

A satellite image of a large hurricane or tropical storm over the ocean. The storm has a distinct eye and spiral cloud bands. The background shows the dark blue of the ocean and some white clouds.

**Bedrijfstakonderzoek**

**BTO 2022.079 | December 2022**

# **Backcasting voor klimaatneutrale assets in 2050**



# Rapport

## Backcasting voor klimaatneutrale assets in 2050

BTO 2022.079 | December 2022

Dit onderzoek is onderdeel van het collectieve Bedrijfstakonderzoek van KWR, de waterbedrijven en Vewin.

### Opdrachtnummer

402045/301

### Projectmanager

Dr. Stef Koop

### Opdrachtgever

BTO - Thematisch onderzoek - Integraal assetmanagement

### Auteurs

Dr. ir. Andrew Segrave, ir. MEng, MSc Dimitrios Bouziotas

### Kwaliteitsborger

Henk-Jan van Alphen

### Verzonden naar

Dit rapport is verspreid onder BTO-participanten.

Een jaar na publicatie is het openbaar.

### Keywords

Klimaat, energie, broeikasgas, mitigatie, toekomstverkenning, backcasting, CO2, neutraal, assets, 2050

Jaar van publicatie  
2022

#### Meer informatie

Dr. ir. Andrew Segrave  
T +31 30 606 9546  
E Andrew.Segrave@kwrwater.nl

PO Box 1072  
3430 BB Nieuwegein  
The Netherlands

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

The logo for KWR (Klimaat Water Resilient) features the letters 'KWR' in a bold, blue, sans-serif font. The 'K' and 'W' are connected, and the 'R' is slightly separated.

December 2022 ©

Alle rechten voorbehouden aan KWR. Niets uit deze uitgave mag - zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KWR - worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier.

# Inhoud

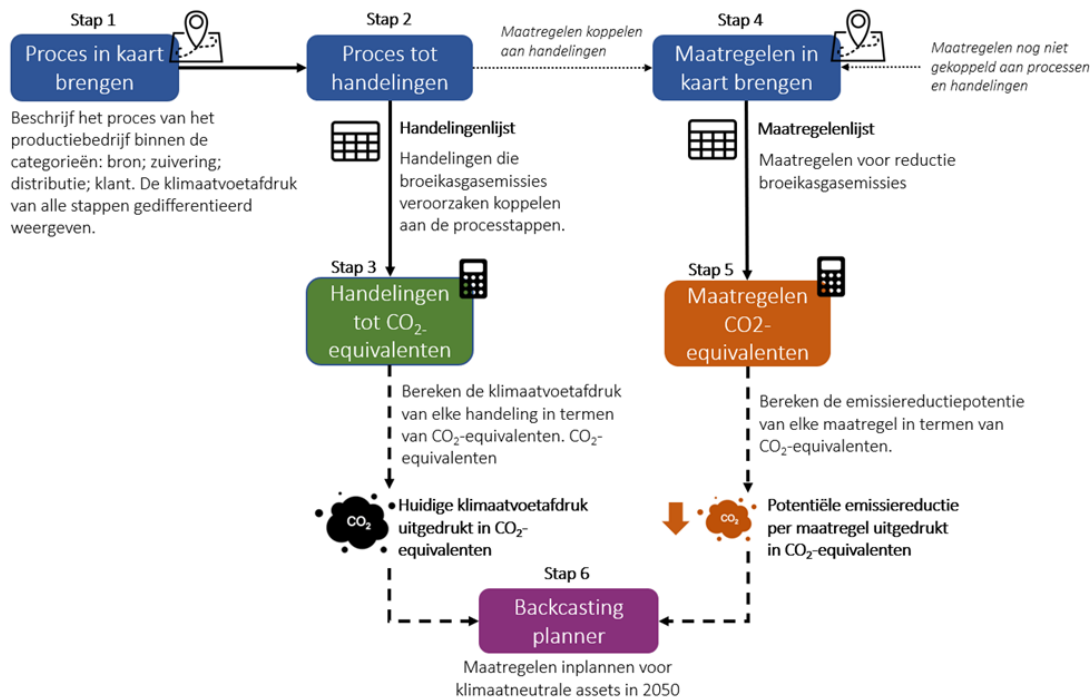
Inhoud	<b>3</b>
<i>Managementsamenvatting</i>	<b>4</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>6</b>
1.1 Achtergrond en belang	6
1.2 Opbouw van het project en dit rapport	8
<b>2 Methode</b>	<b>9</b>
2.1 Documentenanalyse en interviews	9
2.2 Backcasting	9
2.3 Modelleren van de klimaatvoetafdruk	10
<b>3 Klimaatneutraal: ambities specifieker duiden</b>	<b>13</b>
3.1 Temporele reikwijdte en ruimtelijke afbakening van de ambities over klimaatneutraliteit	13
3.2 Specificering van het soort emissies die de ambities tot klimaatneutraliteit betreffen	15
3.3 De onderliggende waarden en motivaties achter de ambities	16
<b>4 Strategische oplossingen voor klimaatneutraliteit</b>	<b>18</b>
4.1 Categorieën van maatregelen	18
4.2 Verschillende strategieën voor klimaatneutraliteit	20
<b>5 Backcasting om de impact van de oplossingen uiteen te zetten</b>	<b>23</b>
5.1 Vertrekpunten voor de backcasting	23
5.2 Case voor de backcasting	24
5.3 Vertaling van de strategische opties naar de case	25
<b>6 Resultaten</b>	<b>27</b>
6.1 Backcasting Tool	27
6.2 Huidige klimaatvoetafdruk	28
6.3 Potentiële emissiereductie	28
6.3.1 Winmiddelen in de bron tot de watermeter bij de eindgebruiker	29
6.3.2 Winmiddelen in de bron tot de tap bij de eindgebruiker (binnenshuis)	32
<b>7 Conclusies</b>	<b>37</b>
<b>I Levensduur van assets</b>	<b>40</b>

# Managementsamenvatting

## Backcasting tool helpt strategie te ontwikkelen voor klimaatmitigatie en klimaatneutrale assets in 2050

**Auteurs** Dr. Andrew Segrave, ir. MEng, MSc Dimitrios Bouziotas

Het streven naar 'klimaatneutraliteit in 2050' heeft uiteenlopende gevolgen voor waterbedrijven, afhankelijk van de ruimtelijke afbakening (scope) van hun ambities. De grootste potentie voor reductie van broeikasgasemissies uit de waterketen zit achter de meter, bij binnenhuisinstallaties. Ook bronbescherming is van essentieel belang. Dus als de waterbedrijven mitigatie van klimaatverandering vooropstellen, is een brede scope nodig. Maar om verantwoording af te kunnen leggen over de eigen bijdrage aan het nationaal klimaatbeleid is de nauwere afbakening, van de winmiddelen in de bron tot de watermeter bij de eindgebruiker, de veiligste keuze. Een backcasting voor productielocatie Nieuwegein laat zien dat 'klimaatneutraliteit in 2050' alleen met een nauwe scope haalbaar is. Een bredere scope biedt echter meer potentie voor klimaatmitigatie, maakt maatregelen efficiënter en effectiever, en zorgt voor minder impact van maatregelen op de eigen assets. Het is dus belangrijk dat waterbedrijven eerst bepalen welke onderliggende doelen zij willen nastreven, van bijvoorbeeld 'mitigatie van klimaatverandering' tot 'naleving van afspraken/wetgeving' en dan pas een strategie daarvoor ontwikkelen. Daarvoor is de hier gepresenteerde backcasting tool bruikbaar.



