



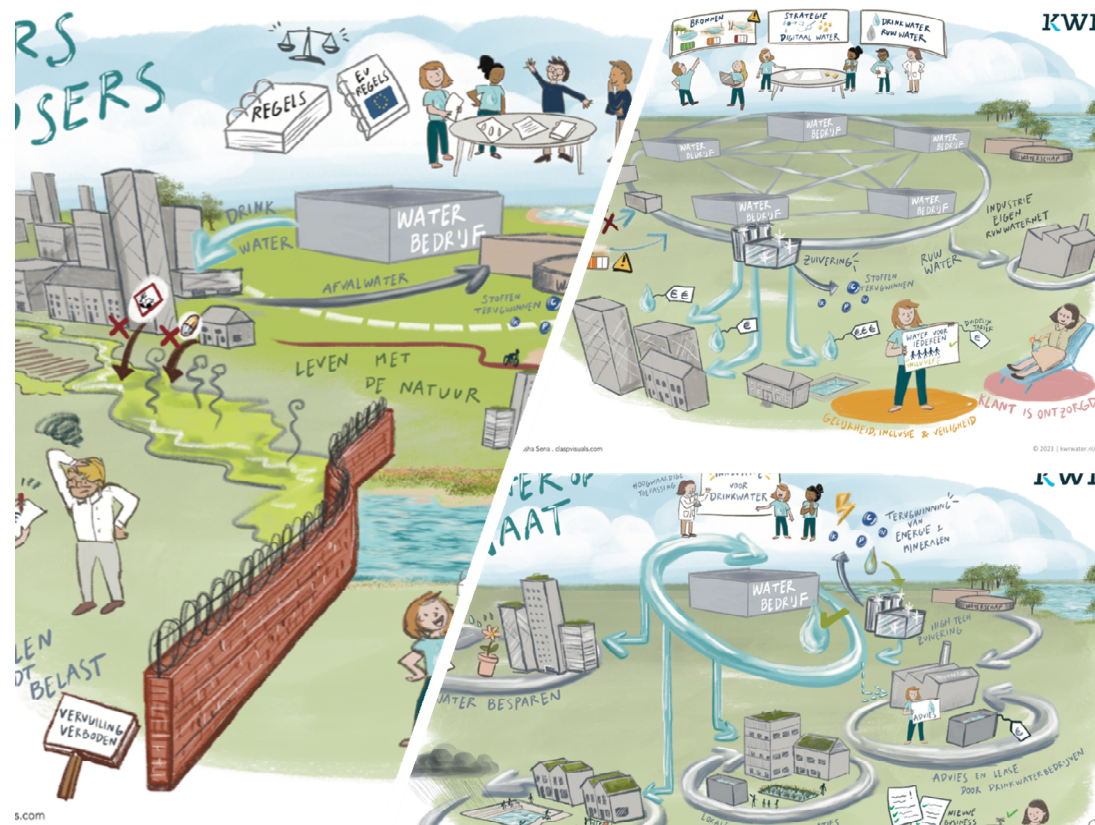
Drinkwaterdistributie in de stad van de toekomst

Samenvatting

Verschillende instanties vormen een visie op de stad van de toekomst. In deze trendalert denken wij na over de drinkwatervoorziening in zo'n stad. Het biedt een kans om het ideale distributienet aan te leggen: een balans tussen kosten, onderhoud, milieubelasting en de drinkwaterkwaliteit. In de literatuur wordt het drinkwaternet van de toekomst niet beschreven. Een aantal populairwetenschappelijke publicaties met verschillende toekomstbeelden voor de menselijke samenleving heeft gediend als inspiratie voor een (radicaal) andere inrichting van het drinkwaternet. Deze toekomstbeelden zijn bedoeld om de blik te verruimen, en mogelijkheden te schetsen. En om na te denken over hoe we van het huidige systeem overstappen op een nieuw systeem.

Consequenties voor u

	Laag	Middel	Hoog	Beknorte uitleg
Impact		Onbekend		Rol van DWB kan veranderen
Zekerheid		Onbekend		Verandering is zeker, maar hoe is nog onduidelijk



Hoe ziet het distributienet eruit in de toekomst? In GRROW zijn alleen grove contouren geschetst (van Aalderen et al. 2023).



Trendbeschrijving en achtergrond

De zwarte zwaan

Taleb (2010) beschrijft de “zwarte zwaan” als een goed voorstelbare gebeurtenis waarvan de gevolgen heel groot zijn, maar waarvan de kans niet kan worden berekend. De consequentie die hij daaraan verbindt is dat we ons moeten voorbereiden op zo’n gebeurtenis, en niet maar moeten denken dat de kans zo klein is dat het wel los zal lopen. Hij richt zijn betoog vooral op de economische wetenschappers en beleidsmakers, maar dit kan ook worden vertaald naar kritieke infrastructuur. In het Nederlandse Drinkwaterbesluit is op dit moment de leveringszekerheidseis zo verwoord dat de omvang van de kans op problemen geen rol speelt. Indien uitval van een “zelfstandig onderdeel van een watervoorzieningswerk” plaatsvindt, moet het drinkwaterbedrijf er altijd binnen 24 uur voor kunnen zorgen dat er voldoende water geleverd wordt. Wel wordt rekening gehouden met de omvang van de consequentie van problemen: deze eis geldt voor (clusters van) aansluitingen met een verbruik gelijk aan dat van 2000 huishoudelijke aansluitingen of meer.

Tegelijkertijd is “risicobeoordeling en risicobeheer” een belangrijke pijler van het Drinkwaterbesluit, en hierin zijn zowel effect als kans een onderdeel. Dit

betekent dat vaak wordt gerekend met een kans op storing van een element, en dat de kans op gelijktijdig optreden van meerdere storingen zo laag wordt ingeschat dat dit risico wordt verwaarloosd.

