



Kennis
voor
Klimaat

Impact van klimaatverandering en sociaal-economische ontwikkelingen op lage afvoeren van de Rijn

Nederlandstalige samenvatting



Copyright © 2012

Nationaal Onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat (KvK). Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, in geautomatiseerde bestanden opgeslagen en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm, geluidsband of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Nationaal Onderzoekprogramma Kennis voor Klimaat. In overeenstemming met artikel 15a van het Nederlandse auteursrecht is het toegestaan delen van deze publicatie te citeren, daarbij gebruik makend van een duidelijke referentie naar deze publicatie.

Aansprakelijkheid

Hoewel uiterste zorg is besteed aan de inhoud van deze publicatie aanvaarden de Stichting Kennis voor Klimaat, de leden van deze organisatie, de auteurs van deze publicatie en hun organisaties, noch de samenstellers enige aansprakelijkheid voor onvolledigheid, onjuistheid of de gevolgen daarvan. Gebruik van de inhoud van deze publicatie is voor de verantwoordelijkheid van de gebruiker.

sociaal-economische ontwikkelingen op lage afvoeren van de Rijn

Boccalon, A.¹⁾, Sprengers, C.J.¹⁾, Jeuken, A.B.M.¹⁾
Review: Beek, E. van



⁽¹⁾ Deltares

KvK rapportnummer

KvK 92/2013

Met dank aan...

Dit onderzoeksproject (projectnummer 1202389; projecttitel Zoetwater en Waterkwaliteit) werd (wordt) uitgevoerd in het kader van het Nationaal Onderzoekprogramma Kennis voor Klimaat (www.kennisvoorklimaat.nl). Dit onderzoeksprogramma wordt medegefinancierd door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Gemeente Rotterdam, Provincies Zuid-Holland en Zeeland, Hoogheemraadschap Delfland en Hoogheemraadschap Rijnland



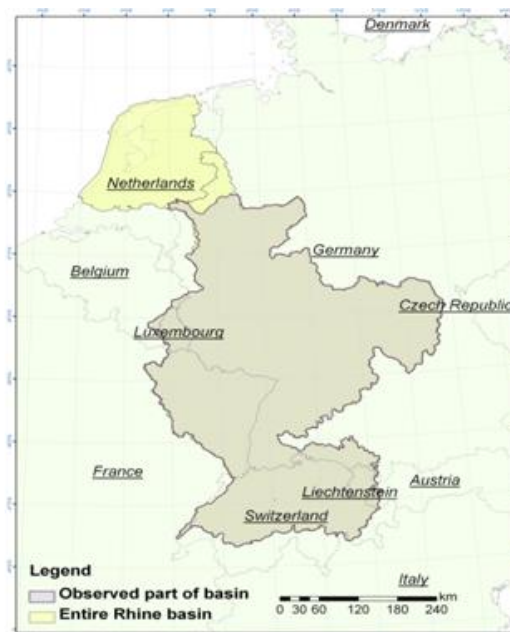
Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
2	Doel en aanpak Kennis voor Klimaat onderzoek	9
3	Resultaten	13
3.1	Huidige waterconsumptie.....	13
3.2	Toekomstige waterconsumptie	14
3.3	Invloed verandering water consumptie bij kritische afvoeren	15
4	Conclusies en aanbevelingen.....	19



1 Inleiding

In de knelpuntenanalyse van het Deltaprogramma is het tekort aan zoetwater in tijd, ruimte en voor verschillende functies in kaart gebracht (Klijn et al. 2012). Naast lokale neerslag en de beschikbaarheid van grondwater is de afvoer van de Rijn en Maas de belangrijkste randvoorwaarde voor de beschikbaarheid van oppervlaktewater. Dit oppervlaktewater wordt voor verschillende doeleinden gebruikt: irrigatie, industrie, koel- en drinkwater, peilbeheer en doorspoelen voor een goede waterkwaliteit in Laag Nederland, garanderen van voldoende vaardiepte voor de scheepvaart, etc.. Deze watergebruiksfuncties worden allemaal beschouwd in het Deltainstrumentarium dat wordt toegepast om na te gaan hoeveel water er onder diverse klimaat en sociaal-economische scenario's (en hiermee gepaard gaande veranderingen in watervraag vanuit de diverse functies) beschikbaar blijft. De afvoer bij Lobith en Eijsden en de toekomstprojecties hiervan in de Deltascenario's bepalen de randvoorwaarden voor dit instrumentarium.



