



Het ontwikkelen van aanpassingsvermogen om met grote, ingrijpende veranderingen om te gaan noemen we diepe adaptatie

AUTEURS



Peter van Thienen
(KWR Water Research Institute)



Josje Brouwers
(KWR Water Research Institute)



Mariëtte Mulders
(Waterschap Brabantse Delta)



Dirk de Kramer
(Vitens)



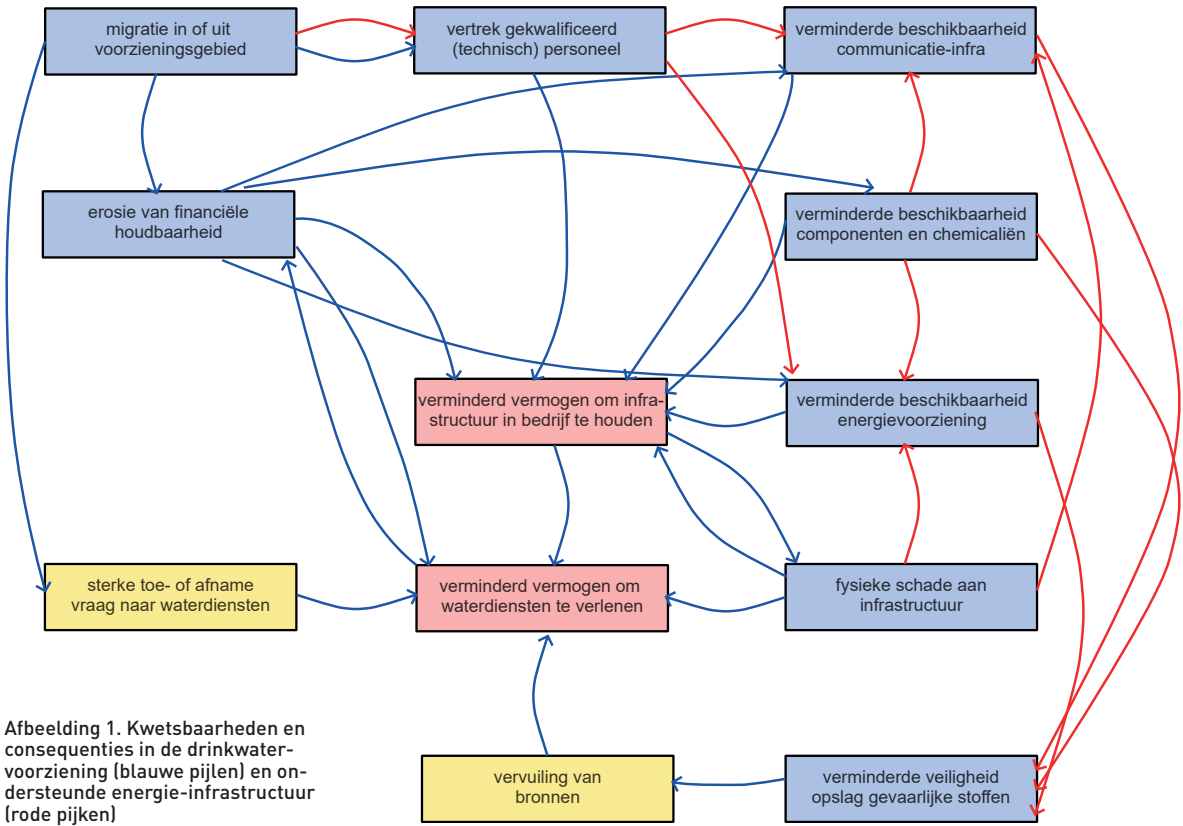
Jeroen Warner
(WUR)

DIEPE ADAPTATIE IN DE WATERSECTOR – VEERKRACHT TEGEN SYSTEEMOMSLAGEN

Grote, schoksgewijze veranderingen met een blijvende impact vormen een blinde vlek voor de watersector en de maatschappij. Hoe kunnen drinkwaterbedrijven en waterschappen hun werk blijven doen als de wereld drastisch verandert? Het project ‘Diepe Adaptatie voor de Watersector’ zet eerste stappen naar een groter aanpassingsvermogen aan ingrijpende systeemveranderingen.

De drinkwaterbedrijven en waterschappen zijn goed voorbereid op kortstondige afwijkingen van de dagelijkse, ‘normale’ toestand. Voor vrijwel alle denkbare scenario’s is er een plan voor een zo snel mogelijke stabilisatie en terugkeer naar normaal. Maar wat als herstel naar de oude toestand niet mogelijk is? Hygiëne, waterveiligheid en veilig drinkwater zullen ook dan hard nodig zijn. Minder duidelijk is, of en hoe het leveren daarvan mogelijk is. Geopolitieke ontwikkelingen en recente inzichten over de gevolgen van een eventuele instorting van de warme Golfstroom maken deze vragen extra urgent. Het ontwikkelen van aanpassingsvermogen om met zulke veranderingen om te gaan noemen wij diepe adaptatie.