Tegenwoordig wordt het ontwerp van een drinkwaterdistributiesysteem (DWDS) veelal geoptimaliseerd met behulp van algoritmes. Het gevolg is dat vaak kleinere diameters worden geselecteerd dan vroeger. Dit heeft voordelen: minder materiaalgebruik en lagere kosten, een positieve bijdrage aan de waterkwaliteit. Maar ook nadelen: het DWDS is minder robuust voor zwarte zwanen. Als we de filosofie van Taleb volgen, is het belangrijk om je voor te bereiden op zwarte zwanen: dat kan door een robuust(er) ontwerp, maar ook door een goed noodplan te hebben.

De potentiële bedreigingen voor de drinkwaterlevering zijn legio en worden gevoed door allerlei trends in de maatschappij. Een groeiende bevolking, klimaatverandering, economische ontwikkelingen, etc. – laat staan in elkaar grijpende kettingreacties hiertussen – hebben effect op de drinkwatervraag en -beschikbaarheid, op de drinkwaterkwaliteit, op de kans op storingen in het DWDS, en daarmee op onderbrekingen van de drinkwaterlevering.

In algemene zin introduceerden we deze diep onzekere toekomst al in een eerdere trend alert (van Thienen et al. 2021). In deze trendalert constateren we deze trends, en richten ons op de mogelijke consequenties voor het (robuust of adaptief) ontwerpen van het DWDS. Daarmee hebben we hier ook alleen aandacht voor nieuwe DWDS-en. Bestaande DWDS-en, en het onderhoud daarvan, vallen buiten de scope; net als de noodplannen. We besteden hier ook geen aandacht aan de uitdagingen bij het realiseren van een ontwerp – er wordt voorbij gegaan aan de uitdagingen in ICT, materiaal- en energieschaarste, krapte op de arbeidsmarkt, e.d. bij de bouw van het DWDS van de toekomst.

Het leidingnet van de toekomst

Er zijn verschillende mensen die nadenken over hoe de ideale nieuwe stad eruitziet – filosofen, architecten, economen. Maar hoe ziet de drinkwatervoorziening in zo’n stad eruit? En aangezien zo’n stad buurt voor buurt wordt opgebouwd: hoe ziet de evolutie van de drinkwatervoorziening er dan uit? Een nieuwe drinkwatervoorziening betekent in huidige terminologie een kans om het ideale DWDS aan te leggen: een ideale balans tussen kosten (CAPEX), onderhoud (OPEX), milieubelasting en bewaken van de waterkwaliteit. Dat laatste betekent een DWDS waarin bijvoorbeeld geen bruinwaterproblemen



optreden (zelfreinigend), geen opwarming plaatsvindt (in voldoende koele grond geïnstalleerd, diep genoeg en onder groen), geen (chemische) verontreinigingen uit de leidingwand migreren (juiste leidingmateriaal) of door de leidingwand diffunderen (het juiste leidingmateriaal, of geen bodemverontreiniging), eventuele (microbiologische) verontreinigingen niet tot gezondheidsproblemen leiden (m.b.v. sensoren en waarschuwingssystemen), een voldoende korte verblijftijd (leidinglengtes en diameters niet te groot) etc. Maar in het DWDS van de toekomst gelden mogelijk andere normen dan nu.

We hebben in de literatuur geen beschrijvingen gevonden van het DWDS van de toekomst. Een aantal populairwetenschappelijke (dat wil zeggen voor het algemene publiek geschreven) publicaties waarin verschillende toekomstbeelden voor de menselijke samenleving worden geschetst hebben gediend als inspiratie om na te denken over een (radicaal) andere inrichting van het DWDS van de toekomst. Deze beelden zijn bedoeld om de blik te verruimen, en mogelijkheden te schetsen. En om na te denken over hoe we van het huidige systeem overstappen op een nieuw systeem.

Op pg 9 is een tabel opgenomen waarin een lijst van eigenschappen van de drinkwatervoorziening is

ingevuld voor verschillende toekomstbeelden. Hier wordt in de tekst regelmatig naar verwezen.

Toekomstbeelden

Nomad century: how climate change will reshape our world

Volgens Gaia Vince komt er als gevolg van klimaatverandering wereldwijd een grote migratiestroom op gang van gebieden die niet langer bewoonbaar zijn door hitte, overstroming of onvruchtbare landbouwgrond naar gebieden die nog wel bewoonbaar zijn, of naar gebieden die voorheen niet, maar in de toekomst wel bewoonbaar zijn (Vince 2022). Vince voorziet dat het bouwen van nieuwe steden de beste oplossing is om grote groepen ontheemde mensen een nieuw leven te bieden waar gewoond, gewerkt, gerecreëerd en zingeving gevonden kan worden, kortom waar geleefd kan worden. Nederland kan mogelijk een deel van de internationale klimaatmigranten opvangen. Maar ook binnenslands zijn er klimaatscenario's waarin het leven in de Randstad onhoudbaar wordt, en migratie richting het oosten en zuiden een oplossing kan bieden.

In deze situatie worden er dus nieuwe steden gebouwd. Uitgangspunt is dat iedereen wordt aangesloten op het DWDS en bijvoorbeeld op weekbasis kan beschikken over een bepaalde

hoeveelheid drinkwater, afhankelijk van de gezinssamenstelling. Technologie kan helpen om dat te realiseren. Bijvoorbeeld digitale watermeters worden automatisch dichtgezet als het weekmaximum bereikt is, en bij de start van de nieuwe week weer geopend. De start van een nieuwe week is niet voor alle huishoudens op hetzelfde moment en op dezelfde dag. Dicht zetten betekent mogelijk niet helemaal dicht, zodat wc-stortbakken nog wel gevuld kunnen worden, maar er onvoldoende druk is voor douchen of de wasmachine. Alternatief is om met lokale opslag te werken (rooftop tanks zijn in veel landen usance). N.B. wanneer voldoende zuinig met water wordt omgegaan is dit niet vanzelfsprekend een intermitterend supply systeem.