Figuur 1 Beschouwd gebied in de studie.

De hydrologische toekomstprojecties voor de Rijnaflow zijn uitgerekend met het GRADE instrumentarium (Deltascenarios, 2011) en zijn gebaseerd op geëxtrapoleerde tijdreeksen uit het verleden, rekening houdend met door regionale klimaatmodellen verwachte veranderingen in neerslag - en verdampingspatronen in het gehele Rijnstroomgebied. In deze projecties wordt dus niet expliciet rekening gehouden met mogelijke veranderingen in de waterconsumptie als gevolg van sociaal-economische ontwikkelingen in het Rijnstroomgebied bovenstrooms van Nederland.

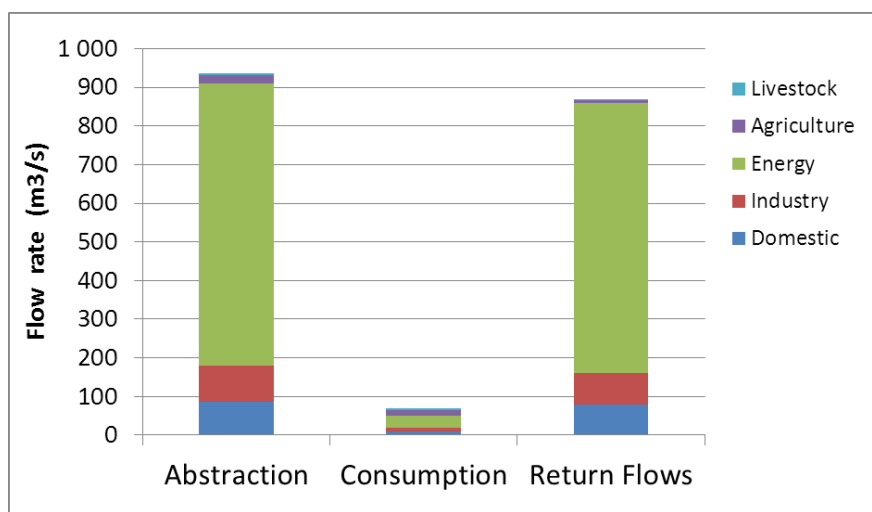


2 Doel en aanpak Kennis voor Klimaat onderzoek

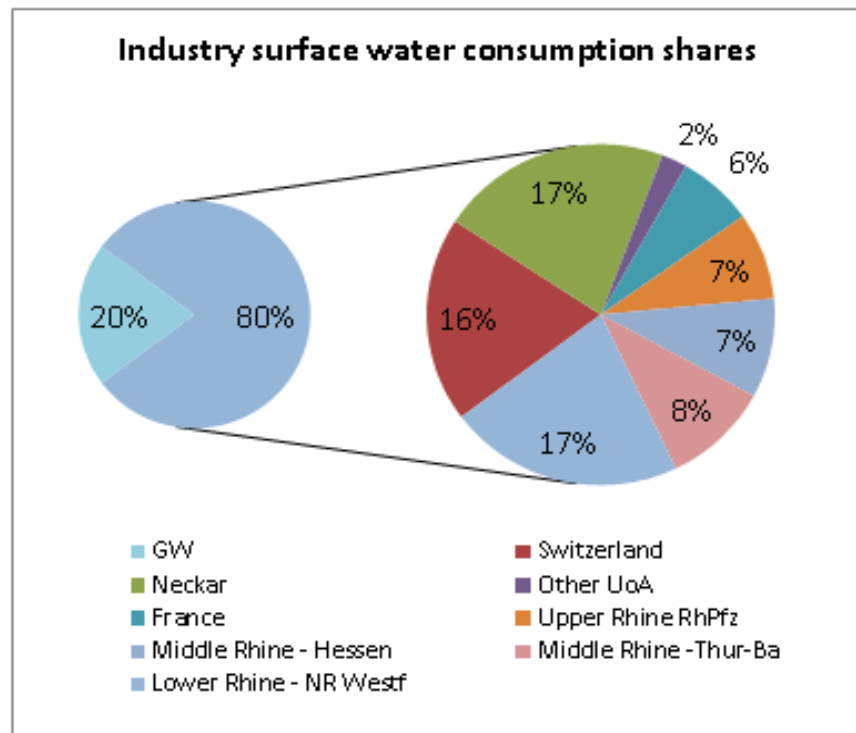
Om inzicht te krijgen in wat deze sociaal-economische ontwikkelingen mogelijk betekenen voor de afvoeren bij Lobith is in het kader van het Kennis voor Klimaatprogramma thema 2 (Climate proof fresh water supply) een studie gestart naar de bovenstroomse waterconsumptie en de mogelijke invloed hiervan op de afvoeren van de Rijn bij Lobith. Hiertoe zijn achtereenvolgens in beeld gebracht:

