



BTO 2020.011 | Maart 2020

BTO rapport

Waterhergebruik en de
Zoetwatervoorziening

Waterhergebruik en de Zoetwatervoorziening

Waterhergebruik kan watersysteem robuuster maken

BTO 2020.011 | Maart 2020

Opdrachtnummer

402045/124

Projectmanager

Geertje Pronk

Opdrachtgever

BTO - Verkennend onderzoek

Auteurs

Geertje Pronk, Teun van Dooren, Sija Stofberg, Ruud Bartholomeus

Kwaliteitsborger

Kees van Leeuwen

Verzonden naar

Dit rapport is verspreid onder BTO-participanten en is openbaar.

Keywords

waterhergebruik, zoetwater, drinkwater, watersysteem, waterketen

Jaar van publicatie
2020

Meer informatie
Dr. Geertje Pronk
T +31 306069634
E geertje.pronk@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

KWR

Maart 2020 ©

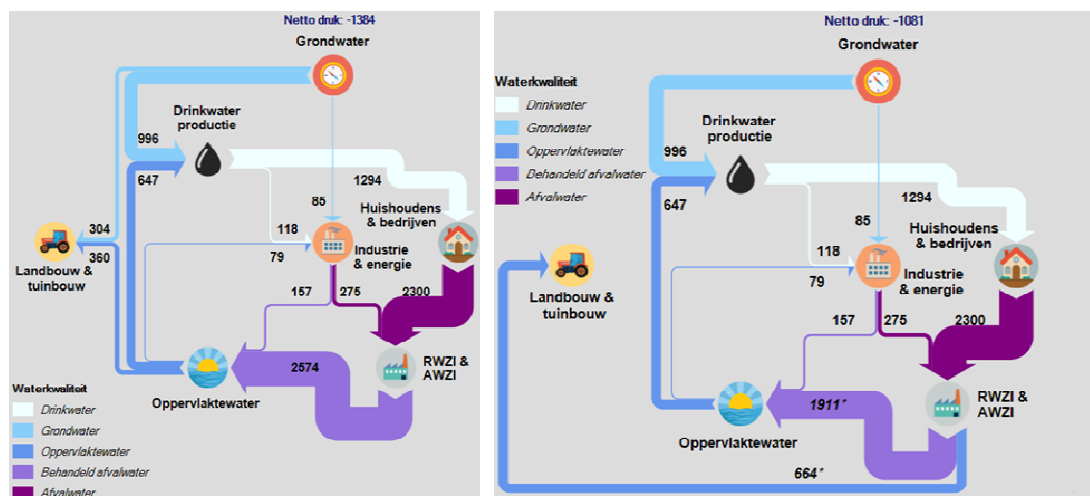
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevens bestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

BTO Managementsamenvatting

Waterhergebruik kan watersysteem robuuster maken

Auteurs Dr. Geertje Pronk, Teun van Dooren MSc., dr. Sija Stofberg, dr.ir. Ruud Bartholomeus

Waterhergebruik heeft de potentie om de aanspraak op grondwater en oppervlaktewater aanzienlijk te verminderen, zo blijkt uit een studie waarin voor hoog en laag Nederland en voor Vlaanderen een toekomstscenario hierover is geschetst. Met Sankey-stroomdiagrammen is inzichtelijk gemaakt dat waterhergebruik inderdaad kan bijdragen aan een robuuster watersysteem, vooral als hierin nieuwe verbindingen worden gemaakt tussen sectoren. De diagrammen laten zien hoe verschillende sectoren in het menselijke watersysteem zijn verbonden, van welke orde grootte waterstromen zijn én van welke kwaliteit. Zo kan cross-sectorale inzet van bijvoorbeeld vergaand gezuiverd huishoudelijk en industrieel effluent in de landbouw, industrie, of voor grondwateraanvulling en zo indirect de drinkwaterproductie, ervoor zorgen dat het grondwater minder zwaar wordt belast. Dat is een belangrijke ontwikkeling, gezien het feit dat we steeds meer worden geconfronteerd met toenemende droogteschade aan landbouw en natuur. Vanzelfsprekend is het in de integrale aanpak van waterhergebruik belangrijk om de gezondheid, veiligheid, regulering, perceptie en milieu-impact mee te wegen.



Illustratie van een mogelijk toekomstig Nederlands menselijk watersysteem, waarbij de netto druk op het grondwater afneemt omdat de landbouw restwater krijgt aangeleverd. Links: huidig watersysteem – STOOM scenario, rechts: hergebruik restwater – STOOM scenario. Getallen geven watervolumes aan in Mm3/jaar.

Belang: verhogen van regionale zelfvoorziening in zoetwatervraag

Om risico's van een toenemende druk op het (grond)watersysteem beheersbaar te maken, worden – onder meer binnen het Deltaprogramma Zoetwater – strategieën ontwikkeld die de zoetwatervoorziening op de lange termijn veiligstellen. Eén van de pijlers van deze strategieën is het

verhogen van de regionale zelfvoorziening in de zoetwatervraag, zodat de beschikbare waterbronnen efficiënter worden benut. In Nederland en Vlaanderen bestaan diverse toepassingen en pilots die op lokale schaal industrieel en huishoudelijk effluent hergebruiken. Daarnaast vindt via het oppervlaktewater in feite onbewust hergebruik van RWZI effluent plaats. Bewuste inzet van gezuiverd restwater kan

betekenen dat de druk op het (grond)watersysteem afneemt. Voor een verantwoord waterhergebruik is het wel belangrijk dat naast kansen ook risico's en randvoorwaarden worden meegewogen met betrekking tot gezondheid en veiligheid, benodigde zuiveringstechnologie, regulering, perceptie, en mogelijke gevolgen voor het milieu. In dit project is voor Nederland en Vlaanderen de potentie van de inzet van restwater voor waterhergebruik onderzocht, in termen van de bijdrage die dit kan leveren aan het ontwikkelen van een robuust en toekomstbestendig watersysteem.