Dankzij de grote vrijheid die gepaard gaat met de bouw van compleet nieuwe steden kan met behulp van software een optimaal ontwerp van het DWDS worden gemaakt. Het DWDS is modulair. Als er een buurt bijkomt, kan het DWDS eenvoudig worden uitgebreid, zonder dat het DWDS sterk overgedimensioneerd is zolang de geprognosticeerde groei nog geen werkelijkheid is geworden, oftewel het DWDS is flexibel en adaptief. N.B. dit is in ieder scenario gewenst, maar is lastig door te voeren in reeds bestaande steden met organisch gegroeide infrastructuur. Een buurt is een begrensd gebied binnen een stad, dorp of



wijk, dat door de bewoners als een samenhangend geheel wordt ervaren. De grenzen van een buurt worden vaak bepaald door natuurlijke kenmerken, zoals wegen, rivieren, of door de bouwstijl. Een buurt wordt traditioneel gezien als een geografisch aaneengesloten collectie van straten, maar kan er bijvoorbeeld ook uitzien als een woontoren met meer dan 250 woningen, of als een drijvende wijk waarin ook de straten drijvend zijn uitgevoerd (als steigers). Dat betekent dat het DWDS in een buurt er ook anders uit kan gaan zien (van Summeren en Blokker 2020). Een integraal ontwerp van de stad en de ondergrondse infrastructuur geeft ook de mogelijkheid om een optimale vorm van het DWDS, vanuit een groene-weide-gedachte, te realiseren (Blokker 2019), die mogelijk leidend wordt voor de inrichting van de bovengrondse infrastructuur in plaats van andersom. Ook kan meer rekening gehouden worden met klimaatmaatregelen zoals meer groen in de stad, dat ook water behoeft.

Ten opzichte van 2025 (zie pg 8) lijkt dit toekomstbeeld voor veel aspecten van het DWDS geen duidelijke aanwijzingen te geven voor andere keuzes dan nu. Er lijkt vooral behoefte aan efficiëntere aanleg, flexibiliteit en adaptatie.

Derde industriële revolutie: decentralisatie en groene energie

Jeremy Rifkin heeft de derde industriële revolutie gepromoot (Rifkin 2011), en dit is met name in Europa aangeslagen. Volgens Rifkin ontstaat een industriële revolutie wanneer nieuwe vormen van energie, mobiliteit en communicatie samengaan. De eerste industriële revolutie was die van stoom, stoomtreinen en kranten. De tweede industriële revolutie was die van olie, auto's en radio en t.v. De derde industriële revolutie zal volgens Rifkin die zijn van hernieuwbare (groene) energie, elektrische voertuigen en het internet. De eerste twee industriële revoluties zorgden voor een sterke centralisatie van de economie (d.w.z. veel macht bij multinationals), terwijl de derde zal zorgen voor een sterke decentralisatie. Zijn derde industriële revolutie is gebouwd op vijf pilaren: 1) Overstappen op groene energie, 2) Gebouwen die stroom opwekken, 3) Waterstof en andere technologieën voor het opslaan van energie, 4) Technologie voor slimme netwerken, 5) Plug-in, elektrische, hybride en brandstofcel-aangedreven voertuigen. Oftewel iedere gebouweigenaar heeft een eigen stroomopwekker (zon, wind), gebruikt een deel zelf en levert het surplus aan het elektriciteitsnet (overgeërfd uit de tweede industriële revolutie) waar slimme meters worden gebruikt om de elektriciteit aan andere gebruikers te verkopen. Voor zaken die niet aan een stroomkabel kunnen

(zoals voertuigen) is opslag van energie nodig, en ook is opslag nodig om perioden van lage energieopwekking (windstille nachten, winters) te overbruggen. Die opslag kan ook decentraal worden georganiseerd, in waterstof, in brandstofcellen in een aparte batterij of in de batterij van een voertuig. Wanneer de energievoorziening en communicatie zo sterk verandert, heeft dat ook een effect op de rest van de economie en de maatschappij. Zo voorziet Rifkin een belangrijkere rol voor lateraal denken (out of the box denken, in plaats van verticaal denken), digitale technologie en de deeleconomie. Met behulp van 3D-printing is het ook niet nodig om onderdelen over de wereld te transporteren, maar kan (weer) lokaal worden geproduceerd. Zo gezien past een meer centrale opwekking van groene energie (waterkracht) eigenlijk niet in de nieuwe wereldorde. Ook eigen autobezit past er minder goed in.

Een dergelijke revolutie kost tijd. Rifkin adviseert overheden sinds het begin van deze eeuw om in te zetten op decentrale groene energie, en zijn boek *The third industrial revolution* kwam uit in 2011. Anno 2025 zien we al veel van de onderdelen van de derde industriële revolutie geïmplementeerd in Europa. Het internet is al langer een belangrijk communicatiemiddel. En ook de bijeffecten zoals een neiging naar decentralisatie en deeleconomie



wordt steeds zichtbaarder. Zelfvoorzienend zijn lijkt het nieuwe ideaal te worden. Welk effect kan dit hebben op de drinkwatervoorziening?