- De *huidige* waterconsumptie per sector (landbouw, veeteelt, industrie, energie, huishoudens) per bovenstrooms land. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen gebruik van grond- en oppervlakte water. Daarnaast is ook een onderscheid gemaakt tussen watervraag en daadwerkelijke consumptie. Dit is vooral belangrijk bij die sectoren waarvan de watervraag hoog is (bijvoorbeeld koelwater voor energie productie) maar waarbij het grootste deel van het ingenomen water ook weer terugstroomt naar de rivier en de feitelijke consumptie dus laag is (zie figuur 2). Voor de afvoer van de Rijn is uiteindelijk alleen de consumptie relevant. Figuur 3 geeft een voorbeeld van de consumptie van de industrie per deelgebied.

9



Figuur 2 Huidige onttrekkingen en consumptie per sector



Figuur 3 Voorbeeld waterconsumptie per deelgebied door de Industrie (links geeft de verdeling tussen de consumptie van grondwater (20%) en oppervlaktewater (80%) waarbij rechts de uitsplitsing geeft van de oppervlaktewater consumptie per deelgebied).

- De *toekomstige* waterconsumptie per sector is eveneens onderverdeeld naar grond en oppervlaktewater en naar vraag en consumptie. Daarnaast is er een onderverdeling gemaakt naar toenemend waterconsumptie als gevolg van klimaatverandering (bijv. meer verdamping leidt tot een grotere irrigatie behoefte) en als gevolg van andere voorziene ontwikkelingen in de sector (bijv. meer duurzame energie productie in de toekomst).
- De verzamelde data voor de huidige en toekomstige waterconsumptie zijn samen met de hydrologische scenario's met een hydrologisch model (RIBASIM) doorgerekend en de invloed op de afvoeren van de Rijn bepaald. In totaal zijn 5 scenario's doorgerekend (zie tabel 1)



Climate Time horizon	Current climate	G scenario	W+ scenario
Reference case (2010)	Scenario 1		
2025		Scenario 2	Scenario 3
2050		Scenario 4	Scenario 5

Tabel 1 Gebruikte scenario's in deze studie

Scenario 1 representeert de huidige situatie. Deze is samengesteld op basis van verzamelde statistieken en schattingen van de huidige water vraag en consumptie en de huidige meteorologische situatie. Voor de 2025 en 2050 scenario's, is aangenomen dat de ontwikkeling van de watervraag voor alle sectoren onafhankelijk is van het klimaat, behalve voor de landbouw. Voor de landbouw is de vraag hoger in het W+ scenario dan het G scenario wegens een hogere verdamping.

De verzameling van alle gegevens voor watergebruik heeft veel inspanning gevraagd. De benodigde data waren niet kant-en-klaar in de juiste vorm beschikbaar voor alle deelgebieden. Voor zover bekend zijn er geen bruikbare oudere studies. Door gebruik te maken van zowel gegevens van de landen zelf (CBS-achtige overzichten) als van internationale watergebruiksgegevens is de best mogelijke schatting gemaakt van de actuele watervraag en het actuele consumptie. In tegenstelling tot de Deltascenario aanpak is ervoor gekozen om slechts één beste schatting te maken van de toekomstige waterconsumptie.