Figuur: De zes stappen in het backcasting model voor broeikasgasemissiereductie

### **Belang: inzichtelijk maken wat de gevolgen zijn van verschillende strategieën voor klimaatneutraliteit**

Nederland en België willen allebei hun landelijke broeikasgasemissies in 2050 hebben verminderd met 80 tot 95% ten opzichte van 1990. Er ligt zelfs een voorstel om het doel voor 2050 verder aan te scherpen van 95% reductie naar “klimaatneutraliteit”. Waterbedrijven willen, om verschillende redenen, ook hun broeikasgasemissies terugdringen om in 2050 klimaatneutraal te zijn. Maar vele wegen leiden naar Rome. En er bestaan uiteenlopende beelden van wat Rome eigenlijk is. Daarom is het van belang om de stip op de horizon te specificeren voor klimaatneutraliteit om daarna (de voor- en nadelen van) de verschillende routes in kaart te brengen.

### **Aanpak: backcasting om de abstracte doelen in tussenstappen, maatregelen en impacts te vertalen**

Leden van de BTO-themagroep Integraal Assetmanagement hebben documenten aangeleverd over het beleid en de plannen van hun waterbedrijven. Om de stip op de horizon te bepalen en maatregelen te inventariseren hebben de KWR-onderzoekers deze documenten geanalyseerd en diepte-interviews gehouden met experts van Vitens en Waternet. Vervolgens zijn verschillende strategische oplossingen voor klimaatneutraliteit gedefinieerd en omschreven. Deze maatregelen werden geclusterd om de strategieën concreter te maken. Productielocatie Nieuwegein is gekozen als casus. Per strategie werkten de onderzoekers terug vanuit de stip op de horizon in 2050 naar het heden om een logische volgorde te bepalen voor de implementatie van maatregelen. De klimaatvoetafdruk is gemodelleerd om per strategie de potentiële reductie van broeikasgasemissies uit te rekenen. Op deze manier werd de effectiviteit van de strategieën inzichtelijk gemaakt. Bovendien lieten de routes zien welke strategie meer impact zou hebben op de assets en het assetmanagement van het waterbedrijf.

### **Resultaten: klimaatneutraliteit is haalbaar binnen een nauwe scope, met dan wel beperkte impact**

Voor klimaatneutraliteit kijken waterbedrijven in de eerste plaats naar de bedrijfsvoering van bron tot watermeter. Dit is een logische keuze, want het waterbedrijf kan binnen deze scope maatregelen doorvoeren zonder al te veel rekening te hoeven houden met acties of medewerking van anderen.

Ook wanneer een waterbedrijf verantwoording moet afleggen over de eigen bijdrage aan het klimaatbeleid en de klimaatdoelen is deze nauwere afbakening de veiligste keuze. Het is echter de vraag of deze nauwe focus leidt tot een maatschappelijk relevante impact. De directe emissies die ontstaan bij de productie en distributie van drinkwater zijn slechts de kleinste fractie van de kleinste fractie van de broeikasgasemissies van het watersysteem als geheel.

Waterbedrijven hebben buiten deze scope echter wél invloed op bronbeheer (voorafgaand aan waterwinning) en maatregelen binnenshuis bij de klant, waar de potentie voor emissiereductie van broeikasgassen vele malen groter is. En als een waterbedrijf een extra zuiveringsstap moet toepassen, vanwege verslechterde bronwaterkwaliteit of strengere normen, dan kan de extra klimaatvoetafdruk daarvan alleen worden opgevangen met compensatiemaatregelen. Dus bronbescherming is essentieel. Maar als waterbedrijven een bredere scope kiezen voor het berekenen van hun klimaatvoetafdruk, is klimaatneutraliteit in 2050 volgens de ontwikkelde backcasting tool niet haalbaar. Er is dus een spanningsveld tussen het voldoen aan nationale en Europese beleid, inclusief de gevolgen voor de imago en reputatie, en het maximaliseren van de bijdrage aan klimaatmitigatie.

### **Toepassing: bronbescherming en maatregelen achter de meter zijn nodig voor klimaatmitigatie**

Assetmanagers en adviseurs bij waterbedrijven kunnen de backcasting tool gebruiken om berekeningen te maken voor andere productie-locaties. Een gebruiksvriendelijke versie van het Excelbestand is opgeleverd als eindproduct. Door de architectuur van dit rekenmodel, is het ook makkelijk om te zetten in een ander programma of webgebaseerde applicatie. De projectcase laat al zien dat bronbescherming en maatregelen achter de meter veel meer bijdragen aan klimaatmitigatie dan de eigen assets klimaatneutraal maken. Als de waterbedrijven focussen op klimaatneutraliteit ‘van bron tot watermeter’ dan zijn er meer (kostbare) gevolgen voor de assets en het assetmanagement.

### **Rapport**

Dit onderzoek is beschreven in het rapport *Backcasting voor klimaatneutrale assets in 2050* (BTO-2022.079).



# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond en belang

Nederland en Vlaanderen worden geconfronteerd met enorme en accumulerende duurzaamheidsopgaves. Om deze opgaves het hoofd te bieden zijn transitie nodig. Er is een grote behoefte aan kennis en (systeem)innovaties om de beoogde duurzaamheidstransities breed uit te rollen en te versnellen. De oplossingen moeten zowel (wetenschappelijk) gedegen als breed gedragen zijn. Om uitdagingen als klimaatverandering (o.m. bodemdaling, droogte, hitte, wateroverlast), biodiversiteitsbehoud (o.m. het stikstofdossier, het Kaderrichtlijnwater) en de transitie naar een circulaire economie vorm te geven, zijn op zowel Europees<sup>1</sup> als nationaal niveau vergaande ambities uitgesproken voor wat betreft de energietransitie, en klimaatneutraliteit (o.m. uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten) in het bijzonder.

De energietransitie bevat verschillende doelen. Diverse termen en begrippen worden gebruikt om te beschrijven hoe het verminderen van broeikasgasemissies de klimaatverandering moet beperken (bijv. klimaatneutraal, CO<sub>2</sub>-arm, koolstofarm, energieneutraal, en klimaatneutraliteit). Concreet is het doel in Nederland om broeikasgasemissies (CO<sub>2</sub>-equivalenten) in 2050 landelijk met 80 tot 95% te verminderen ten opzichte van 1990<sup>2</sup>. Ook in België gaat het om een verlaging van de uitstoot van broeikasgassen op Belgisch grondgebied met 80 tot 95 % ten opzichte van 1990.

In een nieuw voorstel voor wijziging van de Klimaatwet staat: *“Het doel voor 2030 wordt aangepast: van 49% naar ten minste 55% inclusief landgebruik emissies. Het doel voor 2050 wordt aangescherpt van 95% CO<sub>2</sub>-reductie naar klimaatneutraliteit.”* De doelen zijn ambitieus en terwijl aan de ene kant de commissie,<sup>3</sup> die dit voorstel van wet onderzoekt, kritisch is over de haalbaarheid van de doelen, constateert het Planbureau voor de Leefomgeving, in de Klimaat- en Energieverkenning (KEV, 1 nov. 2022),<sup>4</sup> dat zowel snellere uitvoering van de bestaande plannen als aanvullend beleid nodig is om het Nederlandse klimaatdoel in 2030 te halen. De afstand tot het doel is afgelopen jaar groter geworden, terwijl de tijd om het doel te halen steeds korter wordt<sup>3</sup>.

Het doel “klimaatneutraliteit in 2050” vormt een duidelijk afgebakend vertrekpunt voor dit project. En scherpe focus is nodig voor backcasting: Vertrekkend vanaf het heden met een breed duurzaamheidsperspectief zal waarschijnlijk onvoldoende focus bieden om te komen tot concrete en nieuwe inzichten. De nauwe focus op neutraliteit in 2050 maakt het mogelijk om de oplossingen op dit gebied meer integraal te bekijken vanuit een breder duurzaamheidsperspectief. Toch is er ruimte voor interpretatie van het doel, bijvoorbeeld gaat het om een netto-nuldoelstelling of om een algeheel verbod op uitstoot van broeikasgassen?

Het belang van dit project is groot. Met de Klimaatwet en rechterlijke uitspraken zijn klimaatdoelstellingen bindend. Recentelijk heeft de Europese commissie verschillende lidstaten zoals Nederland en België aangespoord ambitieuzere klimaatdoelstellingen te stellen en heeft een rechterlijke uitspraak over het klimaatbeleid van Shell laten zien dat het halen van klimaatdoelstellingen een belangrijke pijler is voor publieke én private organisaties. Met het klimaat- en transitiefonds, van in totaal 35 miljard euro tot en met 2030, wil het kabinet de nodige investeringen stimuleren, en overheidsorganisaties worden gevraagd de voorbeeldrol te spelen.