In de wereld van Rifkin zou ook de watervoorziening decentraal worden geregeld: lokale winning (regenwater opvangen, of grondwater oppompen) en lokale zuivering. Belangrijk is om ook in deze situatie te zorgen voor een goede verdeling van water over natuur, bodem, huishoudens en (agro)industrie, en om te zorgen dat iedereen de minimale waterkwaliteit krijgt die nodig is. Hiervoor moet technologie de uitkomst bieden. Energieopwekking vindt in de visie van Rifkin plaats op ieder gebouw. Met de huidige drinkwatervraag (100-130 liter per persoon per dag), de regenval in Nederland en de bebouwingsdichtheid in steden is het voor water onwaarschijnlijk dat de watervoorziening per gebouw zal plaatsvinden. Het lijkt meer voor de hand te liggen dat er coöperaties komen per buurt, wijk of stad. Een DWDS is dan nog steeds nodig om het (drink)water te verdelen. Anno 2025 wordt het DWDS vanaf een beperkt aantal plekken gevoed met water, en pompen zorgen ervoor dat het water de huishoudens bereikt. Daarnaast is er een centrale opslag (reinwaterkelder), en ook het transport- en distributienet doet dienst als opslag. Passend bij de derde industriële revolutie zouden lokale winningen leveren aan het DWDS. Dat kan

alleen als het net niet “vol” is, lokale opslag is daarom ook nodig, en een technologie waarmee bepaald wordt wanneer welke lokale opslag mag leveren. Een alternatief is dat lokale winningen aan een gedeelde opslag leveren (een vijver), en dat van daaruit aan het DWDS wordt geleverd. Waar de zuivering plaatsvindt, is in dit scenario nog niet direct een uitgemaakte zaak. Het kan direct na de winning plaatsvinden, in de gedeelde opslag, of bij het afleverpunt. De rol van een drinkwaterbedrijf zal drastisch kunnen wijzigen in dit scenario: van eigenaar tot uitvoerder of zelfs tot slechts adviseur of controleur.

Ten opzichte van het huidige systeem van centrale drinkwatervoorziening heeft zo’n decentrale voorziening (zie ook pg 9) een aantal minpunten volgens onze huidige normen en waarden. Het huidige systeem wordt efficiënt bedreven in materiaalgebruik, energiegebruik, aantal mensen dat nodig is om het systeem in de lucht te houden – ook bij verstoringen. Het huidige systeem garandeert toegang tot betrouwbaar drinkwater voor iedereen, en draagt zo bij aan de volksgezondheid. Deze schaalvoordelen zijn er niet bij het decentrale systeem. Daarentegen maakt het decentrale systeem burgers wellicht zelfredzamer. Ook maakt het ze medeverantwoordelijk voor de winning en zuivering van drinkwater, daarmee veel meer bewust van hun waterverbruik, en daardoor

wellicht zuiniger met water. Met 100% hernieuwbare energie lijkt enige inefficiëntie in energiegebruik geen probleem; of dit ook echt zo is, en of het ook geldt voor materiaalgebruik is onzeker. Technologie (met aandacht voor eenvoudig toe te passen en te onderhouden) kan ervoor zorgen dat er veel meer gemonitord wordt dan nu, en is kennis voor iedereen beschikbaar. Zo hoeft de waterkwaliteit niet achteruit te gaan. Om te zorgen dat per wijk de drinkwaterdistributie goed geregeld wordt, is het noodzakelijk dat iedere wijk beschikt over inwoners met de juiste skills en voldoende tijd en middelen, waarbij zij ofwel zelf werkzaamheden kunnen uitvoeren, danwel aannemers kunnen aansturen. Op die manier kan het risico worden beperkt dat mensen die minder geld te besteden hebben, over onvoldoende water of over water van een lagere kwaliteit beschikken, en daarmee een minder goede gezondheid hebben.

Anno 2025 zijn er lokale initiatieven die streven naar veel zelf doen, en zoveel mogelijk “off-the-grid”. Ook ontstaan met de opdracht om drinkwater te besparen (naar 100 liter per persoon per dag) allerlei lokale initiatieven om regenwater op te vangen en te gebruiken voor bijvoorbeeld de toiletspoeling. Onduidelijk is of deze trend zich gaat doorzetten. Het zal naar verwachting niet snel gebeuren dat het huidige systeem van centrale drinkwatervoorziening wordt ontmanteld. Maar op



het moment dat er op een plek waar nog geen drinkwater wordt geleverd een nieuwe buurt ontstaat, of wanneer het DWDS in een gehele buurt aan vervanging toe is, is dat een logisch moment om na te denken over decentrale drinkwatervoorziening en de rol van het drinkwaterbedrijf daarin. Vóór die tijd moet een aantal technologische en organisatorische ontwikkelingen plaatsvinden om die transitie mogelijk te maken.

Het Symbioceen

In een trendalert uit 2023 is het Symbioceen beschreven (Albrecht 2016; van Summeren 2023). Ecocentrische wereldbeelden zien de mens niet langer tegenover de natuur geplaatst staan, maar als integraal onderdeel van het ecosysteem. Centraal in deze denkwijze staat een duurzaam, wederzijds voordelig samenleven van de mens met niet-menselijke levensvormen en levenloze materie. Kernprincipes zijn onder meer de volledige en goedaardige recycling en natuurlijke afbreekbaarheid van alle in- en outputs; veilige en sociaal rechtvaardige vormen van schone, hernieuwbare energie; en het tot stand brengen van symbiotische relaties tussen en binnen levensvormen op alle schalen. Er is sprake van (technologische) innovatie in de richting van symbiotische principes (d.w.z. het bevorderen van wederzijds voordeel en het vermijden van

eenzijdige uitbuiting). In het Symbioceen bootsen mensen niet alleen de structuren en ontwerpen uit de natuur na (biomimicry), maar nadrukkelijk ook de processen die wederzijds voordelige verbanden tussen levensvormen sterk en gezond maken (symbiomimicry).

