten van deze fase en ophalen van zorgen en kansen die zij voorzien bij verdere uitwerking en het operationaliseren. Dit wordt bij voorkeur opgepakt in een gespreksronde.
 - Presenteren resultaten van Slim Watermanagement Nederrijn-Lek aan de andere regio's (in ieder geval IJsselmeergebied, RMM en ARK/NZK) en het gesprek aangaan over kansen en de betekenis voor de watervraag.
 - Toetsgroep met operators en tactisch waterbeheerders inregelen om vervolg producten te toetsen.
2. Uitwerking:
 - Identificeren voornaamste dilemma's in het handelingsperspectief. Bijvoorbeeld: eerder openen PBS of vizierschuif Driel kleine opening (meer watervraag gestuurd inzetten), of watervraag beperken? Hierbij meenemen: welke vragen kunnen vanuit de landelijke waterverdeling (*lerend implementeren traject Klimaatbestendige*

Zoetwaterstrategie Hoofdwatersysteem) aan deze regio worden verwacht en waar roept dit eventueel dilemma's op in het handelingsperspectief?

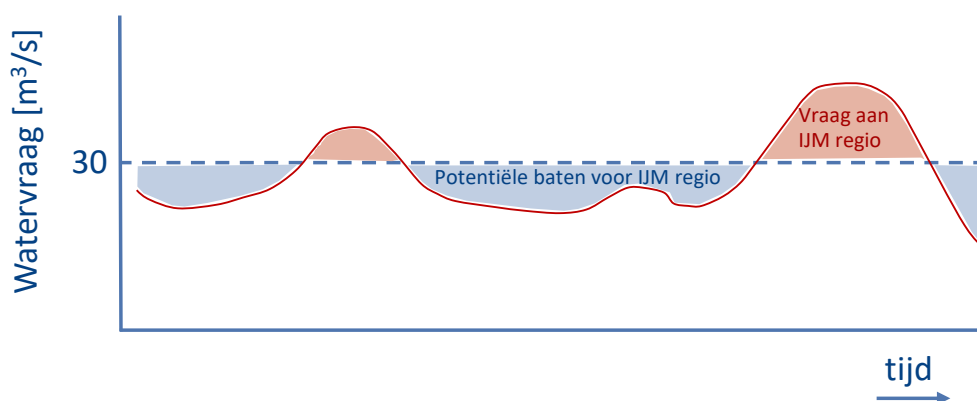
- De dilemma's uitwerken in mogelijke keuzes. Deze analyseren op basis van historische tijdreeksen en klimaatscenario's om inzicht te krijgen:
 - o 'Hoe vaak' en 'hoe lang' wordt een strategie naar verwachting ingezet?
 - o Wat kan het opleveren? Zie het voorbeeld in onderstaand kader (Figuur 13).
 - Hierop reacties ophalen en hoofdlijn achterliggende afwegingen expliciet maken
 - Gezamenlijk uitwerking 'criteria' waar deze keuze op wordt gebaseerd: bijvoorbeeld op basis van welke informatie wordt stuw Driel gestuurd?
 - Hieruit volgt inzicht in welke operationele informatie hiervoor nodig is. voor de overstap van de ene naar de andere strategie of waarbij een bepaalde strategie juist niet meer mag worden ingezet
3. Borgen Slim Watermanagement
- Aanwijzen eigenaar redeneerlijnen (persoon en evt. groep als RDO)
 - Proces inrichten om (bijv. jaarlijks) om gebruik van de redeneerlijn te evalueren en geleerde lessen (praktijk/studies) te borgen in de redeneerlijn, waarbij zoveel mogelijk bestaande gremia benutten.
 - In de documenten waarin het uiteindelijke nieuwe beheerregime vastgelegd moet worden, te weten het Draaiboek Laagwater en het stuwprogramma Nederrijn-Lek aangeven welke veranderingen nodig zijn.
 - Beslissers informeren over hun rollen en het vervolg.
 - Sessie met 'beslissers', operators en tactisch waterbeheerders om eisen op te halen voor de implementatie.
 - Treffen van voorbereidingen voor implementatietraject met informatie en instructie voor operators.

Voorbeeld analyse inzet Driel - baten expliciet maken

Figuur 13 laat in een schematische en fictieve weergave zien hoe de watervraag (rode lijn) van de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand in de praktijk varieert. In de huidige beheerpraktijk wordt bij Driel gestuurd op ongeveer 30 m³/s. Afhankelijk van de actuele watervraag wordt meer of minder water doorgevoerd bij stuw Amerongen en Hagestein. In situaties waarin de Lobith afvoer boven de 1200 m³/s is, levert het afgevoerde water bij Hagestein weinig op, terwijl 'deze kuubs' mogelijk wel van waarde kunnen zijn voor de IJsselmeerregio. De figuur laat zien dat de Nederrijn-Lek regio in sommige situaties water kan 'bieden' aan de IJsselmeerregio (ten opzichte van het huidige beleid), waardoor verspilling kan worden tegengegaan. Zo laat een eerste analyse van de debieten bij Hagestein zien dat bijvoorbeeld in 2011, in situaties waarin de Lobith afvoer tussen de 1200 en 1590 m³/s was, rond de 120 miljoen m³ is afgevoerd via Hagestein, waarvan ongeveer ²/₃ in de maanden april tot en met september. Op andere momenten is de watervraag van de Nederrijn-Lek juist groter dan 30 m³/s.

Hoeveel een flexibele inzet van stuw Driel daadwerkelijk kan opleveren voor de IJsselmeerregio, kan worden onderzocht met behulp van:

1. Tijdreeksen watervraag o.b.v. LHM (huidig en klimaat)
2. Tijdreeksen debiet bij Driel en Lobith o.b.v. Deltascenario (huidig en klimaat)



Figuur 13. Schematische weergave van variatie in de watervraag van de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand (rode lijn) aan stuw Driel. In de huidige praktijk wordt gericht op 30 m³/s aanvoer bij Driel naar de Nederrijn-Lek.

5 Referenties

Arcadis (februari 2017). Verkenning vergrote aanvoer water via Betuwepand onder droge omstandigheden.

Deltares (2019). Pilot rapportage Rivierenland.

Deltares en HydroLogic (mei 2021). Infographic Verzilting Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal.

Drost T. (2 juli 2021). Waterbehoeften per inlaat - LHM districten Rivierengebied.

HKV (5 juni 2019). Statistiek lage waterstanden Wijk bij Duurstede (memo).

HydroLogic (2013). Waterverdelings- en verziltingsvraagstukken in het hoofdwatersysteem in West- en Midden-Nederland.

HydroLogic (januari 2016). Slim Watermanagement Nederrijn-Lek fase 1. In opdracht van Rijkswaterstaat Oost-Nederland.

HydroLogic (oktober 2016). Compilatierapport Bypass Irenesluizen. In opdracht van Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving.

HydroLogic en Infram (mei 2017). Slim Watermanagement Nederrijn-Lek fase 2.

HydroLogic (mei 2017). Draaiboek praktijkproef kleine opening vizierschuif Driel. Als onderdeel van Slim Watermanagement Nederrijn-Lek fase 2. In opdracht van Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving.

HydroLogic (27 februari 2019). Factsheet Beleidstafel Droogte WV04.

HydroLogic (4 februari 2019). Slim Watermanagement redeneerlijn Oost-Nederland. Online storymap.

HydroLogic (augustus 2019). Evaluatie inlaten droogte 2018. In opdracht van Waterschap Rivierenland.

RDO Gelderland (6 maart 2019). Resultaat evaluatiebijeenkomst.

RDO Gelderland (23 april 2021). Concept Draaiboek Droogte.

RHDHV (3 mei 2021). Klimaatpilot: Duurzaam gebruik grondwater. Rapport stappen F t/m I. In opdracht van Waterschap Rivierenland.

Rijkswaterstaat (maart 2016). Stuwprogramma Nederrijn/Lek. Achtergronden bij een nieuw stuwprogramma.

Rijkswaterstaat (januari 2018). Maatregelfactsheet Aanvoer van Waal naar Maas.

Rijkswaterstaat (juli 2019). Memo Effecten extra afvoer doorlaten Driel.

Rijkswaterstaat (mei 2020). Protocol water inlaten Bernhardsluis.

Rijkswaterstaat (14 januari 2021). Rapportage tussenstand 2020 WaalSamen, Pilot Langsdammen.

Rijkswaterstaat (12 mei 2021). Bovenregionale effecten Hagestein (presentatie).

Rijkswaterstaat (27 juli 2021). Concept beslisboom inzet Stuw Hagestein.

Waterakkoord Blauw Knooppunt Rijn en IJssel (9 maart 2017).

Waterakkoord Betuwepand (2000).

Witteveen en Bos (december 2016). Regionale Verkenning Zoetwater Rivierengebied. Fase 4. In opdracht van Waterschap Rivierenland.

Witteveen en Bos (juni 2020). Klimaatpilot duurzaam gebruik ondiep grondwater. Rapport stappen A t/m E. In opdracht van Waterschap Rivierenland.

Witteveen en Bos (16 juni 2020). Klimaatpilot duurzaam gebruik ondiep grondwater.