Aanpak: Sankey-stroomdiagrammen

De verbindingen van waterstromen tussen sectoren, de grootte van de watervraag en waterbeschikbaarheid voor Nederland (geheel, en hoog vs. laag Nederland) en Vlaanderen én de waterkwaliteit zijn zichtbaar gemaakt met behulp van Sankey-stroomdiagrammen. Naast het huidige menselijke watersysteem is op grond van het Deltascenario STOOM (Wolters et al., 2018) een toekomstscenario in beeld gebracht. Hierin stijgt de watervraag als gevolg van bevolkingsgroei en economische groei en daalt de waterbeschikbaarheid door klimaatverandering. Met een aantal gedachtenexperimenten is geïllustreerd wat de effecten zouden zijn van het opschalen van lokale of regionale toepassingen van waterhergebruik, gebaseerd op bestaande pilots/toepassingen. Het gaat om: (A) hergebruik van RWZI-effluent voor irrigatie ('Haaksbergen'), (B) hergebruik van industrieel effluent voor irrigatie ('Dinteloord'), (C) hergebruik van RWZI-effluent voor industrie ('Terneuzen'), en (D) hergebruik van RWZI-effluent voor ondergrondse opslag en drinkwaterproductie ('Torrelee').

Resultaten: kansen en risico's van waterhergebruik

Onder het STOOM-scenario nemen de watervraag en de druk op het grondwater toe. Alle vier de voorbeelden laten zien dat op landelijk niveau de druk op het grondwater en het oppervlaktewater aanzienlijk verminderd kan worden door hergebruik van gezuiverd restwater. In theorie kan hergebruik van effluent voor grondwateraanvulling de onttrekking van grondwater potentieel zelfs volledig compenseren.

De Sankey-stroomdiagrammen maken inzichtelijk dat waterhergebruik inderdaad kan bijdragen aan een robuuster watersysteem, vooral als hierin wordt samengewerkt tussen de sectoren. In de praktijk zal op lokaal en regionaal niveau geanalyseerd moeten worden hoe waterhergebruik mogelijk past in een toekomststrategie, en welke sectoren hierin

kunnen samenwerken. Ook moeten randvoorwaarden van waterhergebruik voor gezondheid, veiligheid, zuiveringsbehoefte, regulering, perceptie en milieu worden meegewogen. Zo kan direct en bewust waterhergebruik bijvoorbeeld meer controle geven op de waterkwaliteit en op de volksgezondheid dan het hergebruik dat nu feitelijk onbewust via het oppervlaktewater plaatsvindt. Wel moet nog worden bepaald hoe dit waterhergebruik verdeeld is over seizoenen en regio's, en wat de invloed is van verliezen tijdens zuivering en levering.

Toepassing: mogelijkheden voor de toekomst

De Sankey-stroomdiagrammen voortkomend uit dit project laten zien hoe waterhergebruik kan bijdragen aan de totstandkoming van een robuust en toekomstbestendig watersysteem in Nederland en Vlaanderen. Voor analyses op regionale schaal kunnen deze kaders vervolgens stapsgewijs worden verfijnd. Inzicht in de verdeling tussen watervraag en wateraanbod gedurende de seizoenen en over de regio's maakt het mogelijk modellen hierover te maken in ruimte en tijd, aan te wijzen welke cross-sectorale samenwerkingen mogelijk zijn en met welke praktische mogelijkheden en randvoorwaarden rekening moet worden gehouden.

Het Rapport

Dit onderzoek is beschreven in het rapport *Potenties van waterhergebruik voor de zoetwatervoorziening* (BTO-2020.011). Een overzicht van alle bronnen en data is te vinden in BTO-2020.014.