Ook in de bedrijfsvoering van de Nederlandse en Vlaamse waterbedrijven is het zaak om broeikasgasemissies (of de eigen bijdrage aan het broeikas-effect) terug te dringen. Drinkwaterbedrijven profileren zich nadrukkelijk als

<sup>1</sup> <https://www.consilium.europa.eu/en/5-facts-eu-climate-neutrality/>

<sup>2</sup> Dit is opgenomen in de Klimaatwet. Opgemerkt wordt dat deze doelstelling nog aangescherpt kan worden als gevolg van Europese klimaatafspraken of mondiale akkoorden.

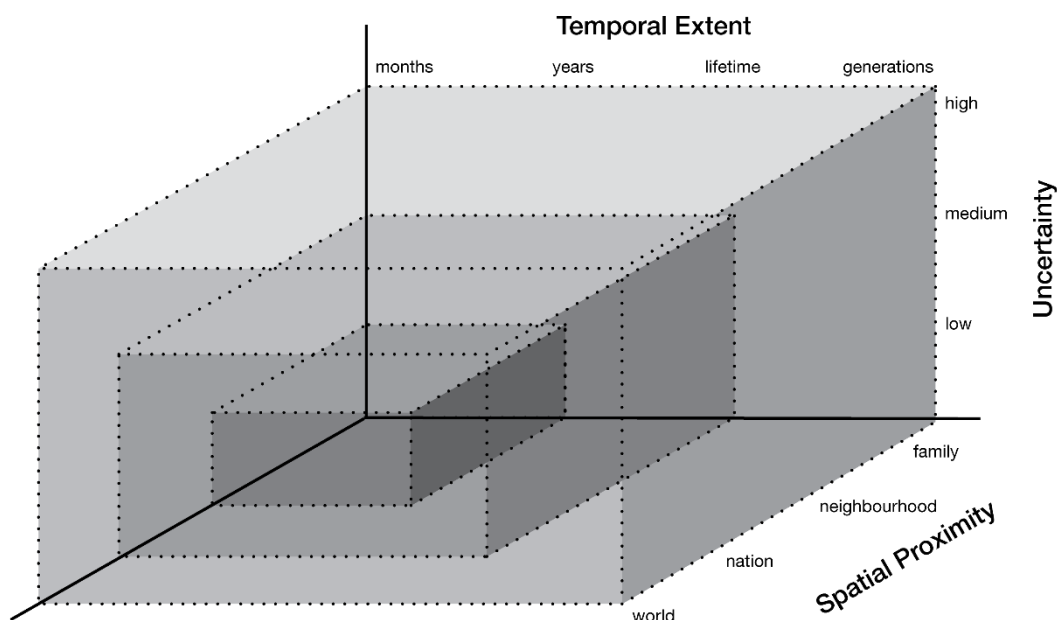
<sup>3</sup> <https://www.tweedekamer.nl/kamerleden-en-commissies/commissies/ezk/samenstelling>. Geraadpleegd op 17 november 2022.

<sup>4</sup> <https://www.pbl.nl/kev> Geraadpleegd op 17 november 2022.

duurzaam en willen bijdragen aan de energietransitie. Fossiele brandstoffen worden uitgefaseerd en vervangen door circulaire en hernieuwbare energiebronnen met hogere efficiëntie. Daarnaast streven de drinkwaterbedrijven naar energie- en waterbesparing. Het jaar 2050 lijkt misschien ver weg, maar voor ingrijpende systeemveranderingen dienen op korte termijn beslissingen te worden genomen. Deze beslissingen bepalen mede het systeem in 2050. Dertig jaar is immers korter dan de technische levensduur van vele assettypen. De ambities over klimaatneutraliteit zullen daarom van grote invloed zijn op (integrale) besluitvorming over assets en kunnen in sommige gevallen conflicteren met reeds bestaande doelen.

Wanneer een complexe vraagstuk als klimaatmitigatie wordt gereduceerd tot een nauwe kwantitatieve indicator (zoals reductie van CO<sub>2</sub>-equivalenten: de mate waarin activiteiten aan het broeikaseffect bijdragen) dan bestaat het risico dat we de nauwe doelen halen terwijl we de achterliggende bedoelingen (o.m. duurzaamheid) uit het oog verliezen. Daarom kijken we in dit project meer integraal naar de bredere consequenties van de verschillende strategische opties voor het realiseren van klimaatneutraliteit. Bovendien willen we inzichtelijk maken wat de verschillende strategieën naar klimaatneutraliteit kunnen betekenen voor het managen van assets op lange termijn.

Waterbedrijven maken reeds gebruik van verschillende tools voor het meewegen van duurzaamheid in bijvoorbeeld de materiaalkeuze en prioriteren van projecten in hun portfoliomanagement. Hierin worden hoofdzakelijk investeringskosten (en in sommige gevallen ook kosten over de gehele levensduur) afgewogen tegenover milieuwinst. Hoewel de ontwikkeling en verdere kwantificering van deze tools zeer belangrijk is voor verbeterde besluitvorming, is er één belangrijke factor voor verduurzaming waar vaak nog onvoldoende rekening mee wordt gehouden. Dat is de discrepantie in tijdsperspectieven (Figuur 1, X-as).



Figuur 1: Toekomstbeelden hebben verschillende reikwijdtes in de domeinen van tijd, ruimte en zekerheid.<sup>5</sup>

“Klimaatneutraliteit in 2050” betreft een andere tijdshorizon dan de wat korte(re) termijn beslissingen die de meeste beslissondersteunende tools ondersteunen. Deze beslissingen zijn (bewust of onbewust) meer gericht op de afweging van prestaties, risico’s en kosten voor vijfjarenplannen of jaarlijkse cycli. Het is daarom verleidelijk om lange termijn doelstellingen en de totale levensduurkosten (en waarde) ondergeschikt te maken aan de korte

<sup>5</sup> Segrave, A. J. (2014). TIME TO CHANGE: The foreseeable future for water planning.



besluitvormingscycli. Impacts die zich op korte termijn voordoen en een direct relatie hebben op een individu, afdeling of bedrijf wegen zwaarder dan impacts op een langere termijn en van meer algemene aard. Dit fenomeen is algemeen bekend in de gedragseconomie en psychologie en wordt “hyperbolic discounting” genoemd. Economen gebruiken een “discontovoet” om toekomstige kosten en baten te (de)valueren op een vergelijkbare manier. In de praktijk betekent dit dat maatregelen die binnen het jaarlijkse budget vallen, met een laag risico en voorspelbare prestaties, vaker de voorkeur krijgen boven maatregelen waarvan de investeringskosten groot zijn, risico’s onbekender en met prestatiesverbetering op de lange termijn (Figuur 2). En in tegenstelling tot aspecten zoals kosten en imago is duurzaamheid een afwegingsaspect waarvoor de impact op korte termijn vaak laag is. Daarom adviseert de Werkgroep Discontovoet van het Planbureau voor de Leefomgeving om natuureffecten zwaarder mee te wegen in maatschappelijke kosten-baten analyses.<sup>6</sup>

De duurzaamheidstransities zijn gebaat bij een lange termijn scope die zo concreet mogelijk wordt vormgegeven, zoals het doel die we centraal stellen in dit project: “Klimaatneutraliteit in 2050”. De verwachting is immers dat deze doelstelling meer behelst dan de inkoop van duurzame energie, maar dat de veranderingen het gehele assetsysteem zullen beïnvloeden en dat er een uitgebreid transitietraject noodzakelijk is om dit te realiseren.