Hoewel het Symbioceen nog lang niet gaande is, is een eerste stap mogelijk het gebruik van een bredere set indicatoren om alternatieven tegenover elkaar af te wegen, zoals CO₂-voetafdruk, grondstoffengebruik (incl. water), effect op biodiversiteit en (toxicologisch) effect op de mens en natuur, en nu ook voor drinkwater (van den Brand en Zwamborn 2025).

Met betrekking tot het DWDS en de stedelijke omgeving zijn eerder vooral vragen gesteld (van Summeren 2023). Hoe ziet in de toekomst de vervlechting van het DWDS met de omgeving eruit? Gaat het DWDS de symbiotische functie van de stedelijke rivier vervullen? Hoe is de samenhang met groene daken of andere innovatieve stedelijke concepten? Welke rol kan water spelen als temperatuurverdelers in klimaatadaptieve warmtehuishouding? Hoe worden de stemmen en belangen van niet-menselijk leven onderdeel van de besluitvorming? Behoren organisch gegroeide waterleidingen tot de mogelijkheden? In deze trendalert proberen we een verbeelding te geven

van wat een antwoord kan zijn op deze vragen. Daarbij bewandelen we zowel het pad van de symbiomimicry alsook van de biomimicry. De laatste heeft veel overeenkomsten met de populaire term nature based oplossingen. Anno 2025 zijn nature based oplossingen sterk gericht op vergroten van efficiëntie; in het Symbioceen zullen andere doelen worden nagestreefd.

In het ideale geval zorgt een stedelijke watervoorziening passend bij het Symbioceen voor een duurzame verdeling van grondwater, regenwater en oppervlaktewater aan mens (inclusief economische activiteiten), natuur en de bodem. Water wordt langer vastgehouden, zodat er voldoende is voor alle gebruiksfuncties en er geen competitie is om zoet water. Er worden geen toxische stoffen aan het water toegevoegd; water is niet langer een medium om alles in te verdunnen en om afval mee af te voeren. Een nieuwe (lokale) oplossing voor urine en feces is gevonden waarbij geen water wordt onttrokken of vervuild. Water hoeft niet (of nauwelijks) gezuiverd te worden voor gebruik als drinkwater. Na gebruik van water voor een bepaalde functie, wordt het water voor andere functies gebruikt. Denk bijvoorbeeld aan een cascadering als water voor consumptie en het wassen van eten (voor mens en dier), wassen van het lichaam (zonder toxische stoffen), wassen van kleding en huisraad (als dat nog met water gebeurt,



en ook zonder toxische stoffen), water voor planten, koelwater voor industrie, water vasthouden in de bodem.

In een stedelijke omgeving zal niet op elke locatie op ieder tijdstip water voorhanden zal zijn. Dit kan worden geaccepteerd, en men kan activiteiten en gedrag aanpassen aan het water dat beschikbaar is. Voor die toepassingen die lang wachten niet verdragen (in elk geval consumptie van drinkwater) zal behoefte zijn aan distributie van drinkwater via een soort DWDS, met een min of meer centrale opslag. Dit gebeurt met behulp van een duurzaam leidingmateriaal en de energie die nodig is voor het verpompen van water is 100% groene energie. Het DWDS heeft zo min mogelijk negatieve invloed op de bodem rondom de leidingen, er is dus sprake van ofwel beperkte ofwel bewust gestuurde uitwisseling van thermische energie (dat zou kunnen betekenen een afkoeling van de bodem, en daarmee van de stad, door drinkwater). Een positieve invloed die het DWDS kan uitoefenen op zijn omgeving is een te droge bodem voorzien van water; het DWDS opereert dan m.b.v. sensoren tevens als een soort irrigatienetwerk.

Een stap verder gaat het opnieuw bedenken van het DWDS met kennis van de natuur. Bij organisch gegroeide waterleidingen kan worden gedacht aan het gebruik van organisch materiaal, maar ook aan

gebruik van kennis hoe in de natuur dingen (bomen, botten, etc.) groeien. Bomen hebben het vermogen om materiaal toe te voegen waar sterkte nodig is, en botten hebben het vermogen om materiaal weg te nemen waar geen sterkte nodig is. Met deze kennis ontwikkelde de Duitse ingenieur professor Lothar Harzheim samen met het International Development Centre Adam Opel GmbH een dynamische digitale tool die deze manieren van bouwen kopieert en zij gebruikten dit om auto-onderdelen te optimaliseren. De kunstenaar Joris Laarman ontwierp hiermee de bone chair. Hij maakte zijn stoel van aluminium, waarbij het maakproces ook nog om innovaties vroeg. Het is niet op voorhand duidelijk wat deze ontwerpmethode voor het DWDS zou kunnen betekenen.

Een andere inspiratie voor een in de natuur ingebed drinkwaternet kan worden gevonden door te kijken hoe in de natuur water wordt verplaatst: via rivieren, via poriën in de bodem, in het xyleem van bomen, het mycelium van schimmels, de bloedvatenstelsels van dieren, en in de atmosfeer via verdamping en neerslag. In veel gevallen is er sprake van ongestuurde fysische processen (water stroomt van hoog naar laag, water verdampt) zonder “doel”, waar menselijk ingrijpen nodig is om deze in te zetten voor transportdoeleinden. In andere gevallen heeft de evolutie ertoe geleid dat

water gebruikt wordt als transportmiddel voor nutriënten en afvalstoffen, waarbij ook een soort pomp is ontstaan en een vaatstelsel dat voldoende sterk is en niet te veel “kost” (qua materiaal en energie voor constructie en onderhoud). Groei van het organisme betekent ook een uitbreiding van het vaatstelsel, en daar is (tot op zekere hoogte) in voorzien. Een pomp en leidingstelsel heeft de mens ook bedacht voor het drinkwaternet, maar er valt mogelijk nog wat van de natuur te leren hoe een DWDS kan groeien als de stad groeit. Het hele organisme heeft er baat bij dat het vaatstelsel blijft functioneren, en dus zijn er allerlei mechanismen geëvolueerd om verstoringen te signaleren (sensoren) en te repareren (zelfhelend vermogen). In het Symbioceen zou mogelijk iedere gebruiker van het DWDS een sensorfunctie vervullen, en de mogelijkheid hebben om een reparatie uit te (laten) voeren.