Maart 2020



Waterhergebruik en de zoetwatervoorziening

Geertje Pronk

Teun van Dooren

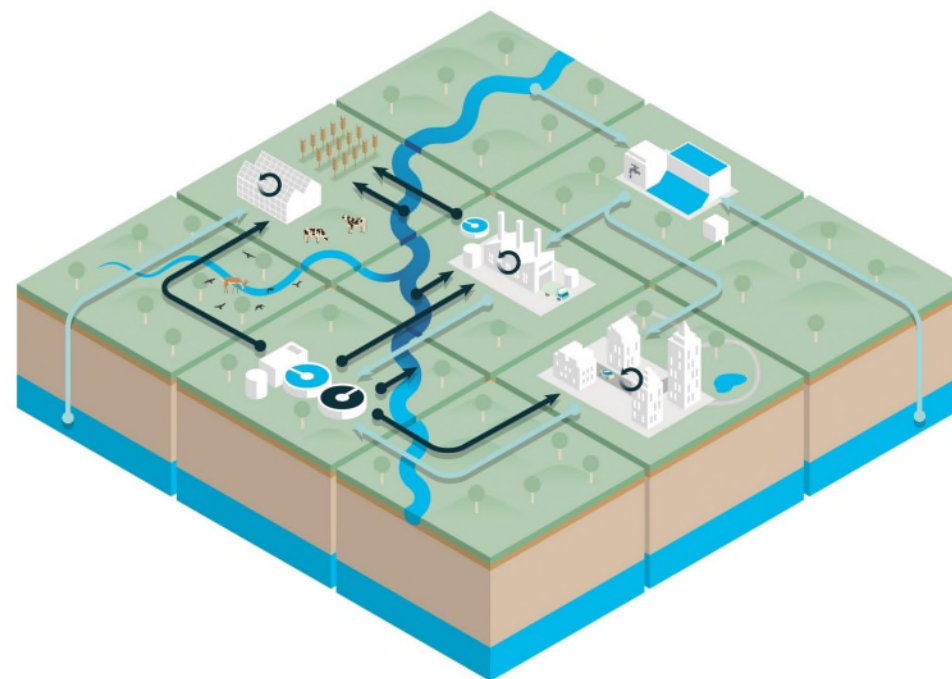
Sija Stofberg

Ruud Bartholomeus

Inleiding

Waterstromen zijn verbonden in het landschap. Dit geldt zowel voor het natuurlijke watersysteem van oppervlaktewater, grondwater, neerslag, en verdamping als voor het ‘menselijke watersysteem’ van watergebruik in landbouw, industrie en stad, drinkwaterproductie en afvalwaterzuivering.

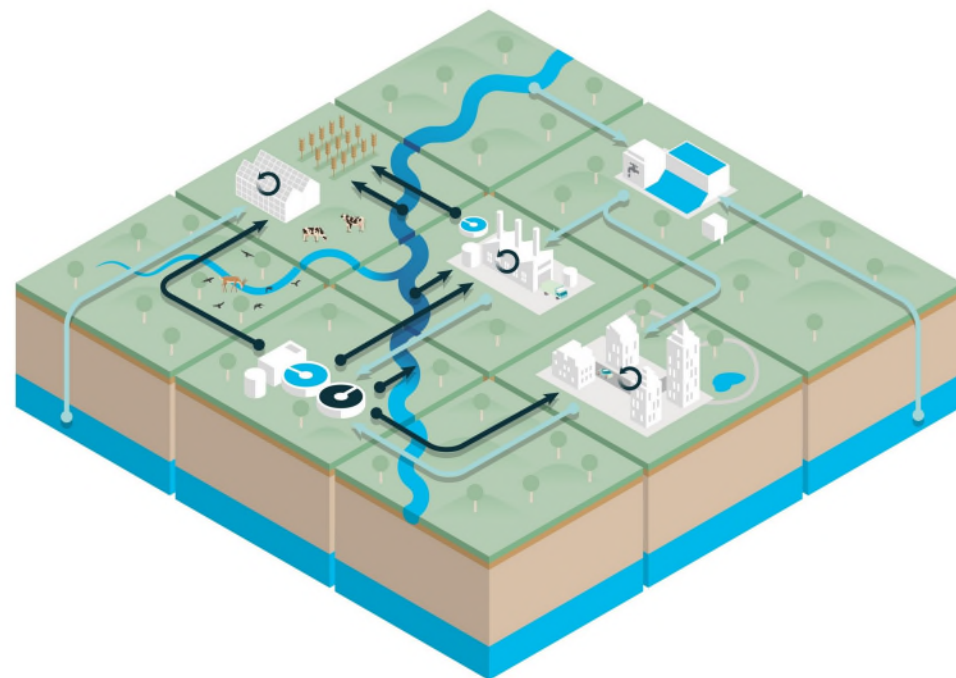
Door verschillende vormen van watergebruik in het watersysteem te beschouwen, kunnen we inzicht krijgen in de bijdrage die waterhergebruik in potentie kan leveren aan de zoetwatervoorziening. Uiteraard moeten zowel kansen als risico's inzichtelijk worden gemaakt.



Het watersysteem in beeld

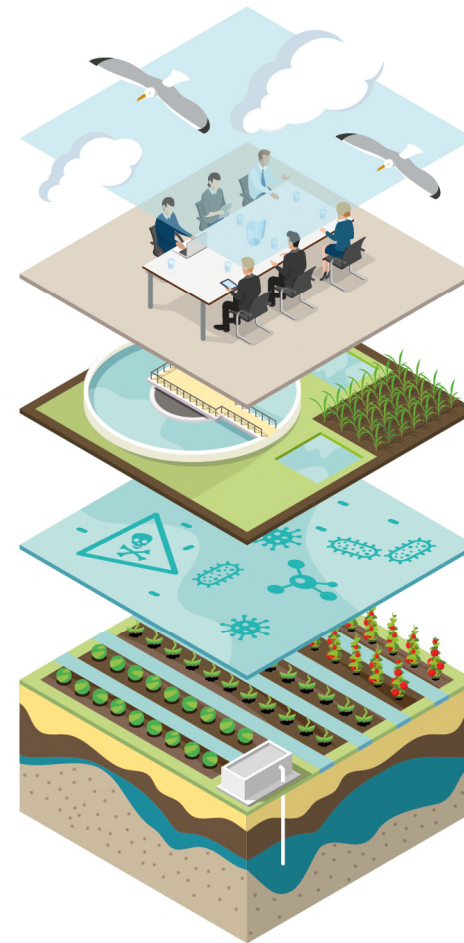
Het huidige menselijke watersysteem van Nederland en Vlaanderen is relatief lineair ingericht en focust zich veelal op het voorkómen van wateroverlast. Water wordt daarom snel afgevoerd uit gebieden. We worden echter steeds meer geconfronteerd met watertekorten en daaraan gekoppelde droogteschade aan landbouw en natuur en druk op waterbeschikbaarheid voor toepassingen als de productie van drinkwater.