## 1.2 Opbouw van het project en dit rapport

Dit project is opgezet om inzichtelijk te maken wat het streven naar klimaatneutraliteit in 2050 kan gaan betekenen voor integrale besluitvorming aangaande de assets van waterbedrijven. Assetmanagers van waterbedrijven willen handelingsperspectieven om de ambities wat betreft klimaatneutraliteit te verwezenlijken op een synergetische manier, afgestemd op andere ontwikkelingen en doelstellingen.

Het project is ingericht met vier hoofdactiviteiten:

1. De ambities over klimaatneutraliteit specifieker duiden
2. Strategische oplossingen voor klimaatneutraliteit in kaart brengen
3. Backcasting om de impact van de oplossingen uiteen te zetten
4. Resultaten bestendigen met een workshop en rapport

Deze activiteiten geven ook structuur aan dit rapport. In hoofdstuk 2 staat de methode beschreven. Hoofdstukken 3-5 zijn opgebouwd op basis van de hoofdactiviteiten, met duiding van de ambities over klimaatneutraliteit (Hoofdstuk 3), een inventarisatie van maatregelen en oplossingen (Hoofdstuk 4), en de opbrengsten van de backcasting stap (Hoofdstuk 5). In Hoofdstuk 6 staan de resultaten beschreven en Hoofdstuk 7 bevat de conclusies en adviezen voor het vervolg.

---

<sup>6</sup> <https://www.pbl.nl/publicaties/de-discontovoet-voor-natuur-de-relatieve-prijsstijging-voor-ecosysteemdiensten> . Geraadpleegd op 20 juni 2022.

## 2 Methode

### 2.1 Documentenanalyse en interviews

Leden van de BTO-themagroep Integraal Assetmanagement hebben documenten aangeleverd over het beleid van Evides, Vitens, Waterbedrijf Groningen, Waternet, WMD en WML. Verder zijn documenten aangeleverd met plannen en maatregelen voor klimaatneutraliteit. Voor Activiteit 1 heeft de KWR-onderzoeker deze documenten gelezen om een beeld te vormen van wat medewerkers van waterbedrijven nu verstaan onder klimaatneutraliteit. Bijvoorbeeld, wordt CO<sub>2</sub>-compensatie meegerekend? Compensatiemaatregelen kunnen resulteren in neutraliteit door middel van een koolstofbalans in plaats van het voorkomen van broeikasgasuitstoot van de eigen assets. “Netto-nul”, zoals dit ook wordt genoemd, is een ander doel dan “nul”. De aard van de handelingsperspectieven voor waterbedrijven hangt sterk samen met de specifieke doelen, en het duiden daarvan was de eerste activiteit.

Om de ambities op sectorniveau in context te plaatsen zijn diverse documenten<sup>7,8,9,10</sup> over de nationale en Europese beleidsdoelen bestudeerd. Aanvullend op de documentenanalyse zijn interviews gehouden met experts van Vitens en Waternet. De resultaten zijn voorafgaand aan publicatie gecontroleerd door drie vertegenwoordigers van de BTO-themagroep Integraal Assetmanagement. De ambities en de concepten die (medewerkers bij) waterbedrijven gebruiken variëren tussen verschillende waterbedrijven en soms ook tussen afdelingen. Er is ook variatie in taalgebruik tussen geschreven beleidsdocumenten (soms van een paar jaar geleden) en hoe er op dit moment over gesproken wordt. Dit rapport is dus het resultaat van een momentopname.

Als tweede stap is een inventarisatie gemaakt van alle maatregelen die als oplossing worden gezien voor de realisatie van klimaatneutraliteit. Voor het inventariseren van strategische maatregelen is gebruik gemaakt van de resultaten van andere projecten. Er zijn geen nieuwe oplossingen ontwikkeld in dit project. De Praktijkcode Drinkwater (PCD) uit 2020 ‘Berekening CO<sub>2</sub>-voetafdruk van drinkwaterbedrijven’<sup>11</sup> was een belangrijke bron van informatie over de sectorspecifieke ambities en via de Blauwe Nettencolitie is informatie aangeleverd over het onderzoek naar de invoering van CO<sub>2</sub>-beprijzing<sup>12</sup>. Meer dan enkel losse maatregelen ging het om de toekomstbeelden en strategieën/routekaarten die de waterbedrijven nu voor zich zien. Een strategie/routekaart bevat meerdere maatregelen die de waterbedrijven door de jaren heen beogen in te zetten om in 2050 het doel te halen. Vele wegen leiden naar Rome. Ook kunnen uiteenlopende beelden bestaan van wat Rome eigenlijk is. Verder bevat de inventaris zowel maatregelen die de waterbedrijven zelf kunnen implementeren, als datgene wat ze in samenwerking met anderen kunnen doen. Om de geïnventariseerde opties overzichtelijk te maken, zijn ze in verschillende categorieën verdeeld, waaronder de belangensfeer, invloedssfeer, en eigen controlesfeer van waterbedrijven. De maatregelen zijn ook gecategoriseerd aan de hand van de scope van de emissies waar de maatregel op ingrijpt.

### 2.2 Backcasting

Backcasting is een manier om abstracte langetermijndoelen te vertalen naar tussenstappen die beter kunnen worden ingepast in bestaande besluitvormingsprocessen (Figuur 2). De eerste stap was om de stip op de horizon te duiden. De resultaten van deze stap staan beschreven in Hoofdstuk 3. Om een routekaart uit te kunnen zetten (bijvoorbeeld met een gap-analyse van de kloof tussen de huidige situatie en de gewenste situatie), is het ook nodig om de huidige stand van zaken te kenmerken. Voor dit project heeft de themagroep gekozen om met een enkele bestaande case te werken (Hoofdstuk 5.1), in plaats van een hypothetische situatie of meerdere cases. De redenering voor keuze was dat de backcasting dan concreter kon worden uitgevoerd.

<sup>7</sup> Jetten, R. A. A. (2022). *Uitwerking coalitieakkoord Klimaat en Energie*. Kamerstukken | Brief regering | 32813-974

<sup>8</sup> Klimaatwet (2020): <https://wetten.overheid.nl/BWBR0042394/2020-01-01>. Geraadpleegd op 20 juni 2022.

<sup>9</sup> Verordening (EU) 2021/1119 tot vaststelling van een kader voor de verwezenlijking van klimaatneutraliteit, en tot wijziging van Verordening (EG) nr. 401/2009 en Verordening (EU) 2018/1999 (“Europese klimaatwet”), Europese Commissie

<sup>10</sup> Store, J. (2021). Europese klimaatwet: Raad en Parlement bereiken voorlopig akkoord: <https://www.consilium.europa.eu/nl/press/press-releases/2021/05/05/european-climate-law-council-and-parliament-reach-provisional-agreement/>

<sup>11</sup> Oesterholt, F. van den Brand, T. (2020). *Berekening CO<sub>2</sub>-voetafdruk van drinkwaterbedrijven*. KWR | PCD 11:2020

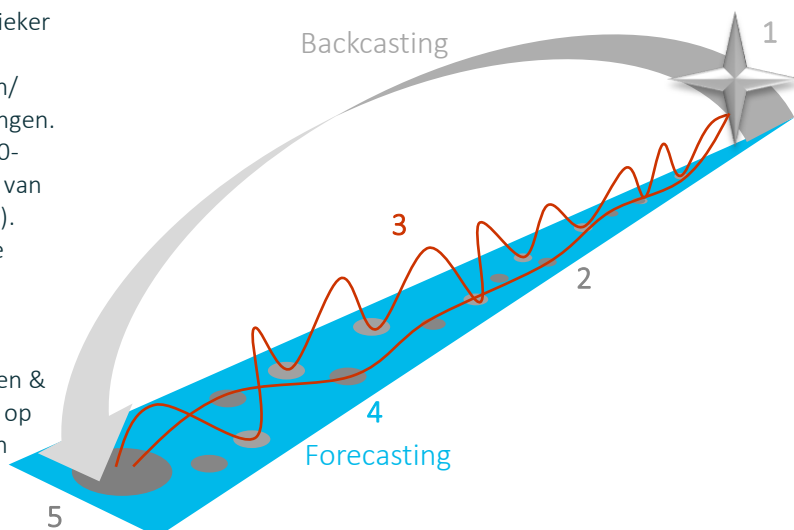
<sup>12</sup> Harbers, L., Vreeker, R., de Groot, T., Vreeken, E. (2020). *CO<sub>2</sub>-beprijzing bij drinkwaterbedrijven*. Arcadis | C05011.000672.0120