<https://www.gelderlander.nl/rhenen/grebbesluis-de-dorstlessende-kraan-van-de-hele-vallei-bij-rhenen~aca92c25/>

<https://gemalen.nl/>

Bijlage A Betrokkenen

Projectgroep
██████████ (RWS ON)
██████████ (RWS ON)
██████████ (WSRL)

Interviews
RWS ON
RWS MN
RWS WNZ
WS Rivierenland
WS Vallei en Veluwe
HH De Stichtse Rijnlanden
Provincie Gelderland

Werk sessie
RWS WVL
RWS ON
RWS MN
RWS WNZ
WS Rivierenland
WS Vallei en Veluwe
HH De Stichtse Rijnlanden
HH Schieland en de Krimpenerwaard
Provincie Gelderland
Provincie Utrecht

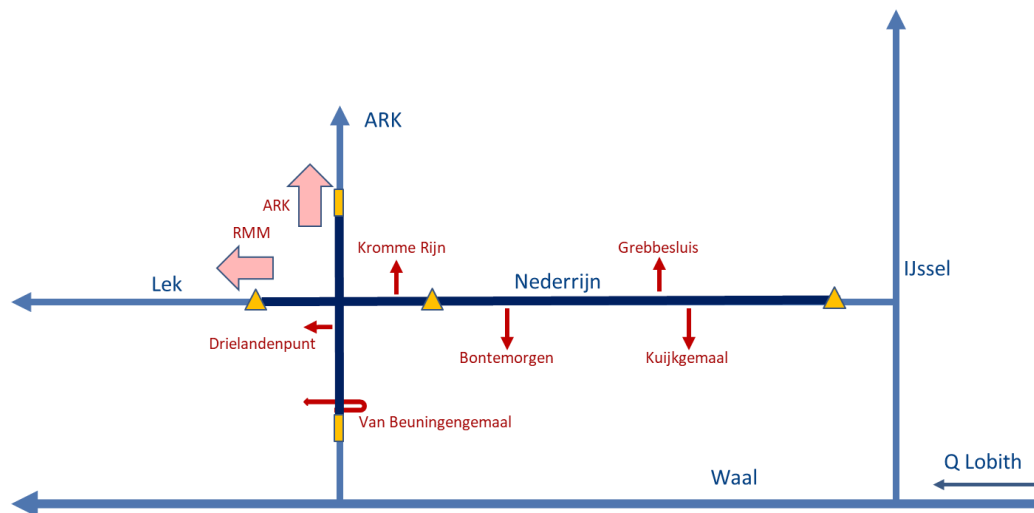
Projectteam HydroLogic
██████████
██████████
██████████

▪

Bijlage B Inlaat- en doorvoerbehoefte Nederrijn-Lek en ARK-Betuwapand

In deze bijlage is een indicatie van de inlaat- en doorvoerbehoefte onder droge omstandigheden gegeven, zoals die in *HydroLogic (2017)* is afgestemd, waar nodig geactualiseerd met de inzichten anno 2021.

De inlaatlocaties uit de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand zijn weergegeven in Figuur 14. De inlaten die worden voorzien via de IJssel, het Pannerdensch Kanaal of de Waal ondervinden effecten van het operationeel beheer van de Nederrijn-Lek. De randvoorwaarden voor deze locaties zijn meegenomen in de factsheet in Bijlage C.



Figuur 14. Inlaat en doorvoerlocaties vanuit de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand.

B.1 Regionale inlaatlocaties

Vanuit de Nederrijn-Lek en het ARK-Betuwapand wordt water ingelaten naar (een deel van) de regionale watersystemen van Rivierenland, Vallei en Veluwe en De Stichtse Rijnlanden. In Tabel 1 is voor elke inlaatlocatie de maximale inlaatbehoefte gegeven. Voor de inlaten van Rivierenland is hierbij onderscheid gemaakt tussen de scenario's Huidig en WH 2050 klimaat, en voor herhalingstijden van eens per twee jaar en eens per 100 jaar. Hiertoe is een inschatting van de inlaatbehoefte voor droogte (op basis van *Witteveen en Bos, 2016*), aangevuld met een inschatting van de inlaatbehoefte voor verneveling bij de fruitteelt. Aangezien binnen Slim Watermanagement de bestaande infrastructuur als randvoorwaarde geldt, is de totale waarde gecorrigeerd indien deze boven de maximale inlaatcapaciteit komt.

De maximale inlaatbehoefte naar de regionale watersystemen is in een huidige extreme situatie vergelijkbaar met een meer reguliere situatie onder WH 2050 klimaat (25 à 30 m³/s).

Tabel 1. Maximale inlaatbehoefte van de regionale inlaten vanuit het hoofwatersysteem, voor verschillende klimaatscenario's en verschillende herhalingsstijden (T2 = eens per twee jaar, T100 = eens per 100 jaar).

Inlaatlocatie	Huidig (m ³ /s)		WH2050 (m ³ /s)	
	T2	T100	T2	T100
Kuijkgemaal	1.8	2.4	2.8	3.3
Grebbesluis	3			
Bontemorgen	2.6	2.9	3.1	3.3
Kromme Rijn	7 (tot 10)			
Drielandenpunt	0.3	0.4	0.5	0.5
Beuningengemaal	7.6	9.1	9.7	10.6
Totaal	22	25	26	28

B.2 Doorvoerbehoefte Amsterdam-Rijnkanaal bij Pr. Irenesluizen

Het Amsterdam-Rijnkanaal (ARK) is belangrijk voor de zoetwatervoorziening van een groot deel van West-Nederland. De monding van het ARK staat in open verbinding met het altijd brakke Noordzeekanaal (NZK). Bij onvoldoende afvoer via het ARK kunnen het kanaal en de aangrenzende wateren (boezemwateren in beheer bij waterschap Amstel, Gooi en Vecht) verzilten. In droge periodes, met weinig afvoer vanuit de regionale watersystemen naar het ARK, zijn daarom extra maatregelen in het waterbeheer nodig om voldoende doorspoeling in de monding van het ARK te behouden.

Nieuwe Zeesluis IJmuiden

De schutsluizen bij IJmuiden zijn de grootste bron van zout water op het Noordzeekanaal. De Nieuwe Zeesluis IJmuiden zal voor een grotere zoutlast op het Noordzeekanaal zorgen. Om (een deel van) deze zoutlast ook weer af te voeren is een systeem van selectieve onttrekking voorzien (ingebruikname verwacht in 2024) (*Deltares en HydroLogic, mei 2021*) Tot die tijd is extra doorspoeling in de monding van het ARK nodig tegen de grotere zoutlast vanuit het NZK, namelijk 35 m³/s 5-daags gemiddeld.

Tabel 2 geeft een overzicht van de totale inlaatbehoefte vanuit het ARK in droge periodes, hoewel de verschillende watervragen in de praktijk slechts af en toe zullen samenvallen. Zeker de KWA gaat over een specifieke situatie die naar verwachting elke 10 jaar ongeveer een maand voorkomt.

Op basis van deze informatie zijn twee type situaties onderscheiden (Tabel 3), waarbij de uiteindelijke inlaatbehoefte bij de Pr. Irenesluizen is gecorrigeerd voor ongeveer 10 m³/s aanvoer naar het ARK-NZK via Zeesluis Muiden, de Pr. Beatrixsluizen (uitgegaan van 3 m³/s) en eigen gebiedswater (*HydroLogic, okt 2016*).

Tabel 2. Watervragen ARK-NZK systeem zoals voorzien na de autonome ontwikkelingen (Grote Zeesluis IJmuiden, verwijderd sluiseland bij Zeeburg) op basis van HydroLogic, okt 2016. Waarbij de doorspoelingsvraag in de monding van het ARK is verhoogd tot 35 m³/s voor de situatie mét Nieuwe Zeesluis IJmuiden, nog zónder selectieve onttrekking (*mondelinge communicatie Paul Kok, RWS MN*).

Doel	Duur	Watervraag
Regionale systemen (HDSR en HAGV): peilhandhaving, berekening, doorspoeling	Jaarrond, maar met seizoensafhankelijke variatie	12 m ³ /s
Drinkwater (Nieuwersluis en Nieuwegein)	Jaarrond	6.5 m ³ /s
Doorspoeling tegen zoutindringing (Nieuwersluis)	Jaarrond	35 m ³ /s (tot eind 2024)
KWA+	Incidenteel, ordegrrootte 4-8 weken	17 m ³ /s
Situatie zonder KWA		54 m ³ /s
Situatie met KWA		71 m ³ /s

Tabel 3. Twee scenario's voor inlaatbehoefte vanuit het ARK-Betuwapand bij de Pr. Irenesluizen. Hier toe zijn de getallen uit Tabel 2 (inlaatbehoefte vanuit ARK-Noordpand) gecorrigeerd voor ordegrrootte 10 m³/s aanvoer via andere wegen dan de Pr. Irenesluizen (zie bovenstaande tekst).

Situatie	Duur (ordegrrootte)	Inlaatbehoefte
1. Zonder KWA	Constant, maar wel kortdurend te verlagen	44 m ³ /s
2. Met KWA	4 – 8 weken	61 m ³ /s

B.3 Doorvoerbehoefte Noordrand Rijn-Maasmonding bij stuw Hagestein

In de huidige beheerpraktijk wordt bij Hagestein gestuurd op bovenstrooms peil. Bij lage rivierafvoeren betekent dat meestal beperkte doorvoer van water. Ten behoeve van verziltingsbestrijding op de Lek (en in mindere mate Hollandsche IJssel) kan wel de vraag worden gesteld voor het tijdelijk vergroten van het debiet via stuw Hagestein. Daarvoor zijn op hoofdlijnen twee scenario's onderscheiden (*Rijkswaterstaat, juli 2021*), welke in Tabel 4 zijn weergegeven.

Tabel 4. Drie doorvoervraag scenario's voor stuw Hagestein.

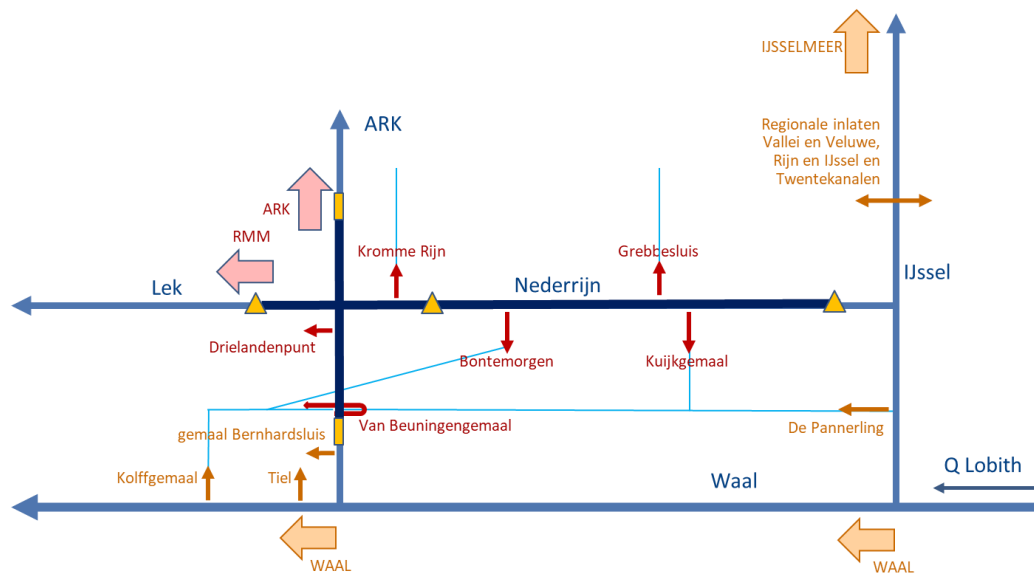
Situatie	Duur (ordegrootte)	Doorvoervraag
1. Regulier, geen (dreigende) verzilting RMM		0 m ³ /s
2. Bij stormopzet: enigszins beperken verzilting monding HIJ/Lek Let op: alleen als geen-spijt maatregel!	enkele dagen	50 m ³ /s
3. Bij langdurige verzilting monding Lek: tegengaan/beperken optrekken naar inlaatlocaties	mogelijk enkele weken	30 m ³ /s

Bijlage C Factsheet regionale inlaten

In deze bijlage is meer informatie beschikbaar over de regionale inlaten van de waterschappen in de Nederrijn-Lek. De bijlage bevat een overzichtskaart met de locaties, waarbij enkele aandachtspunten zijn uitgelicht. Tevens zijn per inlaatlocatie tabellen met kenmerken en randvoorwaarden opgenomen.