Wat is de potentie van waterhergebruik en nieuwe verbindingen in het watersysteem en wat betekent dit voor de verlaging van de druk op het grondwatersysteem?



Een integrale blik op waterhergebruik

- Indirect waterhergebruik vindt al (onbewust) plaats doordat effluent wordt geloosd op oppervlaktewater, en oppervlaktewater vervolgens wordt ingenomen voor verschillende doeleinden (Beard et al., 2019).
- Bewust waterhergebruik staat in de belangstelling, gezien verschillende pilots/toepassingen in Nederland en Vlaanderen.
- Bewust waterhergebruik biedt kansen, mits aan alle randvoorwaarden wordt voldaan: verantwoord waterhergebruik



- Duurzaamheid en milieu (LCA)
- Wet- en regelgeving
- Waterzuivering
- Veiligheid en gezondheid
- Toepassing hergebruikt water
- Ondergrondse berging



Doelstelling

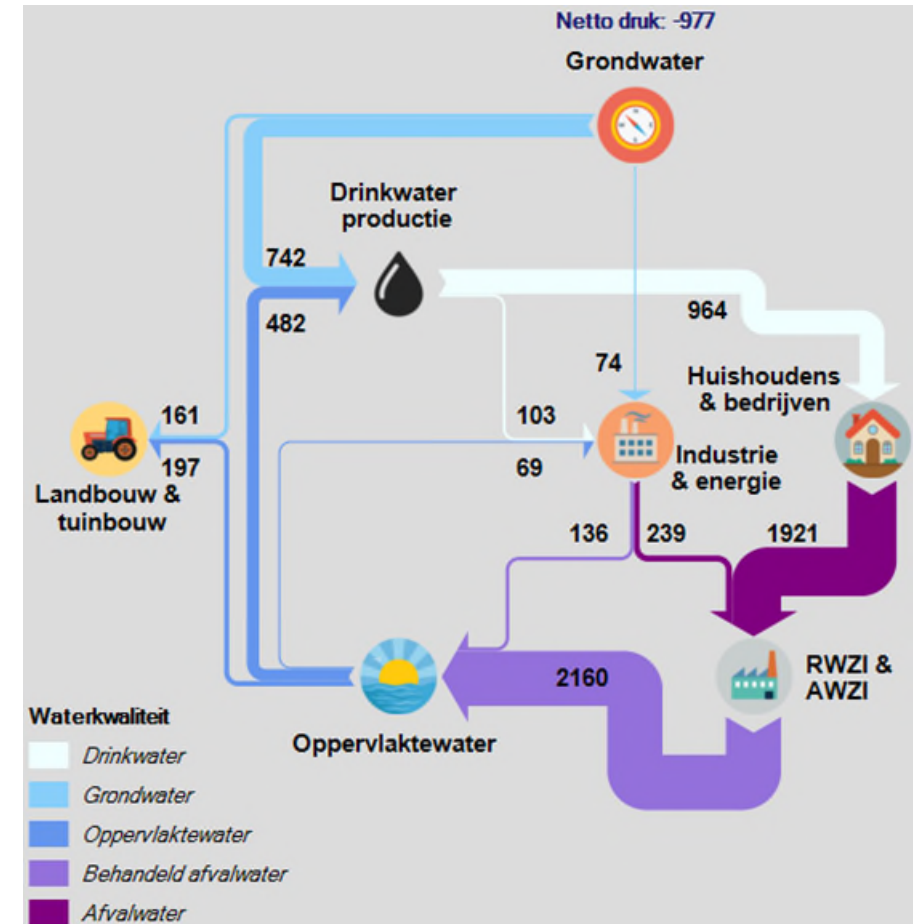
- Breng huidig en mogelijk toekomstig watersysteem in beeld met behulp van Sankey-stroomdiagrammen.
- Toekomstscenario waarin watergebruik toeneemt door groei van bevolking en economie, en waterbeschikbaarheid afneemt door klimaatverandering.
→ gebaseerd op Deltascenario STOOM
- Analyseer voor:
 - Nederland als geheel;
 - Hoog en laag Nederland;
 - Vlaanderen.

Gedachtenexperiment waarin voorbeelden van waterhergebruik uit bestaande pilots worden opgeschaald naar landelijk niveau:

1. hergebruik van RWZI effluent voor irrigatie ('Haaksbergen');
2. hergebruik van effluent van industrie voor irrigatie ('Dinteloord');
3. hergebruik van RWZI effluent voor industrie ('Terneuzen');
4. hergebruik van RWZI effluent voor grondwateraanvulling en drinkwaterproductie ('Torreele').