Nadat de stip op de horizon voor 2050 was vastgesteld, en de huidige situatie in beeld was gebracht, was het zaak om verschillende strategische oplossingen te kenmerken. Maatregelen die consistent zijn met een bepaalde strategische oplossing, en met elkaar, werden geclusterd om de oplossing concreter te maken. Vervolgens werkten de onderzoekers terug vanuit de stip op de horizon naar het heden om een logische volgorde te deduceren voor de implementatie van maatregelen. Op deze manier worden de gevolgen van de strategische oplossingen inzichtelijker gemaakt. Sommige maatregelen zijn pas inzetbaar nadat andere maatregelen reeds gerealiseerd zijn. Implementatie van maatregelen kost tijd, inclusief de nodige voorbereidingen. En maatregelen die grote kosten en/of risico's met zich meebrengen, kunnen beter uitgesteld worden dan het laaghangend fruit.

Bij forecasting en planvorming wordt doorgaans eerst gekeken naar maatregelen die weinig risico's en kosten met zich meebrengen en daarna wordt steeds gekeken welke maatregelen draaglijk en zinvol lijken. Deze incrementele benadering is pragmatisch en adaptief, maar in feite wordt hiermee prioriteit gegeven aan hoe tolerabel de maatregelen worden geacht op het beslismoment en is de stip op de horizon minder bepalend. Een forecast laat zien welke mate van emissiereductie haalbaar is met de beoogde maatregelen. Bij backcasting is de stip op de horizon meer bepalend.

De backcasting aanpak bestaat uit vijf stappen, beginnend met (1) de stip op de horizon en terugwerkend naar (5) handelingsperspectieven op de korte termijn:

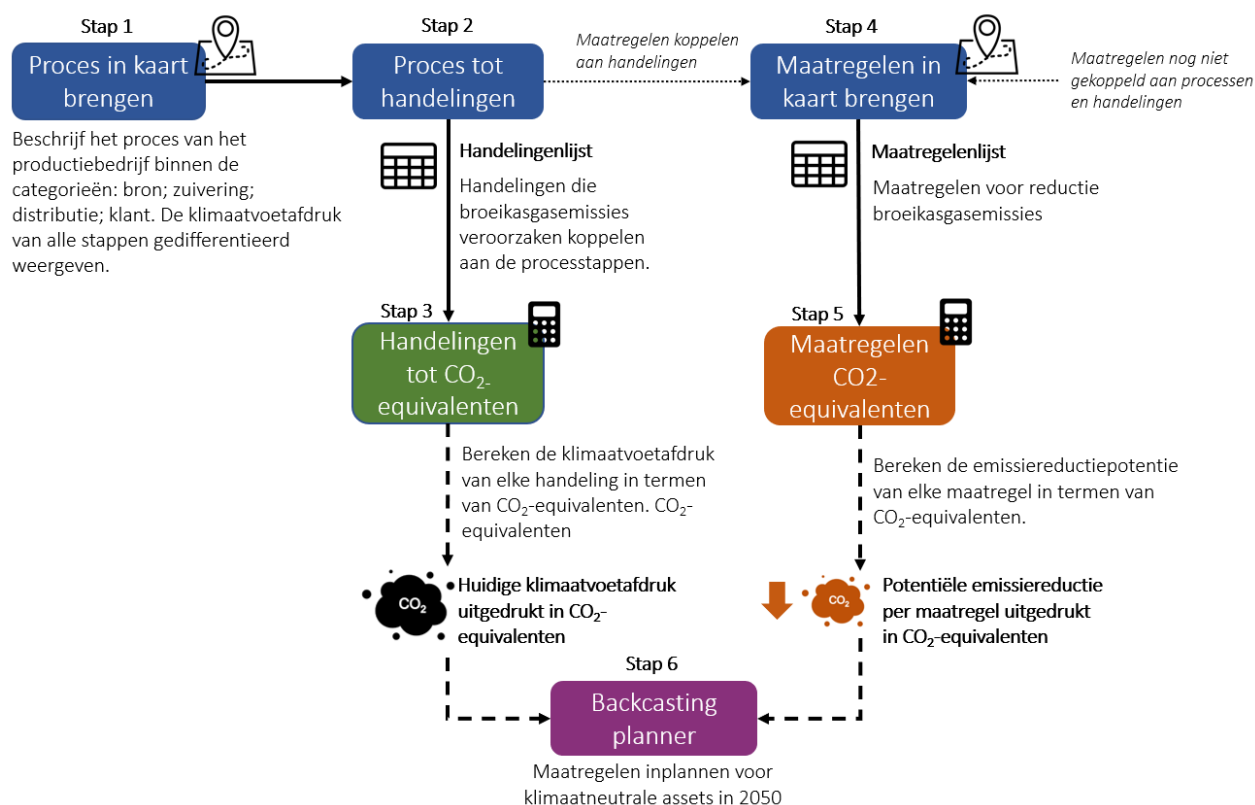
1. De ambities over klimaatneutraliteit specifieker duiden.
2. Verschillende oplossingen/maatregelen in kaart brengen.
3. Verschillende routes 2050-2022 uitstippen (bundels van maatregelen op volgorde).
4. De impacts en onderlinge afhankelijkheid van de oplossingen inzichtelijker maken via forecasting.
5. De huidige stand van zaken & handelingsperspectieven op korte termijn: input om in 2023 mee te beginnen.



Figuur 2: Vijf stappen in de backcasting methode

## 2.3 Modelling van de klimaatvoetafdruk

Om de potentiële emissiereductie van de strategieën voor klimaatneutraliteit (Hoofdstuk 5.1) uit te rekenen is de klimaatvoetafdruk gemodelleerd. Volgens de backcastingmethode (Hoofdstuk 2.2) is teruggewerkt vanuit de stip op de horizon (klimaatneutraal in 2050) naar de stand van zaken in 2022. De huidige klimaatvoetafdruk van de case (Hoofdstuk 5.2) is binnen de gekozen temporele reikwijdte en ruimtelijke afbakening (Hoofdstuk 3.1) berekend en verminderd met de potentiële emissiereductie per maatregel. Deze berekeningen zijn gemaakt in een reeks van zes stappen zoals in Figuur 3 is visueel weergegeven. Hieronder staan deze stappen in meer detail beschreven.



Figuur 3: De zes stappen in het backcasting model voor broeikasgasemissiereductie

De zes stappen in het backcasting model voor broeikasgasemissiereductie zijn als volgt uitgevoerd:

1. Identificeren welke processen (uitgevoerd voor het productiebedrijf: Hoofdstuk 5.2) tot broeikasgasemissies leiden. Deze processen zijn in de volgende categorieën ondergebracht: bron; zuivering; distributie; klant. Deze categorieën zijn gekozen omdat ze herkenbaar zijn voor assetmanagers. Voor het berekenen van de huidige klimaatvoetafdruk zijn ook processen buiten de traditionele assets relevant, zoals het vervoer van chemicaliën. Denk ook aan het woon-werkverkeer van werknemers. Voor een bredere ruimtelijke afbakening, bijvoorbeeld van de winmiddelen in de bron tot de tap bij de eindgebruiker (Hoofdstuk 3.1), zijn ook processen binnenshuis relevant, zoals het opwarmen van tapwater.
2. Vertalen van de processen (bij Stap 1 geïdentificeerd) naar handelingen die broeikasgasemissies veroorzaken. Het resultaat is een tabel met een beschrijving van alle relevante handelingen (Figuur 9: Handelingenlijst). *Let op: de handelingen van Stap 2 zijn anders dan de processtappen die bij Stap 1 zijn geïdentificeerd. Bijvoorbeeld, één enkele verwerkingsstap in het waterzuiveringsproces bestaat uit meerdere broeikasgasemissie producerende handelingen, waaronder: (a.) de productie van grondstoffen die nodig zijn voor dit proces; (b.) het vervoer van die grondstoffen naar het productiebedrijf; (c.) opwekking van de elektriciteit die nodig is voor het proces; (d.) het vervoer van bijproducten voor verwijdering. Er zijn ook handelingen, zoals woon-werkvervoer, die behoren tot het operationele proces van het bedrijf als geheel.*
3. Vertalen van de handelingen (bij Stap 2 in kaart gebracht) in CO<sub>2</sub>-equivalenten. Deze berekening vindt plaats in een Excel rekenmodel met behulp van zogenaamde "handelingcontainers". Dit zijn kleine, eenvoudige rekenmodellen die de CO<sub>2</sub>-equivalenten van specifieke handelingen berekenen. Tenzij anders vermeld, worden deze emissiefactoren uitgerekend aan de hand van de geleverde data en een reeks aannames, in combinatie met de gestandaardiseerde emissiefactoren die vast zijn gesteld in De Praktijkcode Drinkwater (PCD) uit 2020

‘Berekening CO<sub>2</sub>-voetafdruk van drinkwaterbedrijven’.<sup>13</sup> Het resultaat van deze derde stap is een berekening van de huidige (initiële) klimaatvoetafdruk uitgedrukt in ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/jaar. Deze klimaatvoetafdruk is voor het huidige productiebedrijf inclusief alle assets en operaties.

4. In kaart brengen van maatregelen ter vermindering van de klimaatvoetafdruk. Deze maatregelen kunnen ofwel gekoppeld zijn aan specifieke handelingen (b.v. grondstoffen substitueren met groene alternatieven of groene energie opwekken voor operaties), ofwel algemeen van aard zijn (b.v. aankoop van emissierechten of water verhandelen). Voor dit project zijn in totaal 29 maatregelen geïnventariseerd (Hoofdstuk 4.1). Consistente combinaties van maatregelen zijn gebundeld in twee strategieën als vertrekpunt voor de backcasting (Hoofdstuk 5.1). Resultaat van deze vierde stap in het backcastingmodel is een lijst met alle maatregelen die in de backcasting worden meegewogen. Voor toekomstige projecten kunnen extra maatregelen worden toegevoegd aan deze lijst.
5. Vertalen van de maatregelen (bij Stap 4 in kaart gebracht) in CO<sub>2</sub>-equivalenten. De emissiereductiepotentie wordt berekend in een Excel rekenmodel met behulp van zogenaamde “maatregelcontainers”. Dit zijn kleine, eenvoudige rekenmodellen die de CO<sub>2</sub>-equivalenten van specifieke emissiereductiemaatregelen berekenen. Maatregelen die gekoppeld zijn aan bepaalde handelingen gebruiken de resultaten van overeenkomstige “handelingcontainers”. Het eindresultaat is een berekening van de potentiële emissiereductie per maatregel uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-equivalenten.
6. Toepassen van de “backcastingtool” om de resultaten van stap (3) en stap (5) te combineren en de implementatie van emissiereductiemaatregelen in te plannen volgens een bepaalde strategie (Hoofdstuk 1.1). De modelleur werkt terug vanuit de stip op de horizon (Hoofdstuk 5.1: klimaatneutraal in 2050) naar de stand van zaken in 2022 en specificeert wanneer welke maatregel geïmplementeerd wordt. De “backcastingtool” werkt met zes tijdsintervallen van vijf jaar tussen nu en 2050. Per tijdsinterval kunnen verschillende maatregelen worden geïmplementeerd en het rekenmodel gebruikt de “maatregelcontainers” en de “handelingcontainers” om de klimaatvoetafdruk te berekenen voor de relevante tijdhorizon. De keuze van wanneer welke maatregel geïmplementeerd wordt is case-specifiek. De aannames voor dit project staan vermeld in Bijlage 1. Er wordt uitgegaan van een specifieke levensduur van bestaande assets (elektra – 10 jaar; mechanische infrastructuur - 25 jaar; pompen - 30 jaar; gebouwen - 50 jaar; leidingen 80 jaar).

Volgens de backcastingmethode is de stip op de horizon leidend. Dit betekent dat als het rekenmodel laat zien dat er met een bepaalde strategie ‘klimaatneutraliteit in 2050’ niet bereikt wordt, er aanvullende maatregelen moeten worden genomen. Een andere conclusie kan zijn dat de stip op de horizon niet haalbaar is.

---

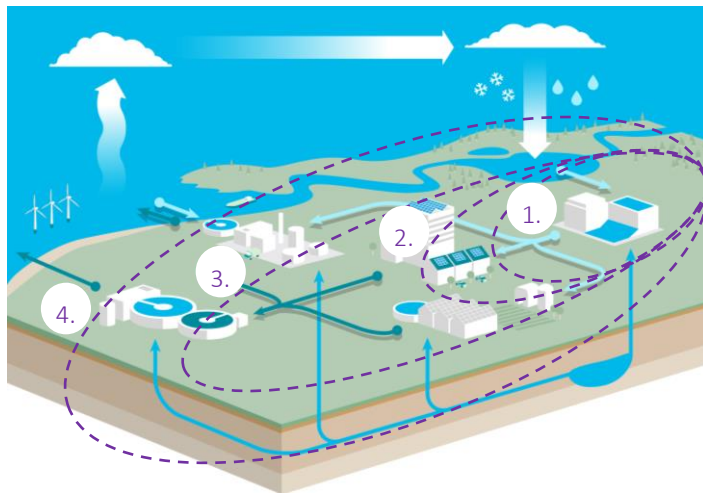
<sup>13</sup> Oosterholt, F. van den Brand, T. (2020). *Berekening CO<sub>2</sub>-voetafdruk van drinkwaterbedrijven*. KWR | PCD 11:2020

# 3 Klimaatneutraal: ambities specifiek duiden

## 3.1 Temporele reikwijdte en ruimtelijke afbakening van de ambities over klimaatneutraliteit

De temporele reikwijdte van de ambities van waterbedrijven is ontleend aan het Europese en het nationale beleid (Hoofdstuk 1.1). Dit beleid is gericht op 60% CO<sub>2</sub>-reductie in 2030 en klimaatneutraliteit in 2050. Voor dit project is 2050 als tijdshorizon gekozen omdat klimaatneutraliteit de geagendeerde ambitie is.

De ruimtelijke afbakening is iets complexer. Vier opties zijn overwogen (Figuur 4).



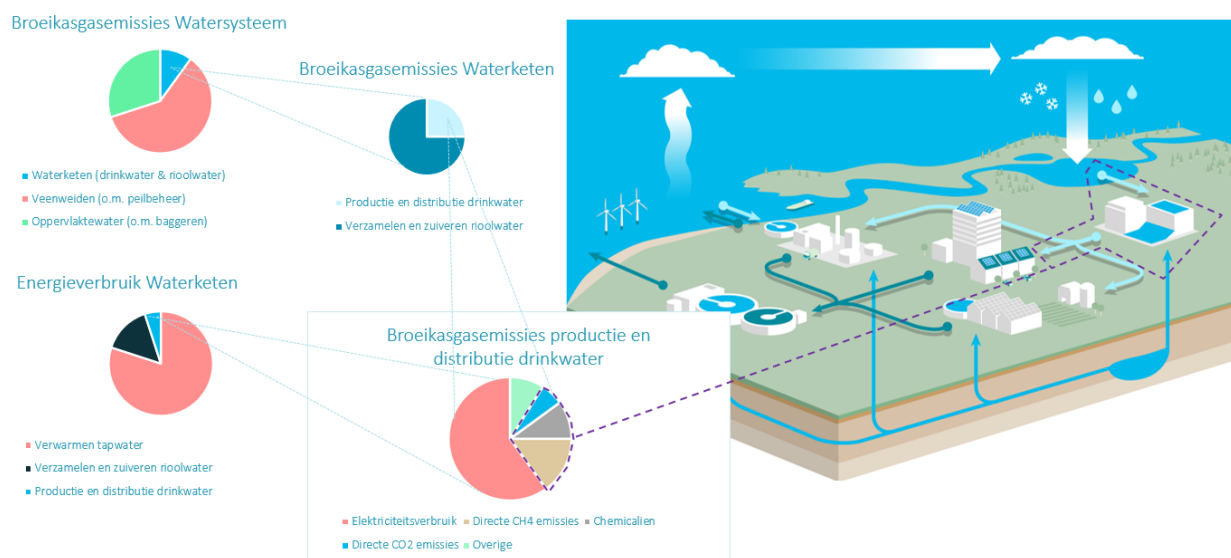
1. Winmiddelen in de bron tot de watermeter bij de eindgebruiker.
2. Winmiddelen in de bron tot de tap bij de eindgebruiker (binnenshuis).
3. De waterketen: Winmiddelen in de drinkwater bron (incl. productie, distributie, binnenshuis) t/m zuivering rioolwater.
4. Watersysteem (waterketen + bronnen + landgebruik/peilbeheer).