In de natuur heeft het water altijd een interactie met de omgeving tijdens transport, en is de waterkwaliteit dus niet constant. In een vatenstelsel worden op heel veel plekken stoffen ingebracht en onttrokken. Een bepaalde kwaliteit kan worden gegarandeerd doordat er ten eerste alleen bepaalde stoffen in- en uitgaan (anders gaat het organisme dood) en ten tweede doordat alleen concentraties binnen een bepaalde range kunnen vóórkomen waar het organisme ook actief voor



zorgt (homeostase). Dit betekent dat er een soort point-of-use zuivering plaatsvindt. In het Symbioceen zou dit kunnen betekenen dat het (D)WDS zowel zorgt voor aanvoer van drinkwater als voor afvoer van afvalwater (waarbij concentraties binnen bepaalde grenzen moeten blijven), de gebruiker zuivert het water tot de nodige kwaliteit voor de gebruiksfunctie (consumptie, wassen, etc.) en voordat het afvalwater wordt geloosd. Iedereen is dus zelf verantwoordelijk voor de kwaliteit van het water dat men wil gebruiken en voor het afval dat men produceert. In theorie scheelt dat de helft van het aantal leidingen (geen apart drinkwater- en afvalwaternet). Er moet nog een oplossing gevonden worden voor de reststromen van de zuivering. Dit betekent dus een zeer ingrijpend andere manier van drinkwaterdistributie ten opzichte van het huidige systeem.

Ten opzichte van het huidige DWDS (pg 8) zijn er grote verschillen voor zowel het DWDS dat gebaseerd is op biomimicry als op symbiomimicry. Tussen deze laatste twee is wel enige overlap, maar er zijn ook duidelijke verschillen. Het kan dus nog allerlei kanten op gaan, ook in het Symbioceen.

De toekomstbeelden zijn verschillend, maar niet voor 100%. Ook leiden de verschillende toekomstbeelden niet altijd tot 100% andere

uitgangspunten voor het DWDS, ten opzichte van nu en ten opzichte van elkaar. Er is dus soms sprake van overlap. De tabel op pagina 9 vat de aspecten van een DWDS in alle toekomstbeelden samen en maakt de verschillen en overeenkomsten duidelijk. De arcering maakt duidelijk waar grote technologische of bestuurlijke ontwikkelingen nodig zijn voordat e.e.a. kan worden geïmplementeerd.



PS: pompstation, Pn: primair net, Sn: Secundair net, Tn: tertiair net, Al: aansluitleidingen. Blauwe arcering: ingrijpende (technologische of bestuurlijke) ontwikkeling nodig

Onderdeel DWDS	Anno 2025 Zoals nu wordt aangelegd, rekening houdend met as-built	Nomad Century	Derde Industriële Revolutie	Symbioceen (biomimicry)	Symbioceen (symbiomimicry)
Aangegeven als hier een expliciete keuze voor de hand ligt (meestal afwijking van huidig DWDS)					
Korte omschrijving	Centraal leidingnet	Stedelijk leidingnet	Decentraal met lokale bronnen	Als bloedsomloop: Slagader (Pn), ader (Sn) en haarvaten (Tn)	Zo min mogelijk (netto) water onttrekken aan de natuur, cascadering verbruik
Lay-out (+ lengte)	Pn & Sn vermaasd, Tn vertakt. Meestal één zijde van de straat (aansluitleiding < 100 m)	Flexibel en adaptief (modulair)	Ringnet met meerdere voedingen en afnamepunten	Pn, Sn & Tn vertakt, bestaand uit toe- en afvoer	Ringnet (Pn) met meerdere voedingen en afnamepunten
Schaal: volledig centraal versus lokale netten	Centraal (regionaal/ stad)	Centraal	Centraal Pn als back-up; wijknetten	Lokale netten	Lokale & regionale netten, sterk vermaasd
Wel/geen (reinwater)reservoir	Reservoir op productielocatie, beperkt # reservoirs in DWDS		Reservoirs i.v.m. sterke variatie in aanbod en vraag	Bij de bron, niet in DWDS	Gebruik van natuurlijke reservoirs én opslag bij burgers voor cascadering (drinkw. > waswater > spoelwater)
Aantal voedingen (LZ = Leveringszekerheid)	LZ: 1000 aansluitingen of meer: drie voedingen (vanaf Pn), anders is twee voldoende	Verticale DMA's: LZ hoogbouw	Veel, uit verschillende lokale bronnen	Eén bron, en gezuiverd afvalwater wordt toegevoegd	Eén of twee per DWDS, lokale bronnen
Diameter (D)	Pn: meest economische D; Sn: min D bij drukeis; Tn: max D bij zelfreinigend; D neemt af van Pn-Sn-Tn-Al		D varieert weinig, omdat er veel voedingspunten zijn	D neemt af van Pn tot Sn tot Tn. Mogelijk flexibel	Als nu, maar watervraag van mens én natuur
Drukklasse	O.b.v. verwachte in- (nabijheid PS) en externe druk (verkeer etc.)			Passend bij de situatie, past zich (automatisch) aan bij uitbreiding net	
Leidingmateriaal	PVC			Afbreekbaar materiaal	Levend materiaal
Diepteligging	-1 meter		Sn & Tn: ondiep voor reparatie door burgers	Ondiep, eenvoudig voeding (Al) en afname toevoegen	Pn: ondiep om bodem te koelen
Locatie afsluiters	Organisch gegroeid, nu: max 200 aansluitingen per isolatiesectie		Rond Al (dus veel), zodat burger zelf kan repareren	Rond bronnen	Geen, pas inbouwen wanneer nodig
Locatie bovengrondse toegangspunten (hydrant): 1) tijdelijke aansluitingen (bluswater, spuien), 2) samplen WQ of inspectie DWDS	Bluswater: op Ø63 mm of groter, 80 m dekkingscirkel	Voor optimaal onderhoud: spuien en inspectie	Geen, bluswater direct uit bronnen. Daarnaast, zie sensoren.	Geen; anders opgelost	Voor tijdelijke aansluitingen (bijv. voor groenvoorziening). Geen bluswater, natuurlijke brandwering
Locatie sensoren (P: druk, Q: flow, WQ: waterkwaliteit)	Ps (P, Q, WQ), sporadisch in DWDS (P), verbruik na Al (Q). Plus monsters WQ		Overall, citizen science (P, Q, WQ) op aan- en afvoer	Bij de bronnen (WQ, P)	Doel sensoren is de natuur zo veel mogelijk te beschermen
Waterkwaliteitseis/ ingangseis	Drinkwater, volgens drinkwaterbesluit		Drinkwater, mogelijk andere norm	Basiskwaliteit, point-of-use/ discharge zuivering tot gewenste kwaliteit	Drinkwater, mogelijk andere norm
Rol Drinkwaterbedrijf (DWB): Eigenaar (E) en/ of beheerder (B)	DWB: E en B		DWB is E, de gemeenschap is B	De gemeenschap is E en B; DWB controleert waterkwaliteit en is adviseur	DWB is E en B. DWB in handen van lokale gemeenschap