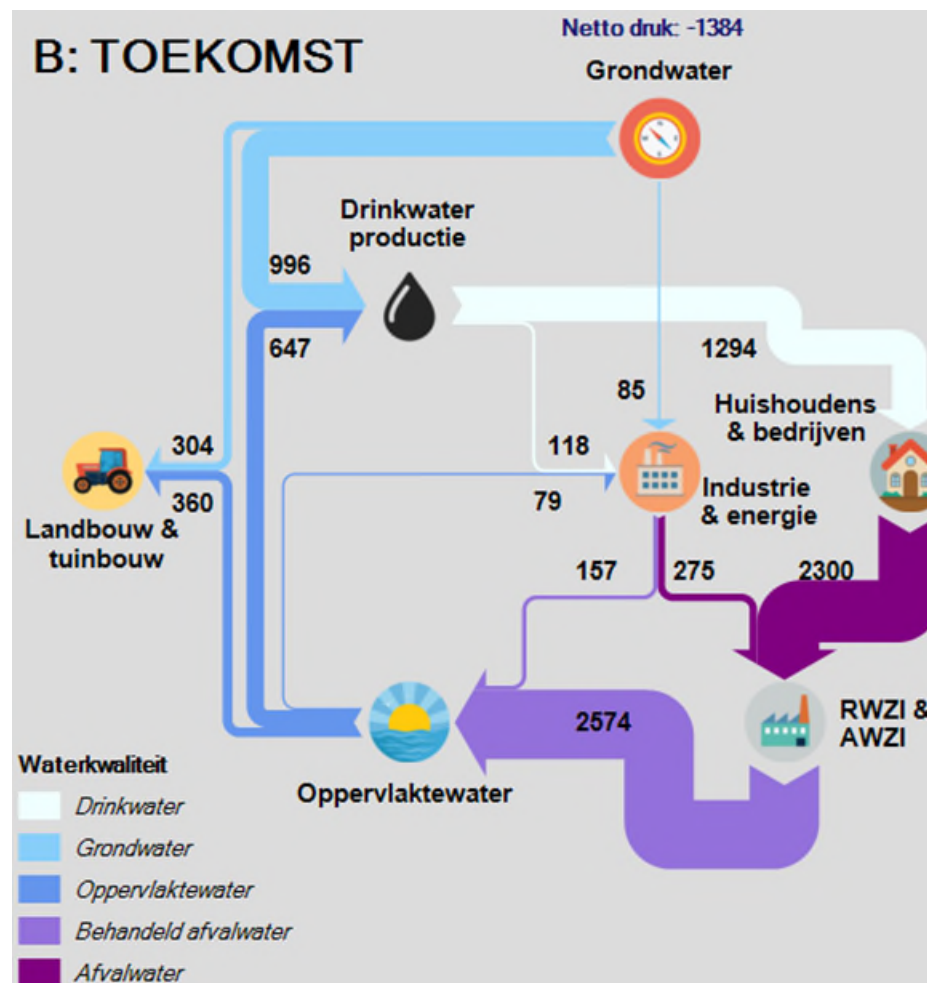
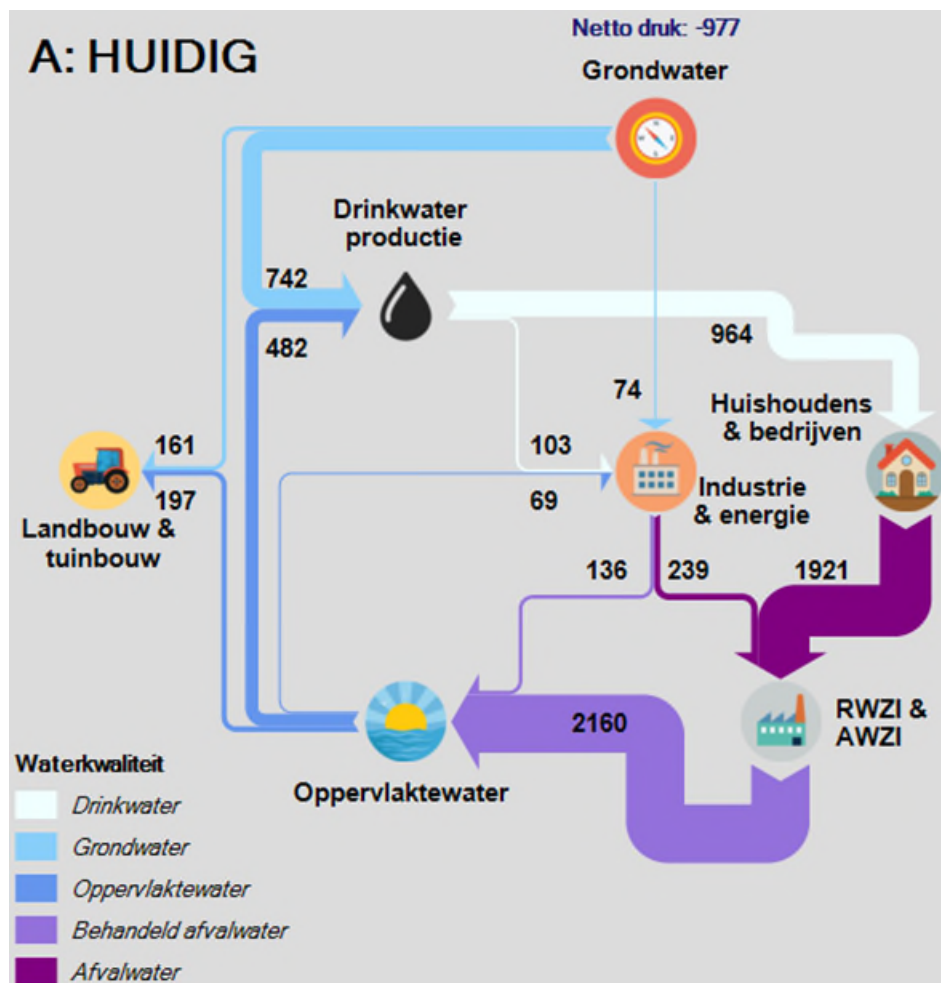
Aanpak