Figuur 4: Opties voor de ruimtelijke afbakening van ambities

Voor het berekenen van de eigen broeikasgasemissies gebruiken de meeste waterbedrijven (i) de winmiddelen in de bron en (ii) de watermeter bij de eindgebruiker om de fysieke systeemgrenzen te bepalen (Figuur 4, Optie 1). Aan de andere kant wordt de hele wereld meegenomen als systeem voor het berekenen van vermeden emissies en compensatiemaatregelen. Dit verschil in systeemgrenzen is gebruikelijk en het maakt emissiehandel mogelijk.

Het primaire doel van klimaatneutraliteit is klimaatmitigatie, en het klimaatsysteem is mondiaal, dus de systeemgrenzen voor compensatiemaatregelen zijn verdedigbaar. De systeemgrenzen voor het bepalen van de eigen broeikasgasemissies (Figuur 4, Optie 1) zijn echter betwistbaar. Als klimaatmitigatie nog steeds het achterliggende doel is, dan is het belangrijk om te constateren dat de grootste potentie voor reductie van broeikasgasemissies uit de waterketen buiten deze systeemgrenzen valt (Figuur 5).





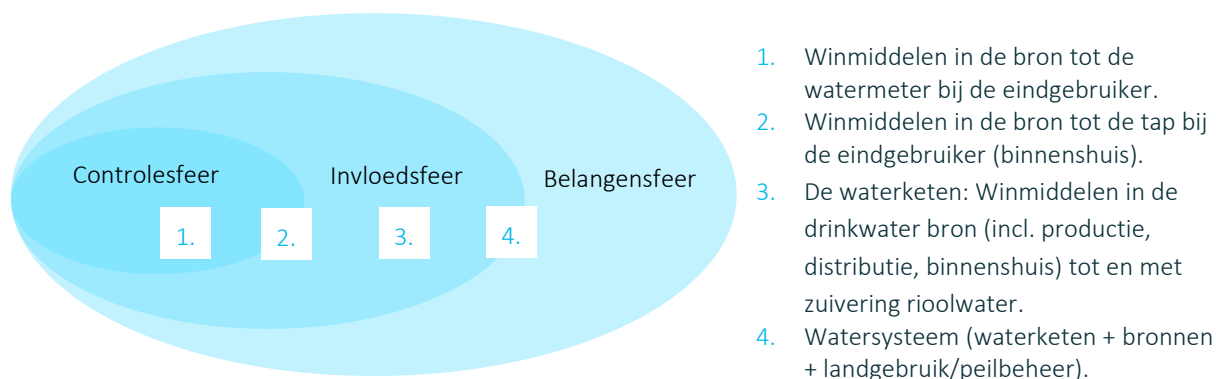
*Figuur 5: De directe emissies die ontstaan bij de productie en distributie van drinkwater zijn de kleinste fractie van de kleinste fractie van de broeikasgasemissies van het watersysteem als geheel*

De broeikasgasemissies van de waterketen, inclusief de productie en distributie van drinkwater en het verzamelen en zuiveren van rioolwater, maken het kleinste deel uit van de emissies van het watersysteem als geheel (Figuur 4, Optie 4)<sup>14,15</sup>. Peilbeheer heeft veel meer impact. En als de systeemgrenzen beperkt worden tot de waterketen (Figuur 4, Optie 3) dan is het energieverbruik voor het verwarmen van tapwater binnenshuis aanzienlijk groter dan het energieverbruik stroomopwaarts (productie en distributie drinkwater) en stroomafwaarts (verzamelen en zuiveren rioolwater) opgeteld. In verhouding tot de broeikasgasemissies die veroorzaakt worden door het verzamelen en zuiveren van rioolwater zijn de emissies van het verzamelen en zuiveren van drinkwater ook relatief klein. Rioolwaterzuivering draagt veel meer bij. En zelfs wanneer de systeemgrenzen worden afgebakend van de winmiddelen in de bron en tot de watermeter bij de eindgebruiker (Figuur 4, Optie 1) dan hebben de directe emissies, bijvoorbeeld tijdens grondwaterwinning, het kleinste aandeel. De meeste emissies van bron tot watermeter komen door het gebruik van elektriciteit, en deze emissies ontstaan op de plek waar de elektriciteit gegenereerd wordt.

Het is logisch dat assetmanagers van waterbedrijven het systeem afbakenen van bron tot watermeter. Binnenshuisinstallaties zijn geen assets van waterbedrijven. En daar houden de formele verantwoordelijkheden ook op. Maar de invloedssfeer van de waterbedrijven is veel groter dan de controlesfeer (Figuur 6) en in beleidsdocumenten wordt 'een klimaatneutrale waterketen' regelmatig genoemd. Uiteindelijk is klimaatneutraliteit een middel voor de mitigatie van klimaatverandering, en dus is het van belang om te kijken naar de plekken waar er de meeste potentie is voor emissiereductie en maatschappelijke meerwaarde.

<sup>14</sup> Roest, K., Hofman, J., & van Loosdrecht, M. (2010). De Nederlandse watercyclus kan energie opleveren. H2O, 43(25), 47.

<sup>15</sup> Frijns, J., Mulder, M., & Roorda, J. (2008). Towards a climate-neutral water cycle; Op weg naar een klimaatneutrale waterketen. STOWA-2008-17



*Figuur 6: De onderdelen van het watersysteem waar het meeste potentie is voor emissiereductie liggen buiten de controlesfeer van waterbedrijven, maar wel binnen de invloedsfeer*

Andere publieke organisaties (Gemeenten, Waterschappen, Rijkswaterstaat) zijn verantwoordelijk voor het watersysteem en voor het verzamelen en zuiveren rioolwater, dus voor dit project van de waterbedrijven worden opties 3 en 4 uitgesloten. De keuze om de emissies veroorzaakt door het verwarmen van tapwater binnenshuis wel/niet mee te nemen is echter een kwestie van taakopvatting en strategie. Het is aan de individuele waterbedrijven om hierin een keuze te maken en één van de doelen van dit project is om de voor- en nadelen van de alternatieven inzichtelijk te maken. Daarom is in overleg met de themagroep besloten beide opties mee te nemen in de analyses. Tijdens de backcasting worden twee routes uitgestippeld: één met en één zonder ambities van de waterbedrijven aangaande maatregelen achter de watermeter.

### **3.2 Specificering van het soort emissies die de ambities tot klimaatneutraliteit betreffen**

Naast de temporele reikwijdte en ruimtelijke afbakening van de ambities van waterbedrijven is het nodig om de aard van emissies specifiek te duiden. Bijvoorbeeld, klimaatneutraliteit gaat eigenlijk over meer types broeikasgassen dan koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) alleen. Daarom is tijdens dit project gekozen voor de term 'klimaatneutraal' in plaats van 'CO<sub>2</sub>-neutraal'.