De centrale vraag is hoe drinkwaterbedrijven en waterschappen onder snel veranderende omstandigheden kunnen blijven functioneren. Welke keuzes kunnen we nu al maken om beter voorbereid te zijn, en wat moeten we doen als zo’n omslag zich voordoet? We bespreken eerst de menselijke neiging om radicale veranderingen te vermijden in ons denken over de toekomst en stippen twee voorbeelden aan. Vervolgens vragen we



Afbeelding 1. Kwetsbaarheden en consequenties in de drinkwatervoorziening (blauwe pijlen) en ondersteunde energie-infrastructuur (rode pijlen)

ons af hoe we dergelijke omslagen beter kunnen begrijpen. Dit vertalen we naar huidige keuzes en beschrijven ten slotte het begin van een handelingsperspectief.

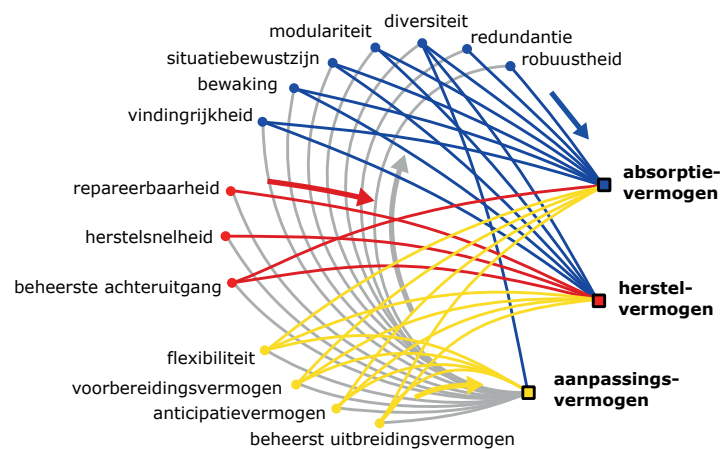
Continuïteits-bias: onderschatten van de toekomst
Het denken over de toekomst wordt vaak in een klein aantal scenario’s gegoten. Denk hierbij aan de KNMI-klimaatscenario’s en de ruimtelijke scenario’s van het PBL. Een bekende valkuil hierbij is de zogenoemde continuïteits-bias: we zijn geneigd ons de toekomst voor te stellen als een variant van het heden. Dit leidt ertoe dat we toestandsveranderingen zoals hierboven beschreven zelden meenemen in toekomstverkenningen en planning. We kunnen ons moeilijk voorstellen dat zo’n plotse omslag écht zal plaatsvinden en denken daarom dat de kans erop zeer klein is. Feitelijk hebben we vaak niet de middelen om die kans goed in te schatten. Maar onvoorspelbaar is niet onvoorstelbaar.

Klimaatkantelpunten
In klimaatscenario’s zijn zogenoemde kantelpunten, waarbij een kleine overschrijding van een drempelwaarde kan leiden tot grote onomkeerbare verschuivingen, een grote bron van onzekerheid. Het verzwakken en mogelijk stilvallen van de warme Golfstroom en de Atlantische Meridionale Omkerende Circulatie (AMOC) waar deze deel van uitmaakt, is een klimaatkantelpunt dat inmiddels regelmatig media-aandacht krijgt. De voorspelde gevolgen hiervan zijn voor West-Europa onder andere afkoeling (vooral in de winter), minder neerslag, meer stormen en extra zeespiegelstijging.

Dit heeft negatieve effecten op de zoetwaterbeschikbaarheid en de waterinfrastructuur. Verschillende experts achten het waarschijnlijk dat het stilvallen in deze eeuw al gaat beginnen.

Stabiliteit – een onzekere zekerheid
We beseffen het niet altijd, maar onze samenleving is mogelijk niet zo stabiel als zij lijkt. In de geschiedenis hebben stabiele en welvarende samenlevingen vaak een levensduur van enkele eeuwen. Daarna volgt vaak een periode van – drastische of geleidelijke – terugval in sociaal en economisch kapitaal, bevolkingsomvang en/of complexiteit van de samenleving. We moeten onderkennen dat onze samenleving een reeks groeiende uitdagingen kent die de maatschappelijke stabiliteit kunnen beïnvloeden. Een groeiend deel van de wereldbevolking ondervindt nu al gevolgen voor de voedsel- en watervoorziening. Ook de opkomst van kunstmatige intelligentie kan onvoorspelbare gevolgen hebben, voor economie en politiek maar zeker ook voor de water- en energievoorziening.