- De totale waterstromen op jaarbasis visualiseren met Sankey-stroomdiagrammen.
 - Indicatie van waterkwaliteit aangegeven met de kleur van pijlen. Vergaande zuivering (hoogste zuiverheid) is aangegeven met wit. Grond- en oppervlaktewater, en verdergaand gezuiverd water, met licht en donkerblauw.
- Overzicht van totale volumestromen en (mogelijke) verbindingen tussen sectoren.
- Overzicht voor het menselijke watersysteem (exclusief koelwater voor industrie).



Het huidige menselijke watersysteem van Nederland. Getallen geven watervolumes aan in Mm^3/jaar . De netto druk op grondwater is aangegeven in Mm^3/jaar . De stromen zijn exclusief koelwater voor industrie. Voor landbouw geven de waarden de irrigatievraag.

Watersysteem van Nederland

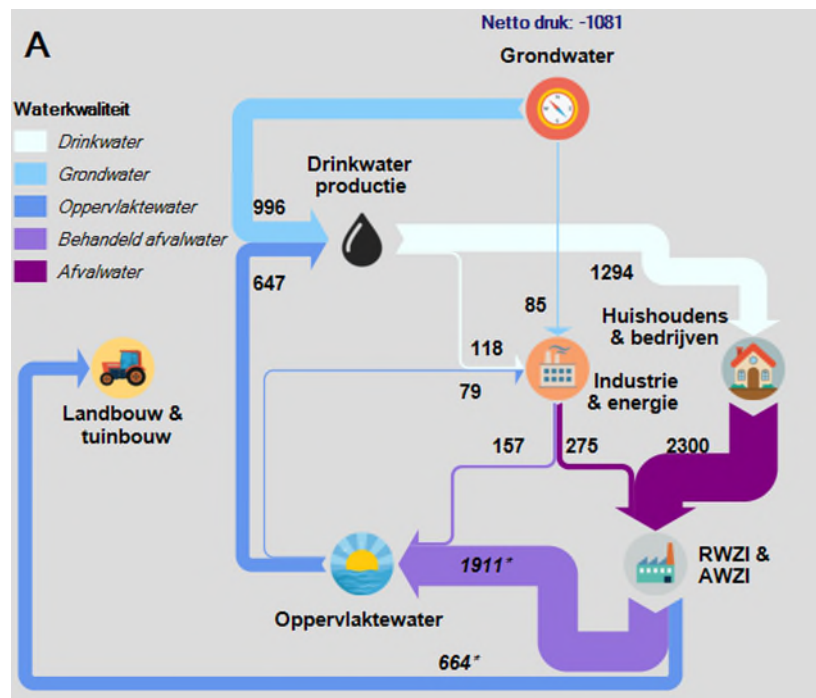


Vergelijking tussen het huidige menselijke watersysteem (A) en het mogelijk toekomstige watersysteem onder het STOOM-scenario (B). Getallen geven watervolumes aan in Mm³/jaar. De netto druk op grondwater is aangegeven in Mm³/jaar: deze neemt toe onder het STOOM-scenario.

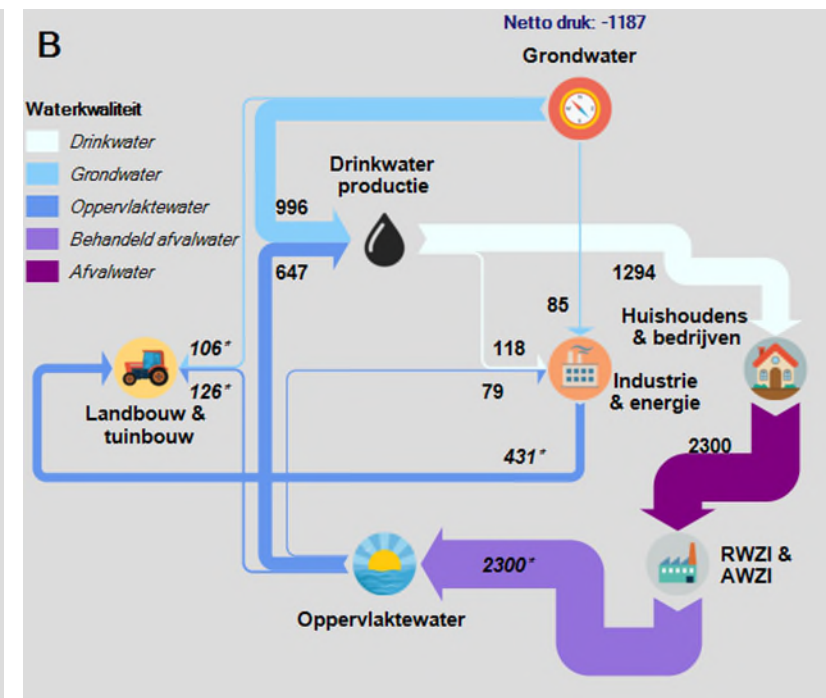
Scenario's voor waterhergebruik

Watersysteem van Nederland onder het STOOM-scenario mét waterhergebruik toepassingen:

- A. hergebruik van RWZI effluent voor irrigatie ('Haaksbergen')
- B. hergebruik van industrieel effluent voor irrigatie ('Dinteloord')
- C. hergebruik van RWZI effluent voor industrie ('Terneuzen')
- D. hergebruik van RWZI effluent voor ondergrondse opslag en drinkwaterproductie ('Torreele')



Door verdergaand gezuiverd huishoudelijk restwater te gebruiken voor irrigatie in de landbouw, kan de landbouw in potentie worden losgekoppeld van gangbare bronnen als oppervlaktewater en grondwater. Dit verlicht de druk op het grondwater en de beschikbaarheid ervan voor andere toepassingen.



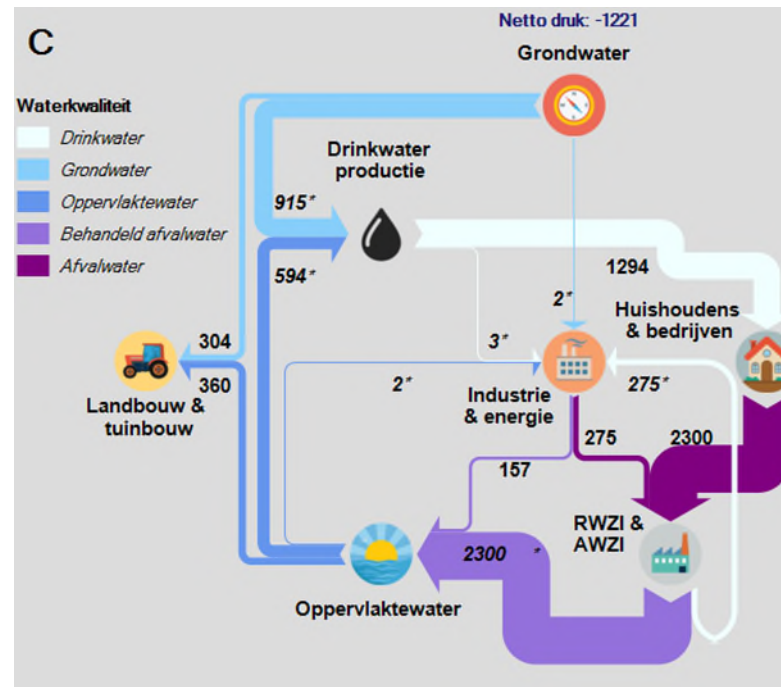
Door inzet van verdergaand gezuiverd industrieel restwater voor irrigatie in de landbouw, kan in potentie voor een deel aan de irrigatievraag de landbouw worden voldaan. Inzet van andere bronnen blijft nodig.

Getallen geven watervolumes aan in Mm³/jaar

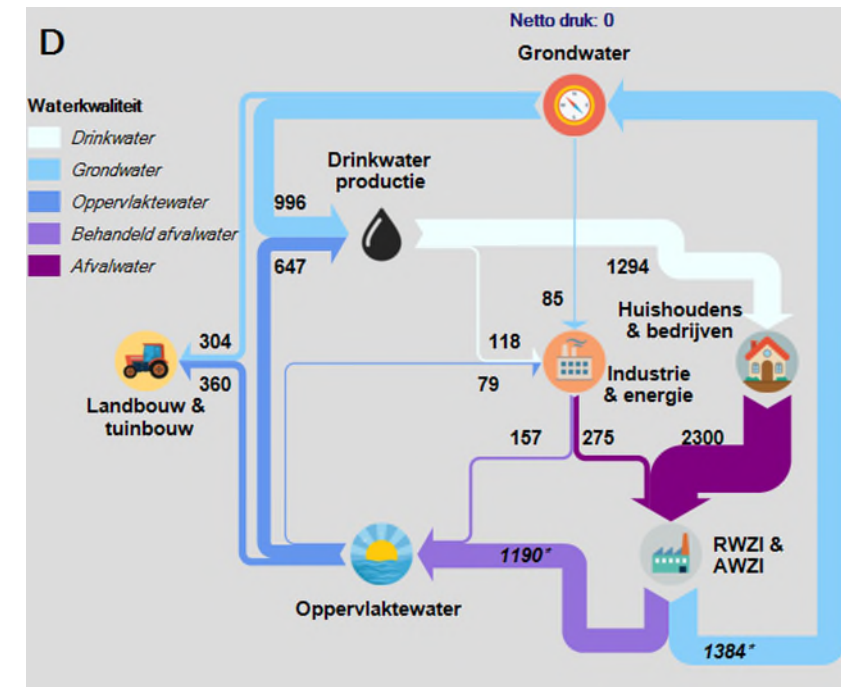
Scenario's voor waterhergebruik

Watersysteem van Nederland onder het STOOM-scenario mét waterhergebruik toepassingen:

- A. hergebruik van RWZI effluent voor irrigatie ('Haaksbergen')
- B. hergebruik van industrieel effluent voor irrigatie ('Dinteloord')
- C. hergebruik van RWZI effluent voor industrie ('Terneuzen')
- D. hergebruik van RWZI effluent voor ondergrondse opslag en drinkwaterproductie ('Torreele')



Door vergaand gezuiverd huishoudelijk restwater te gebruiken voor industriële toepassingen, vermindert de vraag naar grondwater én naar drinkwater.