3 Resultaten

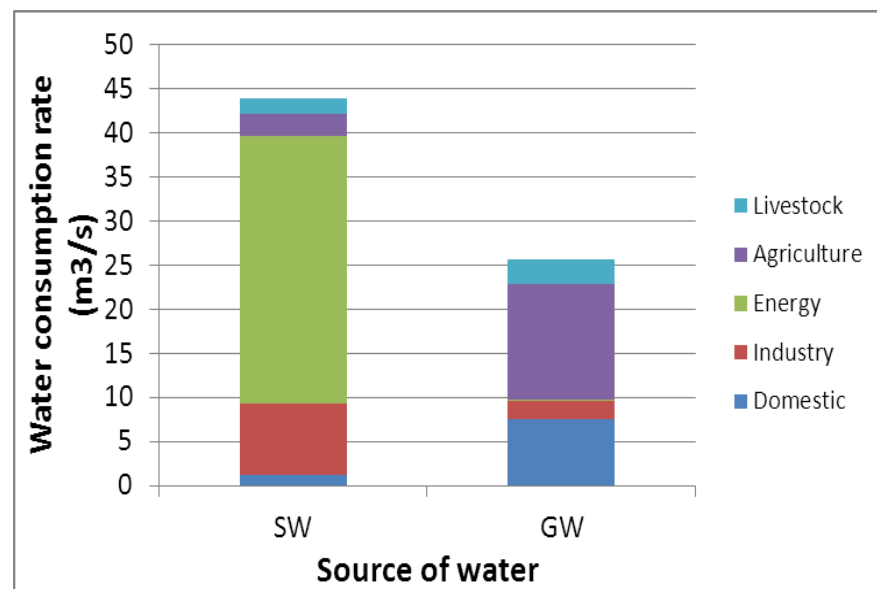
De belangrijkste uitkomsten van de studie worden hieronder besproken aan de hand van de volgende vragen:

- Wat is de totale omvang van de huidige oppervlakte waterconsumptie ten opzichte van de afvoer van de Rijn en welke sectoren zijn daarbij dominant?
- Hoe zit dat onder verschillende toekomstige scenario's?
- Wat is het aandeel van de waterconsumptie in de totale afvoer bij gemiddelde omstandigheden en bij kritische omstandigheden als een 1/10 of 1/100 jaar droogte jaar?

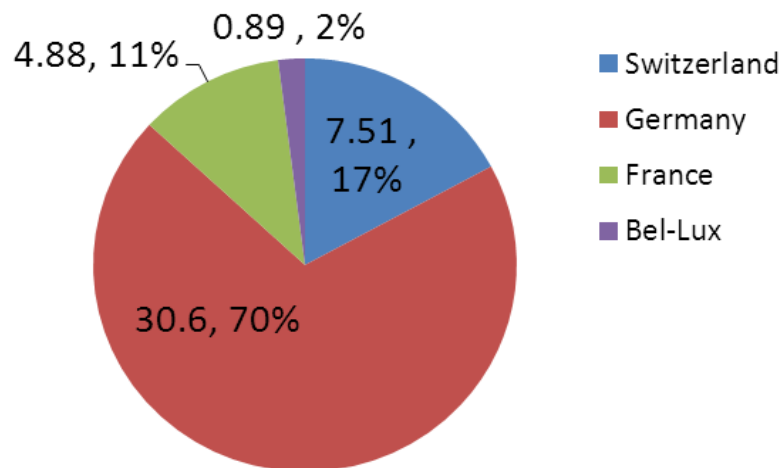
13

3.1 Huidige waterconsumptie

De huidige watervraag en consumptie is gegeven in 2. De uitsplitsing van de consumptie over oppervlaktewater en grondwater is gegeven in Figuur 4 boven en de consumptie per land in Figuur 4 onder.