Water blijft noodzakelijk
De onvoorspelbaarheid van discontinue veranderingen maakt studies en besluitvorming op basis van scenario’s nog niet nutteloos. Het pleit wel voor afwijken van een traditionele risico-gebaseerde aanpak (kans maal effect), aangezien een betrouwbare kansschatting niet mogelijk is. In scenariostudies moeten we óók kijken naar gebeurtenissen waarvan we de kans niet (kunnen) weten. Omdat ze plausibel zijn en grote gevolgen



Afbeelding 2. Drie aspecten van veerkracht en de veertien principes die daaraan bijdragen, naar [2]

zouden hebben, mogelijk ook voor de watersector, is het belangrijk is om hierover na te denken. Hoe kunnen we onder verslechterde omstandigheden schoon drinkwater, waterveiligheid en de hygiënische verwerking van afvalwater veiligstellen?

Lessen uit crisis- en conflictgebieden

Enig inzicht in de mogelijke gevolgen kan worden verkregen door de drinkwatervoorziening te bestuderen in crisisgebieden. Bolton [1] noemt verschillende kwetsbaarheden, waaraan we hier onze interpretaties hebben toegevoegd (zie afbeelding 1).

- 1. plotseling sterke verandering van de vraag naar waterdiensten, doordat mensen extreme weersomstandigheden, zeespiegelstijging of sociale omstandigheden ontvluchten;
- 2. verlies van gekwalificeerd personeel, dat zelf de lokale omstandigheden ontvlucht;
- 3. fysieke schade aan infrastructuur: bijkomende schade, opzettelijke sabotage of diefstal;
- 4. verminderde beschikbaarheid van elektriciteit;
- 5. erosie van de financiële duurzaamheid van drinkwaterbedrijven: toename van wanbetaling en/of waterdiefstal; (gedeeltelijk) falen van het financiële systeem.

Verdere effecten zijn denkbaar door rekening te houden met externe afhankelijkheden in meer hightech watersystemen, bij meer langdurige crises of in een groter gebied:

- 6. verminderde beschikbaarheid van gespecialiseerde componenten en chemicaliën: achteruitgang van productie, transport, handel en financiële diensten, deels door de mechanismen in punten 1-5
- 7. (gedeeltelijke) verstoring van communicatie-infrastructuur
- 8. verontreiniging van bronnen door verminderde veiligheid van chemische of nucleaire producten of afvalstoffen, die zich via water of wind kunnen verspreiden.

Verschillende casestudies [2] geven uiteenlopende beelden van ineenstorting en herstel. Gaziantep (Turkije) laat na de aardbeving van 2023 een langzaam herstel. Kaapstad toonde in 2018 in de aanloop naar de dag dat het water op zou raken (*Day Zero*) onverwachte solidariteit en creativiteit. De tsunami in Fukushima (Japan, 2011) legde tekortkomingen in de voorbereiding van overheden bloot.

Handelingsperspectief

Om een handelingsperspectief te creëren voor de drink- en afvalwatersector, hebben KWR, drinkwaterbedrijven, waterschappen en universiteiten het project ‘Diepe Adaptatie voor de Watersector’ opgezet. De eerste, verkennende fase is uitgevoerd in 2024. In de tweede fase werken we aan (1) concrete diepe adaptatiemaatregelen en (2) een gemeenschappelijke taal, verwerkt in handreikingen voor communicatie en discussie over de gevolgen van plotselinge ingrijpende verandering voor de watersector.

In deze projecten onderzoeken we hoe de verschillende aspecten van de *veerkracht* van drinkwatersystemen kan worden vergroot (afbeelding 2). Op bekende verstoringen zijn watersystemen voorbereid door *absorptievermogen*: het systeem incasseert en gaat verder. Als het systeem dan toch faalt, komt er *herstelvermogen* kijken: hoe herstellen we het zo snel mogelijk?

Het perspectief van meerlaagsveiligheid dat de waterschappen toepassen (*preventie, gevolgbepierking, waterbewustzijn, crisisbeheersing, herstel*), is hierin herkenbaar. Bij *preventie* komen de volgende principes terug:

- robuustheid: het kunnen weerstaan van de directe gevolgen van een verstoringende gebeurtenis – bijvoorbeeld door overdimensionering;
- redundantie: verschillende exemplaren van een component die dezelfde functie kunnen vervullen, bijvoorbeeld twee parallelle leidingen;
- diversiteit: verscheidene elementen voor een bepaalde functie, bijvoorbeeld meerdere brontypen

Gevolgbepierking zien we terug in modulariteit: onafhankelijk opererende deelsystemen, zoals zuiveringsstraten. De laag *waterbewustzijn* wordt vertegenwoordigd door:

- bewaking: het continu verzamelen van gegevens over de toestand van het systeem
- situatiebewustzijn: een continu begrip van de toestand van het systeem;
- anticipatievermogen (zie hieronder).