Door inzet van verdergaand gezuiverd restwater voor grondwateraanvulling kan in potentie de volledige grondwateronttrekking worden gecompenseerd.

Getallen geven watervolumes aan in Mm³/jaar



Discussie

Waterhergebruik heeft de potentie om een significante bijdrage te leveren aan een toekomstbestendig watersysteem en de druk op het grondwatersysteem te reduceren.

Dit project laat mogelijke verbindingen zien tussen sectoren voor de inzet van waterhergebruik. Deze visualisatiemethode biedt ondersteuning in het ontwikkelen van een regionale en intersectorale visie op het (menselijke) watersysteem.

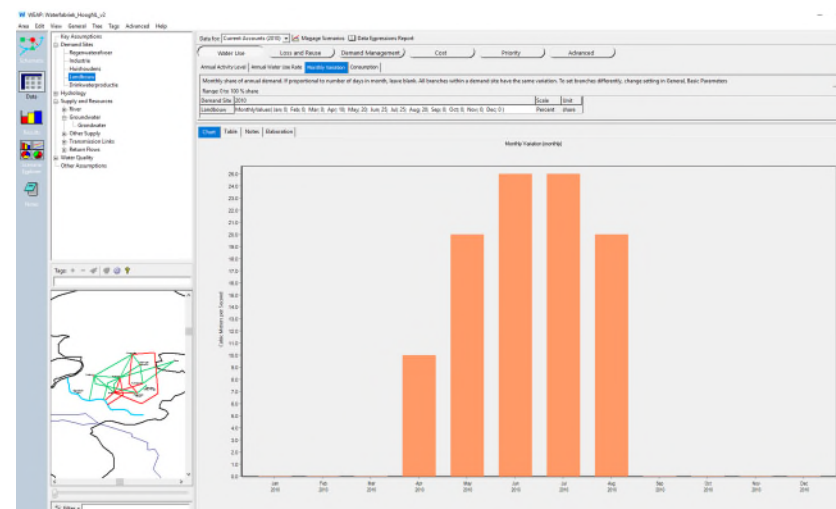
Voor een verantwoorde inzet van waterhergebruik blijft hierbij van belang dat systematisch wordt overwogen wat de gevolgen zijn op het gebied van gezondheid, technologische vereisten, regulering, perceptie en milieu, en hoe deze ten opzichte van de huidige situatie verbeteren.

Door bijvoorbeeld inspanning op het verminderen van emissie van microverontreinigingen door RWZI's te verbinden met hergebruik van effluent, kan de oppervlaktewaterkwaliteit verbeteren, hergebruik verantwoord plaatsvinden en de druk op het grondwatersysteem verminderen.

Vervolgstappen

- Ontwikkeling en analyse van watersystemen op regionaal niveau.
- Modelleren van watervraag en beschikbaarheid in de ruimte en tijd (bv. seizoenen), en het effect van de toepassing van waterhergebruik voor de zoetwatervoorziening
- Watersysteendenken geeft een raamwerk voor diverse deelvragen rond een robuuste zoetwatervoorziening waarbij afhankelijkheden tussen sectoren helder worden.

Dit onderzoek wordt o.a. vervolgd in het BTO WICE project 'De Waterfabriek'



WEAP modelleringssoftware, copyright (c) 1990-2020 by the Stockholm Environment Institute

Achtergrond informatie en bronnen

- Een manuscript voor publicatie in een wetenschappelijk tijdschrift is in voorbereiding.
- Dataoverzicht: BTO 2020.014
 - Databronnen en aannames;
 - Compleet overzicht van Sankey stroomdiagrammen voor:
 - Nederland als geheel;
 - Hoog en laag Nederland;
 - Vlaanderen.

Referenties

- Beard JE, Bierkens MF, Bartholomeus RP (2019) Following the Water: Characterising de facto Wastewater Reuse in Agriculture in the Netherlands. Sustainability 11 doi: <https://doi.org/10.3390/su11215936>
- Wolters HA, Van den Born GJ, Dammers E, Reinhard S (2018) Deltascenario's voor de 21e eeuw, actualisering 2017 (in Dutch). Deltares, Utrecht

Overige referenties en databronnen zijn beschreven in het dataoverzicht: BTO 2020.014



Groninghaven 7
3433 PE Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511

E info@kwrwater.nl

I www.kwrwater.nl



@KWR_Water



KWR



KWR_Water



Geertje Pronk

Geertje.pronk@kwrwater.nl



Teun van Dooren

Teun.van.dooren@kwrwater.nl



Sija Stofberg

Sija.stofberg@kwrwater.nl



Ruud Bartholomeus

Ruud.Bartholomeus@kwrwater.nl

KWR | Maart 2020 | BTO 2020.011

Opdrachtnummer
402045/124

Projectmanager
Geertje Pronk

Opdrachtgever
Bedrijfstakonderzoek

Kwaliteitsborger
Kees van Leeuwen

Auteur(s)

Geertje Pronk, Teun van Dooren, Sja
Stofberg, Ruud Bartholomeus

Trefwoorden

Waterhergebruik, watersysteem

Verzonden aan

Dit rapport is verspreid onder de BTO-
participanten en is openbaar