C.1 Overzicht regionale inlaten in NRL-regio

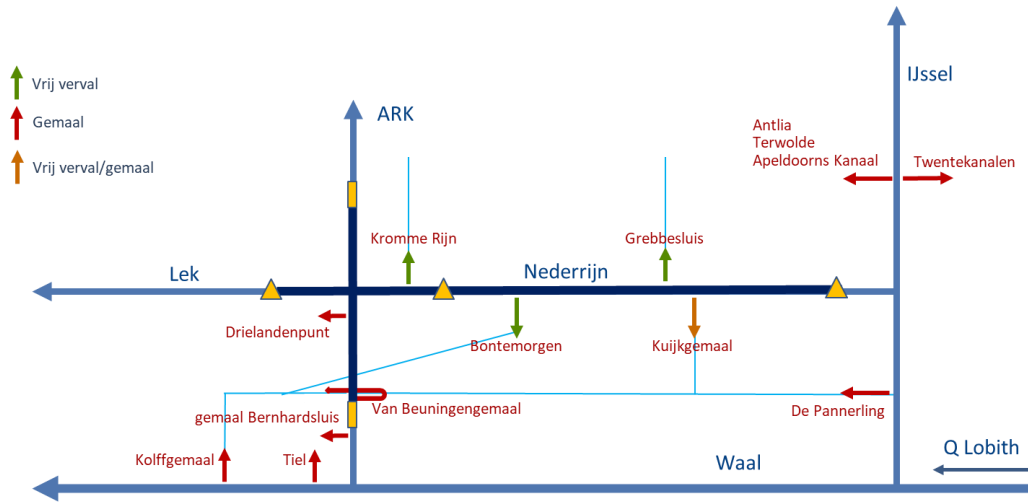
Figuur 15 en Figuur 16 geven een overzicht van de locaties van regionale inlaten naar de waterschappen in het Rivierengebied. Inlaten van WS Vallei en Veluwe, HH De Stichtse Rijnlanden en WS Rivierenland liggen in het gebied van Nederrijn-Lek en voeren direct water aan uit het gebied. Inlaten van WS Vallei en Veluwe, WS Rijn en IJssel, Twentekanaalen langs de IJssel en WS Rivierenland langs de Waal en het Pannerdensch Kanaal voeren geen water aan uit de Nederrijn-Lek, maar ondervinden wel invloed van de sturing in de Nederrijn-Lek.



Figuur 15. Overzichtskaart met de regionale inlaten naar de waterschappen in het Rivierengebied. Rode pijlen geven directe inlaatbehoefte vanuit Nederrijn-Lek en ARK-Betuwepand weer, oranje pijlen geven inlaat-/doorvoerbehoefte weer die invloed ondervinden van de sturing in de Nederrijn-Lek. NB. Het Van Beuningengemaal is de grootste inlaatlocatie voor WS Rivierenland in de NRL, waarmee wateraanvoer naar de Beneden-Linge en het Merwedekanaal, de Tielerwaard en Vijfheerenlanden plaatsvindt

Het rivierengebied kent verschillende typen inlaten: inlaten onder vrij verval, inlaatgemaal en een combinatie van vrij verval en gemaal. De inlaten langs de Nederrijn laten in onder vrij verval, evenals de inlaat naar de Kromme Rijn. Bij het Krijkgemaal is het mogelijk om - naast de inlaat onder vrij verval - bij lage waterstanden op de Nederrijn in te laten met een van de gemaalpompen. De overige inlaten van Waterschap Rivierenland langs het ARK-Betuwepand, de Waal en het Pannerdensch Kanaal zijn inlaatgemaal. Langs de

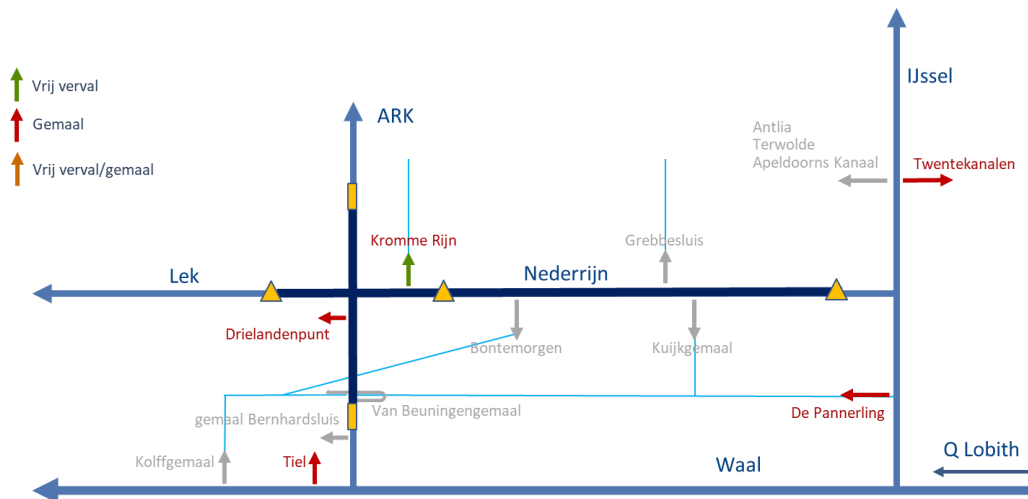
IJssel wordt met gemalen ingelaten naar het gebied van WS Vallei en Veluwe en naar de Twentekanalen bij Eefde.



Figuur 16. Type inlaten naar regionale systemen. De kleur pijl geeft het type inlaat aan.

C.2 Aandachtspunten inlaten

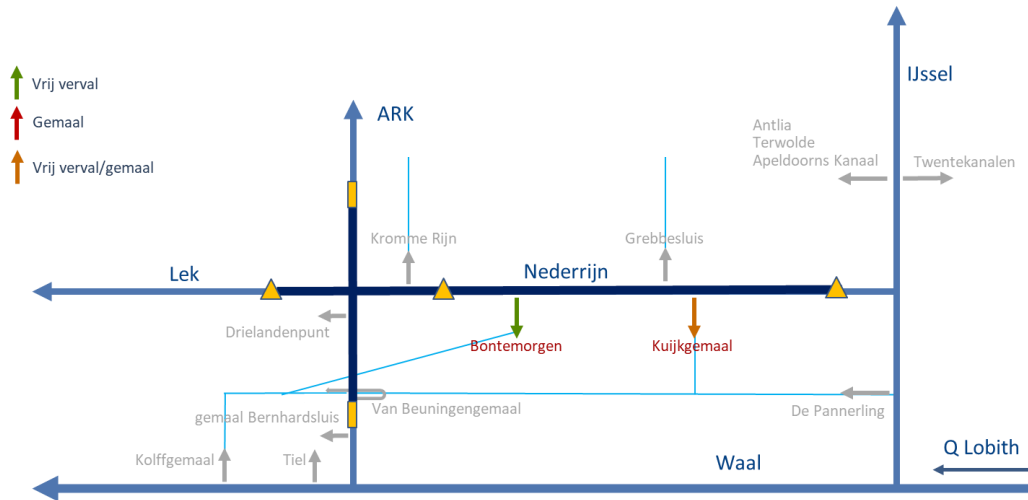
In Figuur 17 en Figuur 18 worden enkele aandachtspunten bij de regionale inlaten weer-gegeven. Zo zijn enkele inlaten, zowel inlaten over vrij verval als inlaatgemalen, gevoelig voor lage waterstanden op de rivier. Door de lage waterstanden op de rivier neemt het verval bij inlaat onder vrij verval af of neemt de opvoerhoogte bij inlaatgemalen toe waardoor de inlaatcapaciteit bij de inlaten afneemt (Figuur 17).



Figuur 17. Regionale inlaten, gevoelig voor lage waterstanden op de rivier met afname van inlaatcapaciteit tot gevolg.

Twee inlaten van Waterschap Rivierenland, langs de Nederrijn, zijn gevoelig voor het dichtslibben van de uitvlieten bij de inlaten (Figuur 18). De uitvlieten zijn "inhammen" langs de rivier waar de inlaten gelegen zijn. Deze uitvlieten kennen over het algemeen lagere stroomsnelheden dan in het midden van de rivier, omdat de uitvlieten aan de zijkant gelegen zijn. Door de lagere stroomsnelheden zet de rivier hier eerder/meer sedi-

ment/slib af, waardoor de uitvlieten dichtslibben. Hierdoor neemt de aanvoer naar de inlaten af, waardoor de inlaten beperkt worden in de beschikbare inlaatcapaciteit.



Figuur 18. Regionale inlaten, gevoelig voor dichtslibben van uitvlieten met afname van inlaatcapaciteit tot gevolg.

C.3 Kenmerken en randvoorwaarden

In onderstaande tabellen zijn per inlaatlocatie de volgende kenmerken en randvoorwaarden opgenomen:

- **Organisatie**
- Welk gebied van wateraanvoer wordt voorzien door de inlaat.
- **Type inlaat:** Vrij verval en/of gemaal
- Het **gewenste inlaatdebiet**, gebaseerd op de watervraag/watergebruik.
- Het **maximale debiet** dat technisch gezien haalbaar is bij de inlaat. Deze is echter afhankelijk van de omstandigheden, zoals waterhoogte.
- Indicatie van **gebruiksfuncties** wateraanvoer (in tekst) en per verdringingsreekscategorie (in %, op basis van Draaiboek RDO).
- **Fysieke randvoorwaarden**, voor functioneren van inlaten, zoals drempelhoogte en opvoerhoogte.
- **Aandachtspunten** op basis van praktijkervaringen.
- **Alternatieve aanvoermogelijkheden** om in de inlaatbehoefte te kunnen voorzien.