Surface water consumption share (Q, %) by country

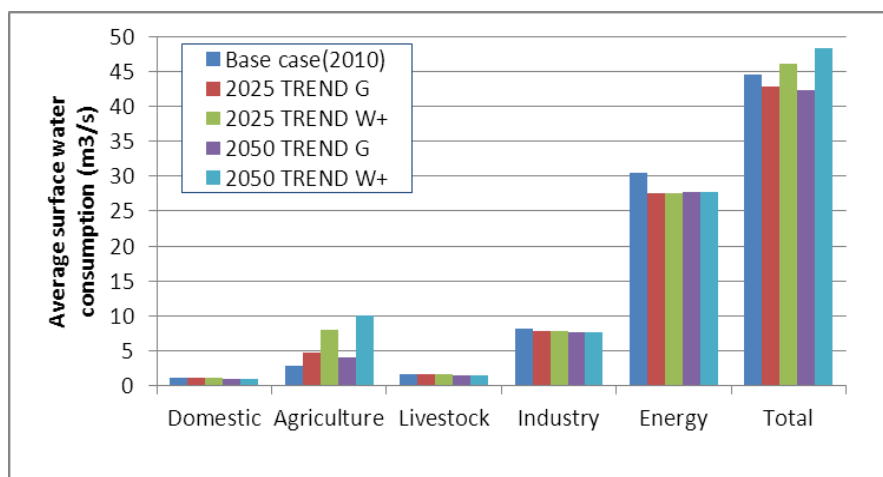


Figuur 4 Huidige onttrekkingen en consumptie per sector in equivalenten van afvoer (m^3/s)

Uit 2 blijkt dat het daadwerkelijk gemiddelde consumptie van oppervlakte water slechts een fractie is van de totale onttrekking van grond en oppervlakte water (7.4%). Ten opzichte van de gemiddelde Rijn afvoer is de consumptie slechts 3-4%. De energie en industrie sector heeft hierin verreweg het grootste aandeel, samen met de drinkwaterproductie die echter vooral gebruik maakt van grondwater. De landbouw, in Nederland een van de grootste watervragers, is verantwoordelijk voor slechts een heel klein percentage van oppervlaktewater consumptie, ook omdat er ook deze sector vooral van grondwater gebruik gemaakt wordt.

3.2 Toekomstige waterconsumptie

De toekomstige waterconsumptie is grafisch gegeven in Figuur 5 en getalsmatig in Tabel . Hieruit blijkt dat de enige sector met een significante invloed op het toekomstige oppervlakte waterconsumptie de landbouw is. De overige sectoren laten nauwelijks een toe- of afname zien. Daarbij is aangenomen dat de verhouding tussen onttrekking en consumptie en tussen grond en oppervlaktewatergebruik niet verandert (en dat grondwatergebruik de afvoer niet te veel beïnvloedt). De totale consumptie neemt hierdoor tot 2050 maximaal toe met ongeveer $4 \text{ m}^3/\text{s}$. Dit is minder dan 1% van de gemiddelde afvoer van de Rijn.



Figuur 5 Toekomstige waterconsumptie per functie voor de diverse toekomstscenario's

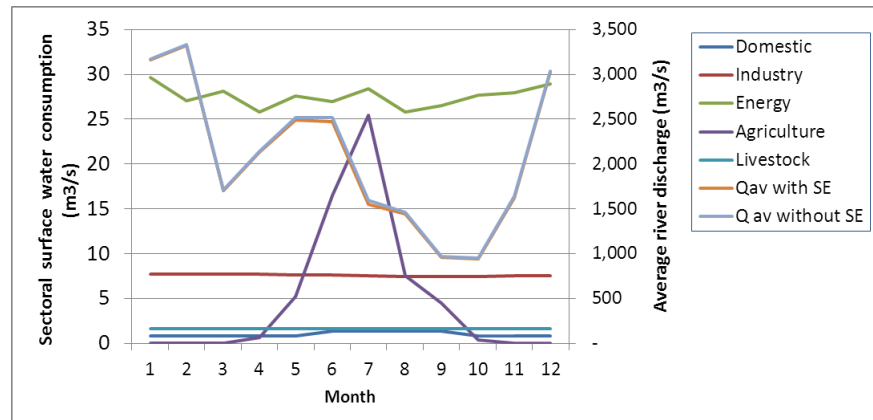
	Base case(2010)	2025 TREND G	2025 TREND W+	2050 TREND G	2050 TREND W+
Domestic	1.23	1.17	1.17	1.05	1.05
Agriculture	2.85	4.71	7.99	4.09	10.08
Livestock	1.73	1.68	1.68	1.59	1.59
Industry	8.13	7.80	7.80	7.72	7.72
Energy	30.54	27.51	27.51	27.77	27.77
Total	44.48	42.86	46.14	42.23	48.22