Relevantie

De inrichting van Nederland

Het planbureau voor de leefomgeving (PBL) heeft een ruimtelijke verkenning uitgevoerd voor de inrichting van Nederland in 2050 (Hamers et al. 2023). Daarbij is rekening gehouden met de structurerende werking van energiesystemen op de ruimte, waarbij ook andere infrastructuur zoals de drinkwatervoorziening wordt genoemd. Ze gaan niet specifiek in op het DWDS, maar noemen wel de (drink)watervraag en verschillende drinkwaterbronnen.

In deze Ruimtelijke Verkenning heeft PBL vier scenario's ontwikkeld:

- Mondiaal Ondernemend: een toekomstscenario waarin grote bedrijven de lead hebben
- Snelle Wereld: waarin de nog verder toegenomen digitalisering afstanden doet verdwijnen
- Groen Land: met veel ruimte voor de natuur
- Regionaal Geworteld: waarin burgers het initiatief nemen in hun eigen leefomgeving

Voor elk scenario zijn op basis van ruimtelijke modellering en ontwerp onderzoek gedetailleerde kaarten van het bijbehorende Nederland van 2050 gemaakt. Deze scenariokaarten brengen in beeld welke gevolgen

verschillende keuzes hebben. Het is niet direct duidelijk hoe de verschillende scenario's invloed hebben op het DWDS van 2050. Er zijn een aantal aanknopingspunten, die mogelijk tot heroverweging van de huidige drinkwaternetwerken leiden. De aanknopingspunten ademen een beetje de sfeer van de beelden die geschetst zijn in de hierboven beschreven visies, zonder dat dit betekent dat aan deze scenario's onlosmakelijk een specifieke visie op de drinkwaterinfrastructuur is verbonden.

- In het scenario Mondiaal Ondernemend is als speciale oplossing sprake van drijvend bouwen. Dit kan ook voor de drinkwaterinfrastructuur een uitdaging zijn. Drijvende woningen worden gebouwd op een drijvend platform of pontons en zijn aangesloten op de waterleiding. Omdat de woning drijft en dus met het waterniveau meebeweegt, is een flexibele aansluiting noodzakelijk. In een drijvende woonwijk drijven ook de straten (uitgevoerd als steigers). Dit soort initiatieven zijn nu vaak zeer ambitieus in klimaatvriendelijk bouwen, onafhankelijk willen zijn van de centrale energievoorziening (nul op de meter) en soms ook van de centrale watervoorziening. Voor het DWDS betekent het vooral een technische uitdaging om een leidingnet voor drijvende buurten net zo robuust te bouwen als voor traditionele buurten.

- In het scenario Snelle Wereld is sprake van burgers en bedrijven die vanwege verwachte overstromingsrisico's naar het oosten migreren; wat kan betekenen dat er versneld een bewoonbaar gebied moet worden ontwikkeld, inclusief drinkwaterinfrastructuur. Dit sluit aan bij de beelden die geschetst zijn bij "nomad century".
- In het scenario Groen Land is sprake van een aangescherpte nationale omgevingsvisie: 'water en bodem leidend' als formeel uitgangspunt voor de nationale ruimtelijke hoofdstructuur en van de oprichting van de Dienst Landelijke Inrichting; een meer integrale afstemming voor infrastructuur zou daarbij kunnen horen. Dit ademt een beetje de sfeer van de beelden die geschetst zijn bij het Symbioceen.
- In het scenario Regionaal Geworteld is sprake van een grote diversiteit aan wijktypen, volgens behoeften van de lokale bevolking, en de verstedelijking is meer gespreid over het land (groei van huidige dorpen en steden). Een ander kenmerk is dat voor burgers én voor bedrijven 'gezamenlijkheid' de norm is. Dit ademt een beetje de sfeer van de beelden die geschetst zijn bij de derde industriële revolutie, namelijk veel zelf doen.