Deze tabellen met kenmerken en randvoorwaarden per inlaatlocatie zijn een eerste inventarisatie van de regionale inlaten, om vanuit slim watermanagement met elkaar in gesprek te gaan over de (on)mogelijkheden in droge situaties. Enkele punten zijn nog open en, geadviseerd wordt om dit in de komende periode uit te zoeken en als onderdeel van Slim Watermanagement de tabellen te blijven actualiseren.

	De Pannerling				Kuijkgemaal				Grebbe sluis				Bontemorgen				Kromme Rijn			
Organisatie	WS Rivierenland				WS Rivierenland				WS Vallei & Veluwe				WS Rivierenland				HH De Stichtse Rijnlanden			
Aanvoer	PK - Linge/Over-Betuwe				NR - Linge en Neder-Betuwe				NR - Valleikanaal				NR - Maurikse Wetering				NR - Kromme Rijn			
Type inlaat	Gemaal en vrij verval				Vrij verval en gemaal				Vrij verval				Vrij verval				Vrij verval			
Gewenst debiet	4 m ³ /s				6 m ³ /s				1.4 - 2.5 m ³ /s				2.54 m ³ /s				6 m ³ /s (9 m ³ /s bij nachtvorstbestrijding)			
Max debiet	4 m ³ /s				6 m ³ /s (pomp max 4.6 m ³ /s)				2.5 m ³ /s				2.5 m ³ /s				10 m ³ /s			
Watergebruik	<ul style="list-style-type: none"> Grasland, akkerbouw, fruitteelt, bebouwing, blusvoorziening Peilhandhaving, beregening, nachtvorstbestrijding/zonnebrand, doorspoeling, blusvoorziening Betuwe-route 				<ul style="list-style-type: none"> Grasland, akkerbouw, fruitteelt, blusvoorziening Peilhandhaving, beregening, nachtvorstbestrijding/zonnebrand, blusvoorziening Betuweroute 				<ul style="list-style-type: none"> Natuur, grasland, akkerbouw Peilhandhaving, beregening 				<ul style="list-style-type: none"> Grasland, akkerbouw, fruitteelt Peilhandhaving, beregening, nachtvorstbestrijding/zonnebrand 				<ul style="list-style-type: none"> Grasland, akkerbouw, fruitteelt, KRW Peilhandhaving, beregening, nachtvorstbestrijding, doorspoeling/behoudt waterkwaliteit stad Utrecht en Vecht en overige gebieden, voldoende doorspoeling en stroomsnelheid KRW 			
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
	25%	10%	30%	35%	25%	10%	25%	40%	25%	50%	0%	25%	25%	10%	20%	45%				
Fysieke randvoorwaarden	<ul style="list-style-type: none"> Drempel: +6.8 m NAP *Valt pomp droog, maar al verlengd <p>Bij hoge waterstanden op PK is inlaten onder vrij verval mogelijk</p>				<ul style="list-style-type: none"> Drempel: +3.4 m NAP Min. aanvoerpeil: Max. opvoerhoogte: 				<ul style="list-style-type: none"> Drempel: +4.90 m NAP 				<ul style="list-style-type: none"> Drempel: +4.4 m NAP 				<ul style="list-style-type: none"> Drempel: +1.5 - 2.3 m NAP Verval: min. 0.2 - 0.4 m Buitenwaterstand: +2.8 m NAP 			
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> Lage waterstanden op PK <ul style="list-style-type: none"> In 2018, 2019, 2020 zijn gemaalbuizen verlengd, om tot lagere waterstanden te blijven aanvoeren. Verdere vernieuwingen, incl. uitbreiding capaciteit in komende jaren voorzien. In studie RHDHV (2021) onder alle scenario's droogval inlaat. 				<ul style="list-style-type: none"> Dichtslibben uitvlieten Lage waterstanden op NR <ul style="list-style-type: none"> Bij lage waterstanden NR is inlaten met gemaal mogelijk. 				<ul style="list-style-type: none"> - In 2018 geen beperkingen door lage waterstanden NR 				<ul style="list-style-type: none"> Dichtslibben uitvlieten Lage waterstanden op NR <ul style="list-style-type: none"> In studie RHDHV (2021) onder klimaatscenario's droogval inlaat. 				<ul style="list-style-type: none"> Lage waterstanden NR <ul style="list-style-type: none"> Bij NRL +2.8 m NAP terugloop van inlaatcapaciteit. Lager dan +2.35 m NAP geen wateraanvoer mogelijk. 			
Alternatieve aanvoer	<ul style="list-style-type: none"> Geen alternatieve aanvoer voor Over-Betuwe 				<ul style="list-style-type: none"> De Pannerling en een klein deel via Bontemorgen (beide niet voldoende voor volledige vervanging) 				<ul style="list-style-type: none"> Geen alternatieve aanvoer mogelijk 				<ul style="list-style-type: none"> Geen alternatieve aanvoer mogelijk 				<ul style="list-style-type: none"> Gemaal Caspargouw (Noordpand ARK) - daarvoor wel aanvoer via WIS naar ARK nodig 			

	Drielandenpunt				Van Beuningengemaal				Gemaal Bernardsluis				Inlaat Tiel				Kolffgemaal			
Organisatie	WS Rivierenland				WS Rivierenland				WS Rivierenland				WS Rivierenland				WS Rivierenland			
Aanvoer	ARK-Betuwapand naar Rijswijkse- veld				ARK-Betuwapand naar Beneden- Linge				ARK-Betuwapand naar Neder- betuwe				Waal naar stadsgrachten Tiel				Beneden-Merwede naar Merwede- kanaal en Beneden-Linge			
Type inlaat	Vrij verval + vijzelgemaal				Gemaal				Gemaal				Gemaal				Gemaal en vrij verval			
Gewenst debiet	0.72 m³/s				8 m³/s				0.2 m³/s				0.11 m³/s				10 m³/s			
Max debiet	0.70 m³/s				8 m³/s				0.17 m³/s				0.12 m³/s				13.9 m³/s			
Watergebruik	<ul style="list-style-type: none"> Grasland, akkerbouw Peilhandhaving, beregening, nachtvorstbestrijding/zonnebrand 				<ul style="list-style-type: none"> Grasland, akkerbouw, fruitteelt, blusvoorziening, N2000, scheepvaart Peilhandhaving, beregening, nachtvorstbestrijding/zonnebrand, blusvoorziening Betuweroute, bebouwing + Linge en Merwedekanaal 				<ul style="list-style-type: none"> Bebouwing Peilhandhaving, doorspoeling 				<ul style="list-style-type: none"> Stedelijk gebied Peilhandhaving, doorspoeling 				<ul style="list-style-type: none"> Grasland, akkerbouw, fruitteelt, blusvoorziening, N2000, bebouwing, scheepvaart Peilhandhaving, beregening, nachtvorstbestrijding/zonnebrand, blusvoorziening Betuweroute, bebouwing + Linge en Merwedekanaal 			
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
	0%	20%	25%	55%	25%	10%	20%	45%	0%	20%	15%	65%					30%	10%	20%	40%
Fysieke randvoorwaarden	<ul style="list-style-type: none"> Drempel: 1.0 m NAP Min. aanvoerhoogte: Max opvoerhoogte: 1.5 m 				<ul style="list-style-type: none"> Drempel: -0.6 m NAP Min. aanvoerhoogte: Max opvoerhoogte: 2 m 				<ul style="list-style-type: none"> Drempel: 2.32 m NAP Min. aanvoerhoogte: Max opvoerhoogte: 				<ul style="list-style-type: none"> Drempel: 1.92 m NAP Min. aanvoerhoogte: Max opvoerhoogte: 				<ul style="list-style-type: none"> Drempel: -0.60 m NAP Min. aanvoerhoogte: Max opvoerhoogte: 			
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> Lage waterstanden op ARK-Betuwapand 				<ul style="list-style-type: none"> Via sifon onder ARK naar Beneden-Linge 				<ul style="list-style-type: none"> Mogelijk knelpunt bij Rijnaanvoer < 1000 m³/s In studie RHDHV (2021) onder (klimaat)scenario's droogval inlaat. 				<ul style="list-style-type: none"> Waterkwaliteit stadsgrachten 				<ul style="list-style-type: none"> Inlaat Kolffgemaal kan alleen handmatig in bedrijf worden genomen door één uitlaatkoker om te bouwen voor inlaat en inlaatschot met pompen te plaatsen. Wordt dus alleen bij extreme watervragen toegepast. 			
Alternatieve aanvoer	<ul style="list-style-type: none"> Geen alternatieve aanvoer 				<ul style="list-style-type: none"> Kuijkemaal en/of De Pannerling gestuwde deel van de Linge ten westen van ARK. Kolffgemaal voor Beneden-Linge en Linge en Merwedekanaal 				<ul style="list-style-type: none"> Geen alternatieve aanvoer 				<ul style="list-style-type: none"> Geen alternatieve aanvoer 				<ul style="list-style-type: none"> Kuijkemaal en/of De Pannerling en/of Van Beuningen naar Beneden-Linge 			