Tabel 2 Toekomstige consumptie per functie. Alle scenario's bevatten dezelfde verwachte veranderingen in watervraag per sector

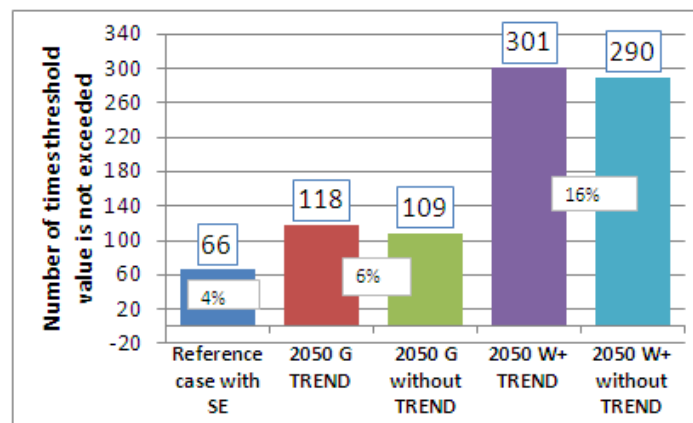
3.3 Invloed verandering water consumptie bij kritische afvoeren

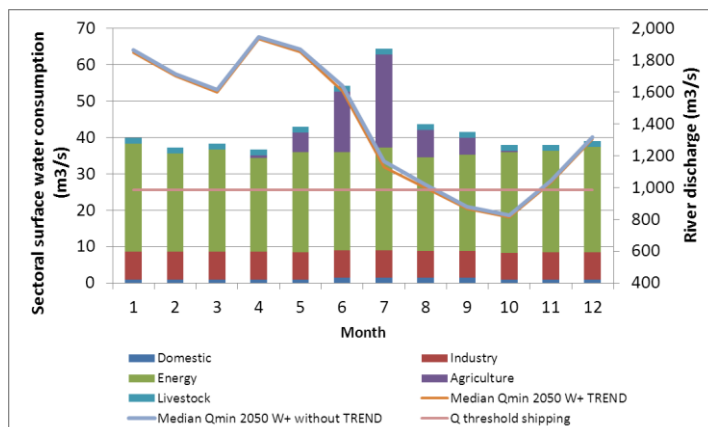
Gemiddelde afvoeren zijn echter niet maatgevend voor de zoetwaterproblematiek in NL. Interessanter is wat de veranderingen van de waterconsumptie betekent voor kritische lage afvoeren in het groeiseizoen of in het najaar (i.v.m. de bevaarbaarheid van de rivieren). De waterconsumptie per maand is gegeven in Figuur 6. Hieruit blijkt dat alleen de landbouw een sterke seizoensvariatie kent. De figuur laat ook zien dat de invloed (van de verandering van de waterconsumptie) op de afvoer gering is. De afvoer zal wel degelijk afnemen maar dat is dan vooral een gevolg van de verminderde neerslag door klimaatveran-

dering. Een andere manier om hier naar te kijken is de bepaling van het aantal weken waarin de afvoer onderschreven wordt die hoort bij het OLR (overeengekomen vaardiepte voor schepen op de Rijn bij Lobith). Dit is weergegeven in Figuur 7 voor de 35 jarige reeks (1820 weken) die met RIBASIM doorgerekend is. Ook hieruit blijkt dat de invloed van de verminderde afvoer door klimaatverandering veel groter is dan veranderingen in waterconsumptie door socio-economische omstandigheden (de TREND scenario).