Vorbereiden op de toekomst

De rapportage van PBL en bijvoorbeeld ook de ideeën over IJstad (D66 2025) laten zien dat de bovengenoemde toekomstvisies niet pas over 100 jaar spelen. Deze trend alert suggereert dat ieder van die toekomstvisies gebaat zou kunnen zijn bij behoorlijk radicale aanpassingen in de inrichting van het DWDS. Daarvoor zijn dan wel nog allerlei ontwikkelingen nodig op technologisch, conceptueel en/of organisatorisch vlak (zie ook de tabel op pagina 9).

Zelfs als de nieuwe steden in *the nomad century* gebruik maken van relatief conventionele methoden, nodigt de groeneweidesituatie uit tot het ontwikkelen van nieuwe ontwerpconcepten, zoals doordacht modulaire leidingnetstructuren en bovengronds leidingnetontwerp voor extreme hoogbouw en drijvende platforms. Ook een explicietere uitwerking van diversere functies voor stedelijk water (groene infrastructuur, verkoeling, etc.) is hier zeer relevant.

De sterk lokale aanpak die in de *third industrial revolution* centraal wordt gesteld, vraagt sowieso om technologische en conceptuele ontwikkeling rond lokale zuivering, buffering, sensing en leidingbereikbaarheid en -onderhoudbaarheid. Omdat bij dit toekomstbeeld substantieel andere leidingnetstructuren passen t.o.v. vandaag,

verdient ook de strategie voor een transitie vanuit bestaande systemen aandacht. Zo mogelijk nog uitdagender zullen de vragen zijn rond de doorontwikkeling van de rollen en verantwoordelijkheden rond de watervoorziening.

De verregaande wederkerigheid tussen maatschappij en natuur in het *symbioceen* roept wellicht de abstractste ontwikkelingen op, zoals een gecombineerd “drink”- en “afval”waternet met een nog radicalere irrigatiefunctie dan in *the nomad century*. Dit toekomstbeeld zal enerzijds gevoed worden door “groene technologie push” rond bijvoorbeeld afbreekbare, zelfversterkende of zelf levende leidingnetten. Anderzijds zal dit toekomstbeeld als geen ander afhangen van culturele wentelingen. Specifiek voor het DWDS bijvoorbeeld: accepteert de maatschappij het dan dat er af en toe simpelweg geen water geleverd wordt omwille van de natuur?

We kunnen niet voorspellen hoe de toekomst eruit gaat zien en de mogelijkheden lijken divers. De drinkwatersector kan zich hierop voorbereiden door bewust heel verschillende lijnen te verkennen en niet op één oplossing in te zetten. Enerzijds kan de ontwikkeling van enkele technologische producten wellicht aan de markt overgelaten worden. Anderzijds zal het waarschijnlijk vooral aan de drinkwaterbedrijven zelf zijn om – in de rol van

deskundige en probleemhouder – nu al na te denken over de innovaties en concepten die nodig zullen zijn voor de drinkwaterdistributie van de toekomst.



Meer informatie

Albrecht, G. (2016). "Exiting the Anthropocene and entering the Symbiocene, Minding Nature, Spring 2016, Volume 9, Number 2." *Center for Humans and Nature*. Available online: <https://www.humansandnature.org/exiting-the-anthropocene-and-entering-the-symbiocene> [Accessed 20/08/2025].

Blokker, E. J. M. (2019). "BTO Trendalert: Integraal ontwerp boven- en ondergrondse infrastructuur." *BTO 2019.035*, KWR, Nieuwegein.

D66 <https://d66.nl/nieuws/ijstad-een-nieuwe-stad-voor-nederland/>,

Hamers, D., Hammingh, P., Kuiper, R., van Dam, F., Dammers, E., Evenhuis, E., van Gaalen, F., de Hollander, G., van Hoorn, A. en van Minnen, J. (2023). "Vier scenario's voor de inrichting van Nederland in 2050: Ruimtelijke Verkenning 2023."

Rifkin, J. (2011). *The third industrial revolution: how lateral power is transforming energy, the economy, and the world*.

Taleb, N. N. (2010). *The Black Swan:: The Impact of the Highly Improbable: With a new section: "On Robustness and Fragility"*, Random house trade paperbacks.

van Aalderen, N., van Berkel, F., van der Roest, E., Meekel, N. en van den Berg, R. T. A. (2023). "GRROW: Generational Radical Rethinking of the Watersector (OPENBAAR)." *BTO 2023.033*, KWR, Nieuwegein.

van den Brand, T. P. H. en Zwamborn, M. H. (2025).

"Milieu-impact analyse aanvullende zuivering RWZI Land van Cuijk." *KWR 2025.014*, KWR, Nieuwegein.

van Summeren, J. R. G. (2023). "Trendalert - Het Symbioceen – Ecocentrisch denken in distributie van drinkwater." *BTO 2023.090*, KWR, Nieuwegein.

van Summeren, J. R. G. en Blokker, E. J. M. (2020). "Verkenning van leveringsstandaarden drinkwater in woontorens." *KWR 2020.031*, KWR, Nieuwegein.

van Thienen, P., Brouwer, S., Tsiami, L. en Chatzistefanou, A. (2021). "Trendalert - Collapsologie en diepe adaptatie." *BTO 2021.071*, BTO 2021.071 - 402045-288 - Trendalert, KWR, Nieuwegein.

Vince, G. (2022). *Nomad century: How climate migration will reshape our world*.

Keywords

Distributie, toekomst

Auteur(s)

dr.ir. E.J.M. (Mirjam) Blokker

Kwaliteitsborger

dr.ir. K.A. (Karel) van Laarhoven

Opdrachtgever

KWR Waterwijs | TO Distributie

Projectnummer

404300-161