	Eefde	Schutsluis Dieren gemaal Apeldoorns Kanaal	Mr. AC Baron van de Feltz (Terwolde)	Antlia (Hattem)											
Organisatie	Rijkswaterstaat	WS Vallei & Veluwe	WS Vallei & Veluwe	WS Vallei & Veluwe											
Aanvoer	IJssel - Twentekanaal	IJssel - Apeldoorns Kanaal	IJssel - IJsselvallei	IJssel - Polder Hattem											
Type inlaat	Gemaal	Gemaal	Gemaal	Gemaal											
Gewenst debiet (m³/s)	15 m ³ /s (piek 27.6 m ³ /s)	0.8 m ³ /s	ca. 2.5 m ³ /s	0.25 m ³ /s											
Max debiet (m³/s)	22.5 m ³ /s	0.8 m ³ /s	4.2 m ³ /s	0.25 m ³ /s											
Watergebruik	<ul style="list-style-type: none"> Aanvoer naar Twentekanaal Doorvoer naar Vecht en Drentse Kanalen 	<ul style="list-style-type: none"> Grasland, akkerbouw Peilhandhaving, berekening 	<ul style="list-style-type: none"> Grasland, akkerbouw Peilhandhaving, berekening 	<ul style="list-style-type: none"> Grasland, akkerbouw Peilhandhaving, berekening 											
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4			
					0%	0%	15%	85%	35%	0%	5%	60%	55%	0%	0%
Fysieke randvoorwaarden	<ul style="list-style-type: none"> Drempel: +1.80 - 3 m NAP Max opvoerhoogte: 5.5 m 	<ul style="list-style-type: none"> Min. aanvoerpeil: ca. +4.25 m NAP bij Doesburgse Brug Max opvoerhoogte: 	<ul style="list-style-type: none"> Min. aanvoerpeil: ca. +0.80 m NAP IJssel ter plaatse Max opvoerhoogte: 	<ul style="list-style-type: none"> Min. aanvoerpeil: ca. -0.10 m NAP IJssel ter plaatse Max opvoerhoogte: 											
Aandachtspunten	<ul style="list-style-type: none"> Bij lage IJsselwaterstanden loopt aanvoer terug. <ul style="list-style-type: none"> Tot +3 m NAP op IJssel ongeveer 22 m³/s. Onder +3 m NAP ongeveer 12 m³/s. Onder +1.80 m NAP overschakelen naar noodpompen van maximaal 8 m³/s totaal. 	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Bij lage IJsselwaterstanden loopt aanvoer terug. <ul style="list-style-type: none"> In 2018 periode geen inlaat mogelijk door lage IJsselwaterstanden 	<ul style="list-style-type: none"> 											
Alternatieve aanvoer	<ul style="list-style-type: none"> In een deel van de aanvoer (Vecht en Drentse Kanalen) kan worden voorzien door het Drents Primair Aanvoersysteem 	<ul style="list-style-type: none"> Geen alternatieve aanvoer 	<ul style="list-style-type: none"> Geen alternatieve aanvoer 	<ul style="list-style-type: none"> Geen alternatieve aanvoer 											

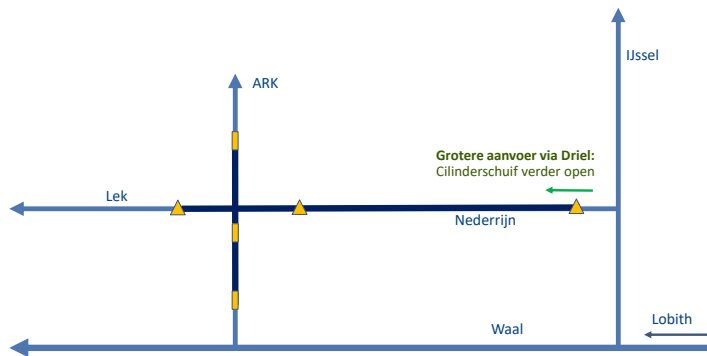
Bijlage D Factsheets beheeralternatieven

Deze bijlage bevat factsheets van beheeralternatieven zoals die zijn genoemd in *HydroLogic (2017)*. In de actualisatie van 2021 is de informatie in deze factsheets geactualiseerd met nieuwe inzichten. Er is geen verdere selectie gemaakt in de wenselijkheid van de beheeralternatieven, omdat dit onderdeel is van een vervolgtraject waarin de stap wordt gezet van handelingsperspectief (*ideeën*) naar een redeneerlijn (*keuzes voor een gezamenlijke strategie*).

- Cilinderschuif Driel verder open
- Vizierschuif Driel op een kleine opening
- Aanpassen vistrap Driel om deze meer/langer watervoerend te maken (infrastructurele maatregel vismigratie)
- Pr. Bernhardsluizen eerder open zetten
- Bij Pr. Bernhardsluizen 's nachts water inlaten via schutsluizen
- Pompen inzetten bij Pr. Bernhardsluizen
- Flexibel hoger peil stuwpand Amerongen
- Vasthouden waterstand stuwpand Hagestein met keerschuij Ravenswaaij
- Inlaatbehoefte Pr. Irenesluizen beperken door waterinlaat bij Pr. Beatrixsluizen

Strategie:

Cilinderschuif Driel verder open zetten



Wat is het idee?

Context huidige situatie

- Bij Lobith afvoer 1590-1200 m³/s is afspraak om met cilinderschuif Driel op 25 m³/s doorvoer te sturen (wordt dan rond de 30 m³/s met inbegrip van debieten via vistrap en schutbewegingen).
- Ongeveer bij 1200 m³/s Lobith (verval Driel 0.85 m) ligt de grens om *technisch* nog 25 m³/s via de cilinderschuif door te voeren. Bij groter verval is technisch gezien meer mogelijk, maar wordt de afvoer nu gestuurd op 25 (in de praktijk in combinatie met oog voor bovenstroomse waterstand) door de schuif op de cilinderbuis deels dicht te draaien.

Aanleiding en vraag/doel

- Inlaatbehoefte vanuit NRL en ARK Betuwepand wordt groter door autonome ontwikkelingen.
- Daardoor wordt (ook bóven 1200 m³/s Lobith) dan mogelijk meer water gewenst dan de 25 m³/s bij Driel volgens huidige afspraken.

Het idee

- Meer doorlaten via de cilinderbuis van Driel, wanneer de schuif nog verder open kan.

Voor wat voor situaties is deze strategie interessant?

- Lobith 1590 – (ongeveer) 1400 m³/s (doorvoer via cilinderschuif in enige mate te vergroten)



- Én, inlaatbehoefte uit NRL en ARK Betuwepand > 25 m³/s (dan grotere doorvoer interessant)

Wat levert deze strategie op bij effectieve inzet? (beoogde gevolgen)

- Extra wateraanvoer naar NRL en ARK Betuwepand: maximaal ongeveer 10 m³/s meer, afhankelijk van verval. Bij Lobith 1590 m³/s is verval bij Driel 2.1 m. Dan kan ordegrrootte 35 m³/s door de cilinderschuif. Aangevuld met afvoer via vistrap, schut- en lekverliezen komt totaal op ongeveer 40 m³/s.

Wat zijn aandachtspunten?

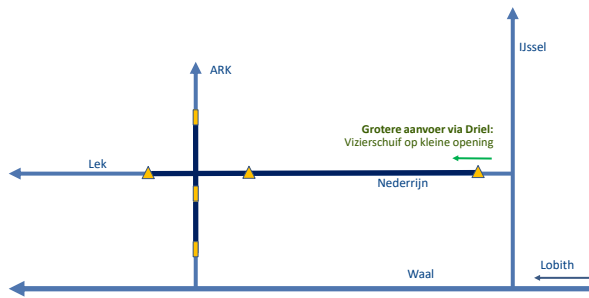
- Waterverdeling: het debiet dat bij Driel extra wordt doorgelaten, gaat voor 1/3 ten koste van de IJssel en voor 2/3 ten koste van de Waal. Dit vraagt dan ook afstemming met IJsselmeerregio/Oost-Nederland en aandacht voor effecten scheepvaart Waal (effect op MGD Nijmegen).
- Waterstand IJssel en Waal:
 - Waterstandsdaling IJsselkop bij 10 m³/s extra via Driel: < 5 cm (10 m³/s extra via Driel gaat voor 1/3 ten koste van afvoer IJssel; 1 m³/s minder over de IJssel betekent -1 cm)
 - Waterstandsdaling bovenstrooms in Waal bij 10 m³/s extra via Driel: < 5 cm (10 m³/s extra via Driel gaat voor 2/3 ten koste van afvoer Waal; 4 m³/s minder over Waal betekent -1 cm). (RWS, juli 2019)

Wat zijn openstaande vragen?

N.v.t.

Strategie:

Vizierschuif Driel op een kleine opening zetten



Wat is het idee?

Context huidige situatie

- Bij Lobith afvoer 1200-600 m³/s is afspraak om met cilinderschuif Driel op 25 m³/s te sturen.
- Onder de 1200 m³/s Lobith (verval Driel 0.85 m) echter technisch niet meer 25 m³/s door de cilinderschuif af te voeren.
- Bij Lobith afvoer < ongeveer 1200 m³/s kan aanvullend water van de Waal via Pr. Bernhardsluizen (PBS) naar ARK Betuwepand en pand Hagestein worden geleid.

Aanleiding en vraag/doel

- Inlaatbehoefte vanuit NRL en ARK Betuwepand wordt groter door autonome ontwikkelingen.
- Inlaatbehoefte daarmee mogelijk groter dan via cilinderschuif Driel en Pr. Bernhardsluizen kan worden geleverd of wenselijk is.

Het idee

- Eén van de vizierschuiven op een kleine opening (ongeveer 25 cm) zetten om ongeveer 25 m³/s (huidige afspraak) te kunnen doorvoeren, en cilinderschuif in te zetten voor fijnregeling. Indien meer dan 25 m³/s via Driel gewenst is, kan dit ook via deze strategie. Om de kans op visschade te verkleinen heeft één schuif op een grotere opening de voorkeur boven twee op een kleinere opening.

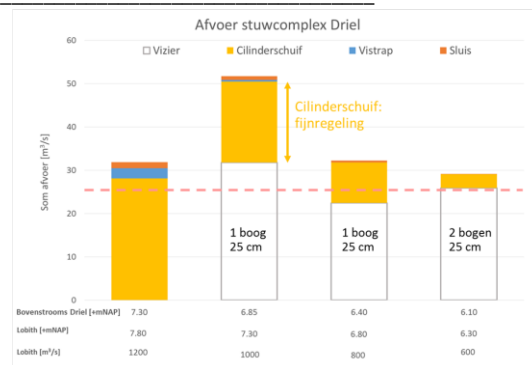
Voor wat voor situaties is deze strategie interessant?

- Lobith 1590 – 1200 m³/s, indien meer dan 30-40 m³/s moet worden doorgelaten
- Lobith 1200 – 600 m³/s, om 30 m³/s te garanderen, of eventueel zelfs meer door te voeren. NB. Bij Lobith onder 700 m³/s worden de vizierschuiven van stuw Driel er waarschijnlijk uitgehaald, omdat er nagenoeg geen verval meer is.
- Één, inlaatbehoefte vanuit NRL en ARK Betuwepand is dusdanig groot dat extra aanvoer wenselijk is.