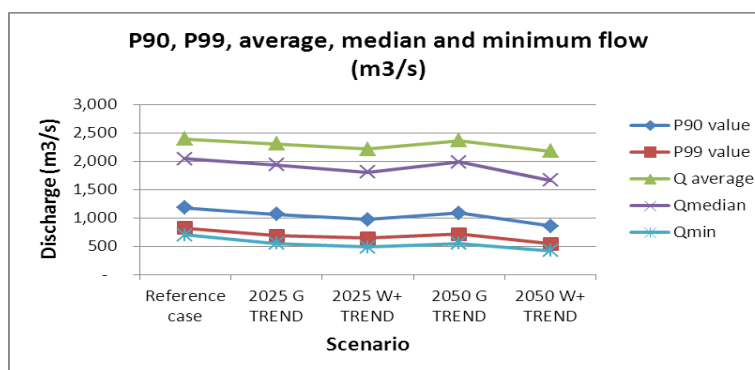


Figuur 6 Gemiddelde oppervlakte waterconsumptie (in 2050) per sector per maand (linker as) en de gemiddelde Rijnaflow met en zonder in achtneming van deze consumptie (SE, rechter as). Als je goed kijkt kun je zien dat er in de zomermaanden een zeer kleine afname van de afvoer is als gevolg van de consumptie.

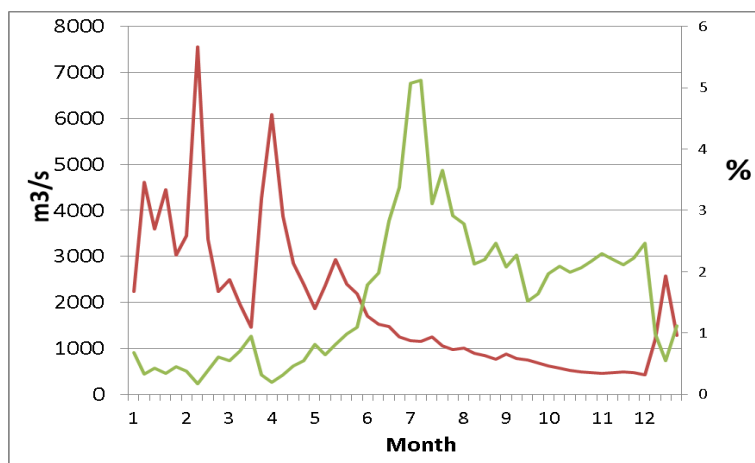




Figuur 7 Aantal weken en percentage van de tijd dat de afvoer beneden de 984 m³/s komt met en zonder inachtneming van de waterconsumptie (SE, TREND) (links) en verdeling over het jaar voor een Median Qmin 2050 W+ (rechts).



Figuur 8 Afname van de Rijnaflow als gevolg van klimaatverandering en waterconsumptie (weergegeven voor een gemiddeld, mediaan, 1/10 en 1/100 jaar)



Figuur 9 Percentage (oranje lijn) van de waterconsumpties ten opzichte van de afvoeren (rode lijn) voor het jaar met de laagste afvoeren uit de tijdserie (is 1976 geëxtrapoleerd naar W+ 2050).

Figuur 8 geeft de Rijnaafvoer als gevolg van klimaatverandering voor een gemiddeld, mediaan, 10% en 1% droog jaar. De invloed van de verandering van de waterconsumptie (TREND) is minimaal.

Figuur 9 laat zien wat er in het specifieke jaar 1976, het jaar met laagste afvoeren in de gebruikte 35 jaar serie, gebeurt. Hieruit blijkt dat in de maand juli de invloed van de waterconsumptie met ongeveer $40 \text{ m}^3/\text{s}$ (op een afvoer van ongeveer $1200 \text{ m}^3/\text{s}$) het grootste is, dus aanzienlijk groter dan de eerder genoemde $4 \text{ m}^3/\text{s}$. In het najaar ten tijde van de laagste afvoeren wordt dit verschil weer een stuk kleiner.



4 Conclusies en aanbevelingen

De studie heeft aangetoond dat de waterconsumptie bovenstrooms van Lobith laag is ten opzichte van de gemiddelde Rijnafvoer. Verder zijn de toekomstige verwachte toename van de water consumptie als gevolg van sociaal-economische veranderingen beperkt ten opzichte van de directe klimaateffecten op de hydrologie. In de zomermaanden kan het verschil tussen het wel of niet meenemen van de waterconsumptie oplopen tot maximaal zo'n 40 m³/s. Tijdens de kritieke lage afvoeren in het najaar is dat alweer een stuk minder. Procentueel gezien is wordt onder de meest extreme omstandigheden (in de gebruikte dataset is dat 1976 geëxtrapoleerd naar W+ 2050) maximaal 5% van de afvoer daadwerkelijk geconsumeerd. We hebben het dan over afvoerjaren die tussen 1/10 en 1/100 jaar voorkomen.