De laag *crisisbeheersing* omvat vindingrijkheid – het vaardig een verstoring kunnen beheersen – en beheerste achteruitgang, waarbij een verstoring geen snelle terugval maar een geleidelijke afname van de prestatie betekent. Bij de *herstellaag* onderscheiden we repareerbaarheid en herstelsnelheid.

Aanpassingsvermogen

Bij de voorbereiding op (dis)continue systeemverandering staat aanpassingsvermogen centraal: hoe richten we het systeem anders in om toekomstige verstoringen het hoofd te kunnen bieden? Hierbij kunnen meerdere principes worden toegepast:

- flexibiliteit: kunnen veranderen van de manier waarop het systeem opereert, bijvoorbeeld de voeding van een voorzieningsgebied overnemen uit aangrenzende gebieden;
- anticipatievermogen: toekomstige risico’s kunnen voorzien;
- voorbereidingsvermogen: het vooraf maatregelen kunnen nemen, zoals leidingen dieper leggen tegen bevriezing;
- beheerste uitbreiding: het systeem continu aan kunnen passen aan toenemende druk, zonder onderbreking van het functioneren .

Ervaringen in crisis- en conflictgebieden leiden tot het advies [3] om met name de flexibiliteit, vindingrijkheid, herstelvermogen, redundantie en modulariteit te versterken.

Met bewustwording over systeemomslagen en nadenken over wat deze voor de watersector kunnen betekenen, zetten we een eerste stap. Naar verwachting zijn diepe adaptatiemaatregelen te vinden in het vergroten van het voorbereidingsvermogen en de flexibiliteit. Dit zal waarschijnlijk vooral leiden tot grotere redundantie, diversiteit en modulariteit.

Deze aspecten hebben zowel een technische als een organisatorische kant. De voortschrijdende digitalisering van de watersector helpt om het situatiebewustzijn te vergroten. Een aandachtspunt hierbij is de beschikbaarheid van terugvalopties bij uitval van onderliggende infrastructuur. De concrete invulling van al deze aspecten is

werk in uitvoering in de inmiddels gestarte fase 2. Daarin wordt gewerkt aan:

- een verdere verkenning van discontinue scenario’s in omgeving en maatschappij;
- inspiratie voor diepe adaptatiemaatregelen uit crisis- en conflictgebieden;
- het uitwerken van externe afhankelijkheden.

Op basis hiervan ontwikkelen wij diepe adaptatiestrategieën én een toolkit voor discussie en communicatie over discontinue scenario’s en diepe adaptatie.

BRONNEN

1. Bolton (2020). Water Infrastructure in Fragile and Conflict-Affected States. K4D Helpdesk report. https://opendocs.ids.ac.uk/articles/report/Water_Infrastructure_in_Fragile-_and_Conflict-Affected_States/26428195?file=48077128

2. Brouwers et al. (2024). Diepe Adaptatie voor de Watersector - Fase 1. KWR 2024.131

3. Mentges et al. (2023). ‘A resilience glossary shaped by context: Reviewing resilience-related terms for critical infrastructures.’ International journal of disaster risk reduction, 96, 103893.

4. Diep et al. (2017). Water, Crises and Conflict in MENA: How Can Water Service Providers Improve Their Resilience?. IIED Working Paper, International Institute for Environment and Development, Londen, VK.

5. Kemp et al. (2022). ‘Climate endgame: Exploring catastrophic climate change scenarios’. Proceedings of the National Academy of Sciences, 119(34), e2108146119.

6. Richardson et al. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. Science advances, 9(37), eadh2458.

7. Van Thienen, P. et al. (2023). ‘What water supply system research is needed in the face of a conceivable societal collapse?’. Journal of Water and Climate Change, 14(12), 4635-4641.

8. Van Thienen, P. et al. (2025). ‘Climate tipping points and their potential impact on drinking water supply planning and management in Europe’. Cambridge Prisms: Water, 3: e3.

SAMENVATTING

Grote, schoksgewijze veranderingen met een blijvende impact vormen een blinde vlek voor de watersector en de maatschappij. We denken er nauwelijks over na, maar ze kunnen wel degelijk voorkomen en hebben grote gevolgen. Hoe kunnen drinkwaterbedrijven en waterschappen hun werk blijven doen, als de wereld drastisch verandert? Het project ‘Diepe Adaptatie voor de Watersector’ zet eerste stappen naar aanpassingsvermogen op de lange termijn.