Wat levert deze strategie op bij effectieve inzet? (beoogde gevolgen)

- Extra wateraanvoer naar NRL en ARK Betuwepand



Wat zijn aandachtspunten?

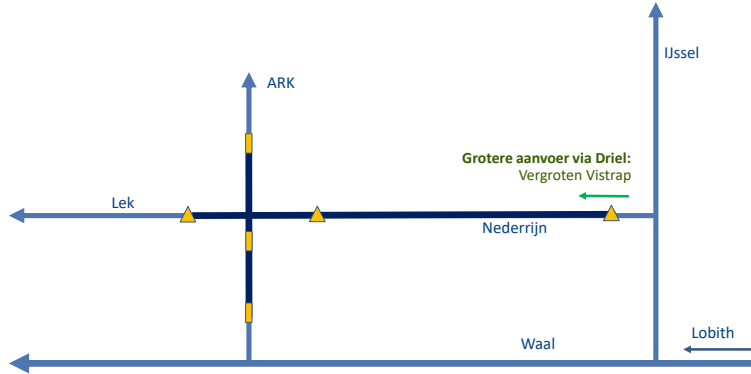
- Waterverdeling: het debiet dat bij Driel extra wordt doorgelaten, gaat voor 1/3 ten koste van de IJssel en voor 2/3 ten koste van de Waal. Dit vraagt dan ook afstemming met IJsselmeerregio/Oost-Nederland en aandacht voor effecten scheepvaart Waal (effect op MGD Nijmegen).
- Waterstand IJssel en Waal:
 - Waterstandsvaling IJsselkop bij 20 m³/s extra via Driel: 5-10 cm (-7 m³/s op de IJssel; en -1 m³/s betekent ongeveer -1 cm)
 - Waterstandsvaling bovenstrooms in Waal bij 20 m³/s extra via Driel: tegen de 5 cm (-14 m³/s op de Waal; en -4 m³/s betekent ongeveer -1 cm). (RWS, juli 2019)

Wat zijn openstaande vragen?

- Praktijkproef bij stuw Driel met kleine vizierschuifopeningen: valideren inschatting doorlaatdebiet en effecten visschade.

Strategie:

Aanpassen vistrap Driel om deze meer/langer watervoerend te maken (infrastructurele aanpassing)



Wat is het idee?

Context huidige situatie

- Constructie vistrap bij Driel bestaat uit hoofdinaat (bovenste drempel NAP +7.30 m), en bypass (bovenste drempel NAP +6.55 m). De afvoer is daardoor beperkt tot enkele kuubs bij Lobith 1200 m³/s. Tussen Lobith 1000 en 800 m³/s valt de instroom van de vistrap droog. Door bodemerosie dalen de waterstanden bij Lobith, is de Nederrijn-Lek vaker gestuwd dan in het verleden en functioneert de vistrap minder dan volgens het ontwerp.

Aanleiding en vraag/doel

- Vismigratie ook wenselijk bij Rijnafoeren < 1000 m³/s Lobith. Valt nu droog bij lagere rivierafvoeren.
- Inlaatbehoefte vanuit NRL en ARK Betuwepand mogelijk groter dan via cilinderbuis Driel kan worden geleverd. Extra doorvoer van water via andere elementen van stuw Driel vanuit dit oopunt gewenst.

Het idee

- Vistrap aanpassen, zodat deze ook bij Rijnafoeren < 1000 m³/s Lobith watervoerend blijft (niet enkel hoogteligging, ook breedte), en tegelijkertijd de doorvoer regelbaar is.

Voor wat voor situaties is deze aanpassing interessant?

- Lobith 1200 – 600 m³/s



Wat levert deze aanpassing op bij effectieve inzet? (beoogde gevolgen)

- Langer (bij lagere rivierwaterstanden) vismigratie mogelijk
Hiermee is er de mogelijkheid om win-win te creëren door combinatie van doelstellingen vismigratie en waterbeheer. Maatregel voor verbeteren vismigratie door aanpassingen instroom vistrap Driel is sowieso voorzien.
- Extra wateraanvoer naar ARK Betuwepand en NRL
Hoeveel dit is, hangt helemaal af van het ontwerp van de vistrap. Het zal naar verwachting gaan om enkele kuubs.

Wat zijn aandachtspunten?

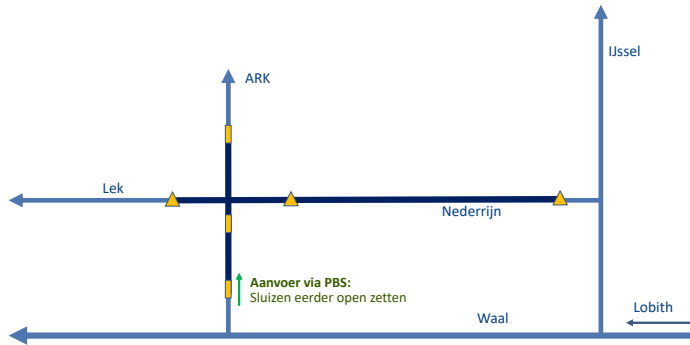
- Ruimtelijke inpassing van de grotere vistrap (of zelfs nevengeul)
- Ontwerptechnische uitdaging: nieuwe constructie moet dusdanig stuurbaar zijn dat doelen vismigratie en reguleren afvoer kunnen worden gecombineerd.
- Effect op waterverdeling Waal-Nederrijn-IJssel en waterstanden bovenstrooms Driel

Wat zijn openstaande vragen?

N.v.t.

Strategie:

Pr. Bernhardsluizen eerder open zetten



Wat is het idee?

Context huidige situatie

- Bij afnemende Lobith afvoer, zakt ook de Waal steeds verder uit.
- Wanneer de waterstand op de Waal ter hoogte van Pr. Bernhardsluizen (PBS) even hoog is als de waterstand op het ARK-Betuweband (~NAP +3 m; Lobith ongeveer 1200 m³/s), gaan de PBS open (zijn eenzijdig kerend).
- Bij open PBS worden stuwpand Hagestein en ARK-Betuweband niet meer alleen gevoed door de aanvoerroute Driel-Amerongen, maar kan ook water uit de Waal richting ARK-Betuweband en stuwpand Hagestein worden geleid.

Aanleiding en vraag/doel

- Inlaatbehoefte vanuit NRL en ARK-Betuweband worden groter door autonome ontwikkelingen.
- Ook boven 1200 m³/s Lobith is dan mogelijk meer water gewenst dan de 30 m³/s bij Driel volgens huidige afspraken.

Het idee

- De PBS eerder open zetten: bij Waal waterstand bij Tiel rond NAP +3.3 m (maximaal kerende hoogte stuw Hagestein), te verwachten bij Lobith afvoeren rond 1400 m³/s.

Voor wat voor situaties is deze strategie interessant?

- Lobith 1400 – 1200 m³/s
(Lobith 1400 m³/s ≈ Tiel NAP +3.3 m)
- Inlaatbehoefte NRL en ARK-Betuweband groter dan gewenste aanvoer via Driel



Wat levert deze strategie op bij effectieve inzet? (beoogde gevolgen)

- Ook in dit afvoerdomein al een extra aanvoerroute naar ARK-Betuweband en NRL stuwpand Hagestein (naast de aanvoerroute Driel-Amerongen)
- Grotere vaardiepte op ARK-Betuweband en NRL stuwpand Hagestein (tot +0.3 m)
- Meer vrije doorvaart voor scheepvaart: minder dagen per jaar gesloten PBS
- Energie en waterbeheer: sluisen minder vaak open-dicht
- Zoetwatervoorziening: grotere inlaatcapaciteit naar regionale systemen (meer inlaatlocaties aan noordkant PBS dan aan de Waalkant).
- Maakt afweging mogelijk om doorvoer bij Driel tijdelijk te beperken ten gunste van IJssel(meer)

Wat zijn aandachtspunten?

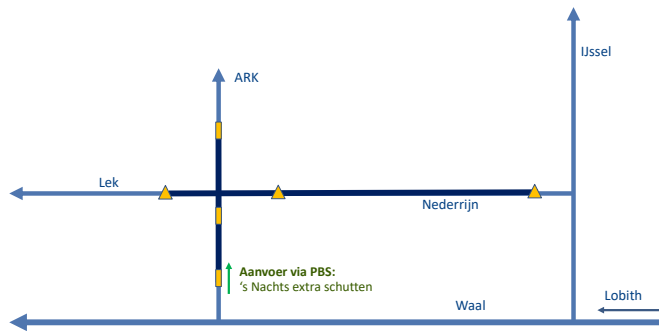
- Vaardiepte Waal door extra onttrekking via PBS
Verwachting: 50 m³/s via Pr. Bernhardsluizen ≈ 10 cm verlaging minst gepeilde diepte op traject ARK-Loevestein (bij Bovenrijn rond 700-800 m³/s) (RWS, mei 2021)
- Stuwpand Hagestein moet op gelijke hoogte zijn met waterstand Waal bij openen van de sluisen.

Wat zijn openstaande vragen?

- Tot welke waterhoogte in pand Hagestein kunnen de uiterwaarden blijven ontwateren? (Verwachting is dat het kan tot ongeveer NAP +3.3 m)
- Hoe lang zijn verwachte perioden dat pand Hagestein en ARK-Betuweband hoger staan dan in huidige situatie? En wat zijn de verwachte effecten op kwel door langere perioden van hogere waterstanden?
- Wat zijn de verwachte effecten op wegzijging langs de Waal (Tielervwaard) en daarmee watervraag van WSRL door langere perioden van lagere waterstanden op de Waal?
- Wat is de impact op gebruikers in de uiterwaarden?

Strategie:

Bij Pr. Bernhardsluizen 's nachts water inlaten via schutsluizen



Wat is het idee?

Context huidige situatie

- Bij afnemende Lobith afvoer, zakt ook de Waal steeds verder uit.
- Wanneer de waterstand op de Waal ter hoogte van Pr. Bernhardsluizen (PBS) even hoog is als waterstand op ARK-Betuwapand (~NAP +3 m; Lobith ongeveer 1200 m³/s), gaan de PBS open (zijn eenzijdig kerend).
- Bij open PBS worden stuwpand Hagestein en ARK-Betuwapand niet meer alleen gevoed door de aanvoerrote Driel-Amerongen, maar kan ook water uit de Waal richting ARK-Betuwapand en stuwpand Hagestein stromen.