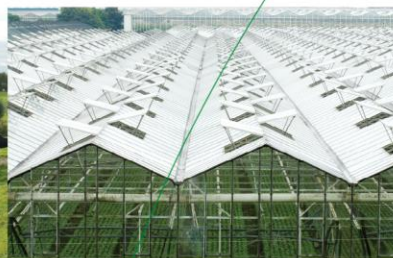
Al met al lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat er met het niet expliciet beschouwen van veranderingen in de waterconsumptie in de Deltascenario's geen grote fouten worden geïntroduceerd. Mogelijke fouten liggen ook ruimschoots binnen de bandbreedte van de hydrologische scenario's.

Hierbij dient wel de opmerking te moeten worden gemaakt dat deze studie een aantal beperkingen kent. De belangrijkste daarvan zijn:

- Het gekozen TREND scenario is sterk gebaseerd op het huidige gebruik en extrapolaties hiervan naar de toekomst. De aanpak wijkt ook af van de Deltascenario's waar in ieder geval 2, een laag en hoog, economische groeiscenario's worden gebruikt.
- Er is in deze studie beperkt rekening gehouden met mogelijke toekomstige uitbreiding in het irrigatie areaal. Voor irrigatie wordt echter vooral gebruik gemaakt van grondwater en daarom zal uitbreiding van irrigatie weinig invloed hebben op de beschikbaarheid van oppervlaktewater. Mogelijke verschuivingen van grond- naar oppervlaktewatergebruik door de landbouw zijn ook niet meegenomen.
- De hydrologische wisselwerking tussen grond- en oppervlaktewater kan met een waterbalansmodel als gebruikt in deze studie niet goed worden bepaald. Echter gezien de langere tijdschalen waarop deze wisselwerking plaats vindt wordt niet verwacht dat dit een grote invloed zal hebben op de lage afvoer situaties.
- De consumptie van oppervlakte water is vaak de resultante van 2 grote balanstermen (intake en return flow). Een kleine fout bij de bepaling van de return flow kan daarom een grote invloed hebben.
- De consumptie van koelwater kan als gevolg van klimaatverandering worden beïnvloed door steeds vaker voorkomende wettelijk innamebeperkingen vanwege te hoge watertemperaturen. Dit soort situaties treden juist op tijdens lage afvoeren en zijn bij de analyse niet meegenomen.

- De sector scheepvaart in Duitsland is niet beschouwd. Het langer vasthouden van water bovenstrooms voor de voeding van kanalen, het anders beheren van sluizen in de Boven-Rijn zouden ook een invloed kunnen hebben op de lage afvoeren in Nederland maar even zo goed ook op de Niederrhein in Duitsland zelf. Het is onduidelijk hoe deze 'beheer-effecten' mogelijk uitpakken.

Samenvattend kan gesteld worden dat de studie vooral gebaseerd is op een gedegen analyse van het huidige watergebruik. Een voorspelling van de ontwikkeling van het watergebruik onder een trend scenario is daar aan toegevoegd. Aanbevolen wordt een aanvullende verkennende studie te doen naar mogelijke trendbreuken in het watergebruik als gevolg van klimaatverandering en mogelijke consequenties van onzekerheden in de aannames. Daarbij zal vooral aandacht gegeven dienen te worden aan de dominerende sectoren energie (koeling) en landbouw.



Ontwikkelen van wetenschappelijke en toegepaste kennis voor een
klimaatbestendige inrichting van Nederland en het creëren van een
duurzame kennisinfrastructuur voor het omgaan met klimaatverandering

Contactinformatie

Programmabureau Kennis voor Klimaat

Secretariaat:

p/a Universiteit Utrecht

Postbus 85337

3508 AH Utrecht

T +31 88 335 7881

E office@kennisvoorklimaat.nl

Communicatie:

p/a Alterra, Wageningen UR

Postbus 47

6700 AA Wageningen

T +31 317 48 6540

E info@kennisvoorklimaat.nl

www.kennisvoorklimaat.nl