Aanleiding en vraag/doel

- Inlaatbehoefte vanuit NRL en ARK Betuwepand wordt groter door autonome ontwikkelingen.
- Ook boven 1200 m³/s Lobith is dan mogelijk meer water gewenst dan de 30 m³/s bij Driel volgens huidige afspraken.

Het idee

- Bij dichte PBS 's nachts extra schutten, met lege kolken. Aanname dat hinder voor scheepvaart dan beperkt is. Ter indicatie: 2/3 van de scheepvaart overdag, 1/3 's nachts

Voor wat voor situaties is deze strategie interessant?

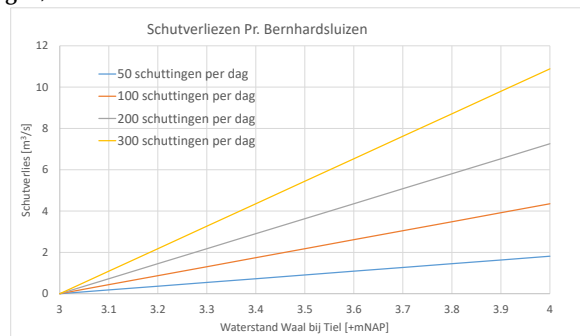
- Lobith 1590 – 1200 m³/s (PBS nog gesloten)



- Én, inlaatbehoefte NRL en ARK-Betuwapand groter dan gewenste aanvoer via Driel

Wat levert deze strategie op bij effectieve inzet? (beoogde gevolgen)

- Extra aanvoer naar ARK-Betuwapand en NRL stuwpand Hagestein



Wat zijn aandachtspunten?

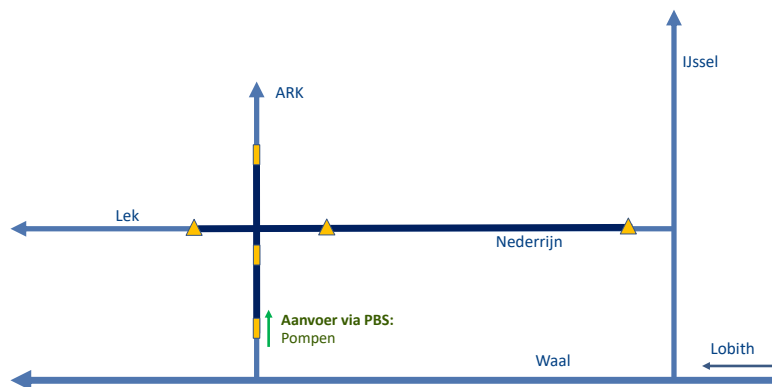
- Hinder voor de scheepvaart. Eén kolk beschikbaar voor schutten.
- Zorgt voor dag-nacht fluctuatie in aanvoer; in hoeverre komt dit overeen met dynamiek van de vraag?

Wat zijn openstaande vragen?

- Wat is reëel aantal schuttingen 's nachts bij PBS?

Strategie:

Pompen inzetten bij Pr. Bernhardsluizen



Wat is het idee?

Context huidige situatie

- Bij afnemende Lobith afvoer, zakt ook de Waal steeds verder uit.
- Wanneer de waterstand op de Waal ter hoogte van Pr. Bernhardsluizen (PBS) even hoog is als waterstand op ARK-Betuwepand (~NAP +3 m; Lobith ongeveer 1200 m³/s), gaan de PBS open (zijn eenzijdig kerend).
- Bij open PBS worden stuwpand Hagestein en ARK-Betuwepand niet meer alleen gevoed door de aanvoerrote Driel-Amerongen, maar kan ook water uit de Waal richting ARK-Betuwepand en stuwpand Hagestein stromen.

Aanleiding en vraag/doel

- Inlaatbehoefte vanuit NRL en ARK-Betuwepand wordt groter door autonome ontwikkelingen.
- Ook boven 1200 m³/s Lobith is dan mogelijk meer water gewenst dan de 30 m³/s bij Driel volgens huidige afspraken.

Het idee

- Bij dichte PBS pompen inzetten om water van de Waal naar ARK-Betuwepand te pompen.

Voor wat voor situaties is deze strategie interessant?

- Lobith 1590 – 1200 m³/s (PBS nog gesloten)



- En, inlaatbehoefte NRL en ARK Betuwepand groter dan gewenste aanvoer via Driel

Wat levert deze strategie op bij effectieve inzet? (beoogde gevolgen)

- Extra aanvoer naar ARK-Betuwepand en NRL stuwpand Hagestein
Effectiviteit afhankelijk van capaciteit van de pompen.

Wat zijn aandachtspunten?

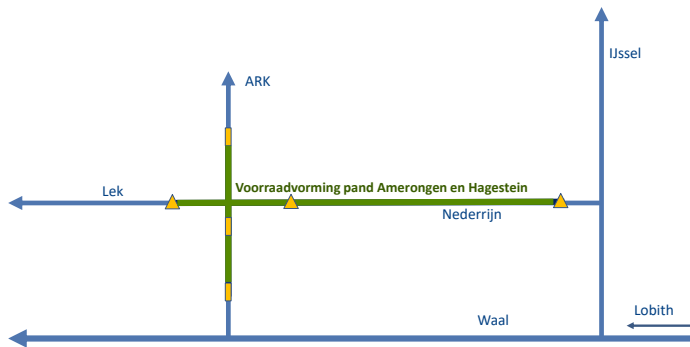
- Energiekosten pompen en overige kosten (afschrijving, onderhoud)

Wat zijn openstaande vragen?

- Wat is een reële pompcapaciteit? (max capaciteit grote mobiele noodpompen in Lelystad is 1 m³/s). En wat is de insteltijd voor eventueel mobiele pompen?
- In hoeverre is de locatie geschikt voor het opstellen van grote pompen?
- Wat is de invloed (van bijvoorbeeld dwarsstroming) op scheepvaart?

Strategie:

Flexibel hoger peil stuwpand Amerongen



Wat is het idee?

Context huidige situatie

- Het peil van stuwpand Amerongen is NAP +6 m, daar wordt bij stuw Amerongen op gestuurd.

Aanleiding en vraag/doel

- Bij hogere waterstanden minder wegzijging in regionale systemen en daarmee mogelijk kleinere watervraag.

Het idee

- Beperken wegzijging (en daarmee watervraag) door hoger peil op stuwpand Amerongen. Maximaal NAP +6.3 mogelijk op stuwpand Amerongen.

Voor wat voor situaties is deze strategie interessant?

- Voornamelijk bij Lobith 1590 – 1200 m³/s
Bij lagere rivierafvoeren is het verval over stuw Driel erg klein, waardoor aanvoer naar stuwpand Amerongen beperkt is. Door stuwpand Amerongen op te zetten, worden de aanvoermogelijkheden verder beperkt.



Wat levert deze strategie op bij effectieve inzet? (beoogde gevolgen)

- Kleinere regionale watervraag in deel van de regionale watersystemen door afname wegzijging/toename kwel.
- Grotere inlaat onder vrij verval bij regionale inlaten

Wat zijn aandachtspunten?

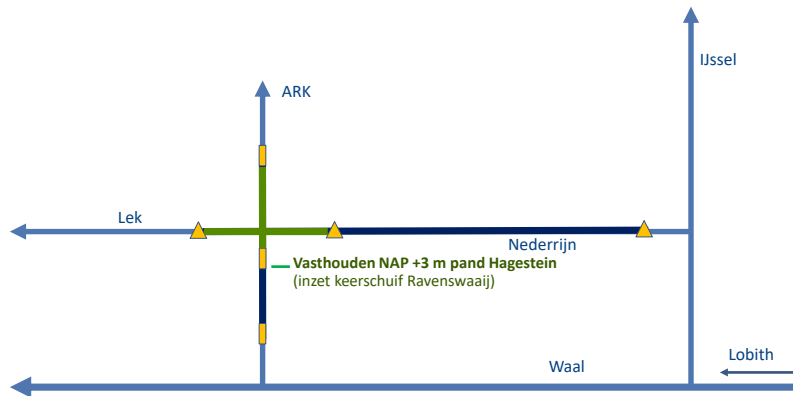
- De maximale waterstand op stuwpand Amerongen is NAP +6.3 m.

Wat zijn openstaande vragen?

- Tot welke waterstand in stuwpand Amerongen kunnen de uiterwaarden blijven ontwateren?
- Hoe lang zullen de periodes van verhoogde waterstand naar verwachting zijn en welke effecten op kwel/wegzijging zijn hierdoor te verwachten? En daarmee op de inlaatbehoefte vanuit de NRL?

Strategie:

Vasthouden waterstand stuwpand Hagestein met keerschuij Ravenswaaij



Wat is het idee?

Context huidige situatie

- Bij hoogwater op de Lek (NAP +5,5 m) wordt de keerschuij Ravenswaaij (ARK-Betuwpand/Lek) gesloten om het ARK-Betuwpand en de achterliggende binnendijkse gebieden te beschermen. Voor laagwatersituaties wordt de keerschuij niet ingezet.
- Wanneer de Pr. Bernhardsluizen opengaan, zakt de waterstand op de Lek (pand Hagestein) mee met de Waal.

Aanleiding en vraag/doel

- Verbetering inlaatmogelijkheden regionale systemen (bijv. Kromme Rijn) bij open Pr. Bernhardsluizen gewenst.

Het idee

- Het pand Hagestein en ARK-Betuwpand van elkaar scheiden met keerschuij Ravenswaaij, waardoor de waterstand op pand Hagestein op NAP + 3 m kan worden gehouden.

Voor wat voor situaties is deze strategie interessant?

- Lobith 1200 – 600 m³/s (afvoerbereik waarin de PBS open staan en waterstand ARK-Betuwpand normaliter meezakt met de Waal bij dalende rivierafvoeren).



- Met name interessant in nachtvorst situaties (verhoogde inlaatbehoefte van relatief beperkte duur)

Wat levert deze strategie op bij effectieve inzet? (beoogde gevolgen)

- Hogere waterstand op stuwpand Hagestein in de situatie dat Lobith onder de 1200 m³/s komt. De waterstand kan worden vastgehouden zolang de toevoer via Driel-Amerongen ongeveer gelijk is aan de inlaatbehoefte van de regionale systemen, de Pr. Irenesluizen en stuwpand Hagestein.
- Grotere vaardiepte scheepvaart op stuwpand Hagestein voor situaties waarin Lobith afvoer kleiner is dan 1200 m³/s.

Wat zijn aandachtspunten?

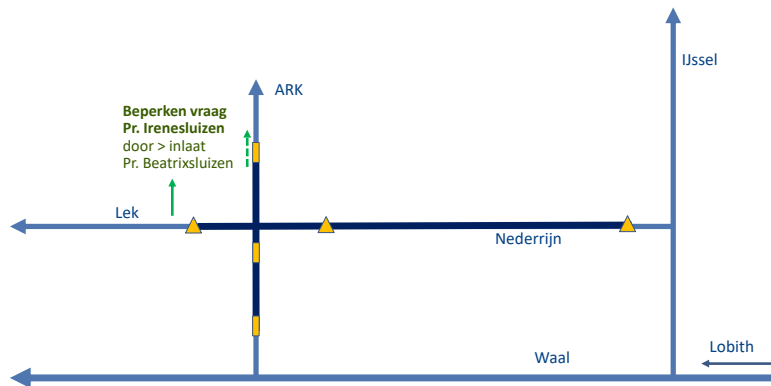
- Geen open verbinding met de Waal, waar onder het huidige beheer in dit soort situaties wateraanvoer via die route naar pand Hagestein mogelijk is. Bij een grote inlaatbehoefte is de waterstand dan ook niet lang hoog te houden. De aanvoer moet via Driel komen.
- Scheepvaart moet worden gesloten bij de Pr. Marijkesluizen (bij keerschuij Ravenswaaij), waar dat normaal niet nodig was. De capaciteit van de Pr. Marijkesluizen is relatief beperkt.

Wat zijn openstaande vragen?

- Wat betekent de inzet keerschuij Ravenswaaij in dit soort situaties voor de faalkans van het object? Wat betekent de inzet keerschuij Ravenswaaij voor dit soort situaties voor de faalkans van het object?
- Wat is de voorbereidingstijd om keerschuij Ravenswaaij in te zetten?

Strategie:

Inlaatbehoefte Pr. Irenesluizen beperken door meer waterinlaat bij Pr. Beatrixsluizen



Wat is het idee?

Context huidige situatie

- Bij Pr. Beatrixsluizen kan onder vrij verval water worden ingelaten van de Lek (benedenstrooms Hagestein) naar het ARK (via Lekkanaal).
- De grootte van het verval (en daarmee van de inlaat) is afhankelijk van getijde op de Lek. In huidige situatie is inlaat gemiddeld $3 \text{ m}^3/\text{s}$, gerekend met gemiddeld getijde en 100 schuttingen per dag.

Aanleiding en vraag/doel

- Inlaatbehoefte vanuit NRL en ARK Betuwepand wordt groter door autonome ontwikkelingen.
- Bij Lobith $1600\text{-}1200 \text{ m}^3/\text{s}$ is het reëel dat situaties voorkomen waarbij totaal aan inlaatbehoefte vanuit NRL en ARK Betuwepand groter is dan $30 \text{ m}^3/\text{s}$ die (conform huidige afspraken) bij Driel wordt aangevoerd.

Het idee

- In noodsituaties (vanwege hinder scheepvaart) overweging om een kolk in te zetten om te spuien (daggemiddeld ongeveer $20 \text{ m}^3/\text{s}$), om inlaatbehoefte via Pr. Irenesluizen aan pand Hagestein te beperken.

Voor wat voor situaties is deze strategie interessant?

- Lobith $1590 - 1400/1200 \text{ m}^3/\text{s}$, waarin nog geen/beperkt risico op verzilting Noordrand Rijn-Maasmonding



Wat levert deze strategie op bij effectieve inzet? (beoogde gevolgen)

- De sluisen hebben geen waterinlaatsysteem. In noodsituaties kan worden overwogen om een kolk in te zetten om te spuien (daggemiddeld ongeveer $20 \text{ m}^3/\text{s}$), waarbij de scheepvaart moet worden gestremd.

Wat zijn aandachtspunten?

- Vraagt om stremmen scheepvaart.
- Bij dreigende verzilting op de Lek is een extra onttrekking aan de Lek niet wenselijk.
- Inlaatcapaciteit is afhankelijk van het verval over de Pr. Beatrixsluizen, dat varieert met het getijde effect op de benedenstroomse Lek.

Wat zijn openstaande vragen?

N.v.t.

Bijlage E Specifieke strategieën

Naast de strategieën in het handelingsperspectief, zoals besproken in hoofdstuk 3, zijn in *HydroLogic (2017)* enkele strategieën aan de orde gekomen die interessant kunnen zijn voor specifieke situaties, maar ook kanttekeningen kennen. Deze zijn hier beschreven.

1. Inzet keerschuiif Ravenswaaij, en vasthouden waterstand in stuwpand Hagestein

Deze maatregel is interessant in situaties waarin de Pr. Bernhardsluizen open moeten, maar de watervraag aan stuwpand Hagestein groot is (bijvoorbeeld nachtvorstperiode) en de waterstand (voldoende verval) de bepalende factor is om in deze vraag te kunnen voorzien. Door het sluiten van keerschuiif Ravenswaaij kan de waterstand van stuwpand Hagestein op peil worden gehouden. Belangrijk aandachtspunt is dat in deze vraag moet kunnen worden voorzien via de route Driel-Amerongen, omdat de toevoer via de Pr. Bernhardsluizen op dat moment is afgesloten door de keerschuiif. Wanneer de toevoer via Driel-Amerongen onvoldoende is, zoals veelal te verwachten, zal de waterstand alsnog snel uitzakken. Een ander aandachtspunt is de voorbereidings-tijd die nodig is om de keerschuiif in te zetten (ongeveer anderhalve dag). Een alternatief is de inzet van mobiele pompen om ook bij laagwatersituaties in het hoofdwatersysteem voldoende water in te kunnen laten, al vragen deze uiteraard ook voorbereidingstijd. Meer informatie over deze strategie staat in de bijbehorende factsheet in Bijlage D.

2. Inzet van mobiele pompen

Ook deze maatregel is interessant voor situaties waarin het verval van het hoofdwatersysteem naar de regionale systemen de beperkende factor is. Dit kan bijvoorbeeld spelen wanneer het peil van pand Hagestein onderuit is gezakt door geopende Pr. Bernhardsluizen, maar vanwege nachtvorstbestrijding tijdelijk wel een groot inlaatdebiet nodig is. Deze maatregel is hier niet verder uitgewerkt, omdat het geen *slim watermanagement* maatregel betreft.

3. Voorraadvorming in Nederrijn-Lek en in de regionale systemen

Wanneer de waterstand van zowel stuwpand Amerongen als van stuwpand Hagestein ongeveer 0,5 meter zou kunnen worden opgezet, betekent dit een voorraad van rond de 6 miljoen kubieke meter. Afhankelijk van het debiet waarmee deze voorraad vervolgens wordt ingezet, kan hiermee enkele dagen (aanvullend) in de watervraag worden voorzien. De voorraad kan telkens weer worden aangevuld, wanneer dit mogelijk is. Het is belangrijk om in zo een periode van voorraadvorming ook de regionale systemen zo goed mogelijk op peil te brengen, zodat een zo goed mogelijke uitgangssituatie wordt gecreëerd voor een droge periode. Belangrijk aandachtspunt is de timing van opbouw van een dergelijke voorraad. Dit moet gebeuren in een periode dat wel nog voldoende water via Driel kan worden aangevoerd, maar wel al een tekort wordt voorzien.

Bijlage F Procesvoorstel Maas-Waalkanaal

De *Factsheet maatregel LCW aanvoer Waal-Maas (RWS, jan 2018)* geeft een overzicht van de situaties waarvoor de aanvoer van water van de Waal naar de Maas interessant kan zijn, met een beschrijving van de voor- en nadelen van deze maatregel.

Dit procesvoorstel is gericht op het uitwerken van een redeneerlijn voor de aanvoer van water van de Waal naar de Maas, bij watertekort op de Maas. Het bestaat uit twee stappen:

- I. **Uitwerking handelingsperspectief** op basis van bestaande informatie en verdiepende analyses/interviews:
 - Uitwerken van **mogelijke situaties voor watertekort op de gestuwde Maas, benedenstrooms van stuw Sambeek**: in wat voor situaties zou extra aanvoer van water naar de Maas gewenst zijn en hoe vaak doen dergelijke situaties zich voor?
 - Concreet maken van de **ordegrootte watervraag in dergelijke situaties, inclusief bijbehorende baten** voor:
 - o Drinkwater/waterkwaliteit (verdunningseffect)
 - o Peilhandhaving voor scheepvaart en inlaten naar de regionale watersystemen
 - Wat zijn **de voor- en nadelen van maatregelen** om water van de Waal naar de Maas te voeren, gelet op:
 - o Locatiekeuze: Maas-Waalkanaal en/of St. Andries
 - o Capaciteit
 - o Duur/timing van inzet
 - o ..?
 - Waarbij aandacht voor zowel de effecten bij de sluisen zelf, op de Maas als op de Waal, en bovenregionaal (benedenstrooms).

- II. **Van handelingsperspectief naar redeneerlijn**:
 - In overleg met RWS, de waterschappen en eventueel de drinkwaterbedrijven komen tot een gedeeld beeld van de gewenste strategie: hoe wordt situationeel bepaald óf en hoe(veel) water van de Waal naar de Maas wordt aangevoerd?
 - *Er kan voor worden gekozen om (evenals in de eerdere SWM NRL studies) dit eerst met alleen de waterbeheerders te bespreken, ervan uitgaande dat zij oog hebben voor zowel de waterkwantiteits- als waterkwaliteitsbelangen.*
 - Waarbij rekening wordt gehouden met / ruimte wordt gelaten voor de bovenregionale afwegingen om een deel van het Waalwater voor de Maas in te zetten.
 - Afweging om dit mee te nemen in de gesprekken over een redeneerlijn voor het Rivierengebied (oorspronkelijk Nederrijn-Lek), als subredeneerlijn. Indien het een grote strategische keuze blijkt, omdat vaak meer water van de Waal naar de Maas gewenst is, is het advies om dit te onderzoeken binnen het lerend implementeren traject van de *Klimaatbestendige Zoetwaterstrategie voor het Hoofdwatersysteem*.