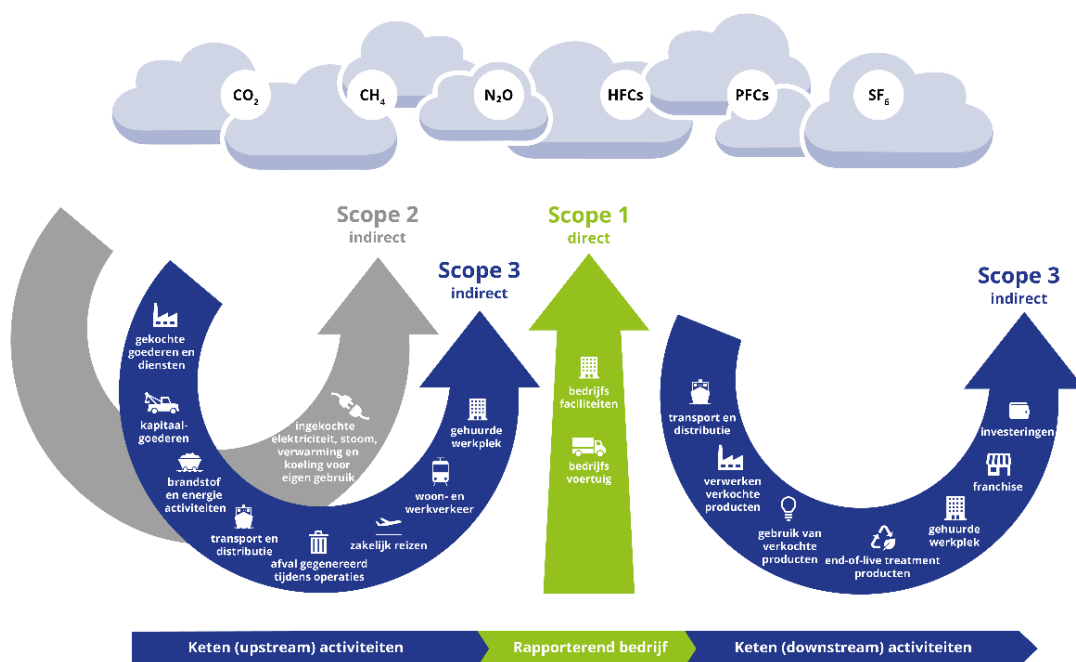
De volgende broeikasgassen zijn inbegrepen in de ambities, waarbij alles wordt omgezet in CO<sub>2</sub>-equivalenten<sup>16</sup>:

- Koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>);
- Methaan (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>-equivalent: 28);
- Lachgas (N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>-equivalent: 265);
- Chloorfluorkoolstofverbindingen (6 (CFK) HFC-134a, CFC-11 en CF<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>-equivalent: 5700 tot 11900)

De waterbedrijven kijken breder dan alleen naar de directe emissies van bovenstaande broeikasgassen in de eigen bedrijfsvoering. Hiervoor gebruiken ze de "GHG Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard"; 's werelds meest gebruikte protocol voor CO<sub>2</sub>-boekhouding<sup>17</sup>. De Scope 3 Standard houdt rekening met emissies uit de hele waardeketen, zowel direct als indirect, stroomopwaarts en stroomafwaarts (Figuur 7).

<sup>16</sup> Oosterholt, F. van den Brand, T. (2020). Berekening CO<sub>2</sub>-voetafdruk van drinkwaterbedrijven. KWR | PCD 11:2020

<sup>17</sup> Corporate Value Chain (Scope 3) Standard: <https://ghgprotocol.org/standards/scope-3-standard>. Geraadpleegd op 20 juni 2022.



Figuur 7: De Scope 3 Standard voor CO<sub>2</sub>-boekhouding van emissies uit de hele waardeketen <sup>18</sup>

Dit protocol maakt onderscheid tussen de directe emissies van de eigen bedrijfsvoering (Scope 1), de indirecte emissies door inkoop van elektriciteit, warmte en koude (Scope 2), en de indirecte emissies van ingekochte chemicaliën en van afvalverwerking (Scope 3). In de volgende projectactiviteit worden per scope de strategische activiteiten en maatregelen verder uitgewerkt. Voor het duiden van de ambities van de waterbedrijven zijn de scopes gespecificeerd met een aantal voorbeelden. De ambities aangaande klimaatneutraliteit zijn inclusief alledrie de scopes:

- Scope 1** Directe emissies van de drinkwaterbedrijven: CH<sub>4</sub> & CO<sub>2</sub> tijdens grondwaterwinning; Emissies van boilers (aardgas); Emissies van noodaggregaten; Eigen wagenpark.
- Scope 2** Emissies door het gebruik van elektriciteit, bijvoorbeeld voor pompen, met het verschil dat de emissies plaatsvinden op de plek waar de elektriciteit gegenereerd wordt.
- Scope 3** Indirecte emissies van de bedrijfsvoering: vliegreizen; chemicaliën; transport door derden (leveranciers van chemicaliën); transport van reststoffen; drinkwaterproductiegebouwen en kantoren van drinkwaterbedrijven (vastgoed); drinkwaterinfrastructuur; natuurgebieden/terreinen in beheer van de drinkwaterbedrijven (emissies bij veengebieden); papier- en kantoorbenodigdheden.

Bij de scope 1 emissies wordt onderscheid gemaakt tussen koolstof van fossiele oorsprong (lang-cyclisch) en koolstof van biomassa (kort-cyclisch). Er wordt alleen gekeken naar emissies die leiden tot verhoging van broeikasgasconcentraties in de atmosfeer.

### 3.3 De onderliggende waarden en motivaties achter de ambities

Als laatste is gekeken naar de beleidscontext van aanleidingen voor de ambities voor klimaatneutraliteit. Over het algemeen zijn deze ambities verbonden aan bredere ambities inzake duurzaamheid van het waterbedrijf. Dit is een belangrijke en positieve conclusie, want duurzaamheidsambities zijn doorgaans te nauw gefocust op koolstofemissies (Figuur 8). Door de beoogde veranderingen in samenhang te beschouwen kunnen de bedrijven meer efficiënt en effectief zijn in het realiseren van duurzaamheid.

<sup>18</sup> Deze 'Scope 3 standard' figuur van <https://ghgprotocol.org/> is onderdeel van de GHG Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard en is in het Nederlands vertaald door Ekwadraat <https://ekwadraat.com>

Duurzaamheid is echter een ambigu, overkoepelend concept dat ecologische, sociale, en economische waarden omvat. Voor de analyse van ambities is dieper gekeken naar specifieke waarden. Deze waarden zijn onderverdeeld in vijf hoofdcategorieën op basis van BTO WICE onderzoek over het operationaliseren van duurzaamheidsconcepten<sup>19</sup>, geïnspireerd door het Six Capitals Model<sup>20</sup> en de Donut Economie<sup>21</sup>. Kort samengevat zijn de ambities voor 'klimaatneutraliteit in 2050' verbonden aan vier strategisch doelen: (1) mitigatie van klimaatverandering; (2) energieonafhankelijkheid; (3) efficiëntie en kostenbesparing, en (4) naleving van opgelegde targets. Ter afsluiting van de conclusies staan de hieronder de onderliggende waarden beschreven. Het streven naar klimaatneutraliteit is deels gemotiveerd door deze waarden:

#### Sociaal

Maatschappelijke welvaart en kwaliteit van het leven voor burgers, inclusief waarden als volksgezondheid, veiligheid, comfort, inclusiviteit, solidariteit, betrouwbaarheid, en esthetische waarde maar ook de waarde van een gunstig vestigingsklimaat voor bedrijven.

#### Ecologisch

Waarden zoals biodiversiteit en ecosysteemdiensten maar ook esthetiek en het intrinsieke waarde van natuur en alle levensvormen. Een antropocentrische motivatie om regeneratief, binnen de planetaire grenzen/draagkracht van de aarde te blijven, is om maatschappelijke instorting te voorkomen (soort-/zelfpreservatie als motivatie).

#### Efficiëntie

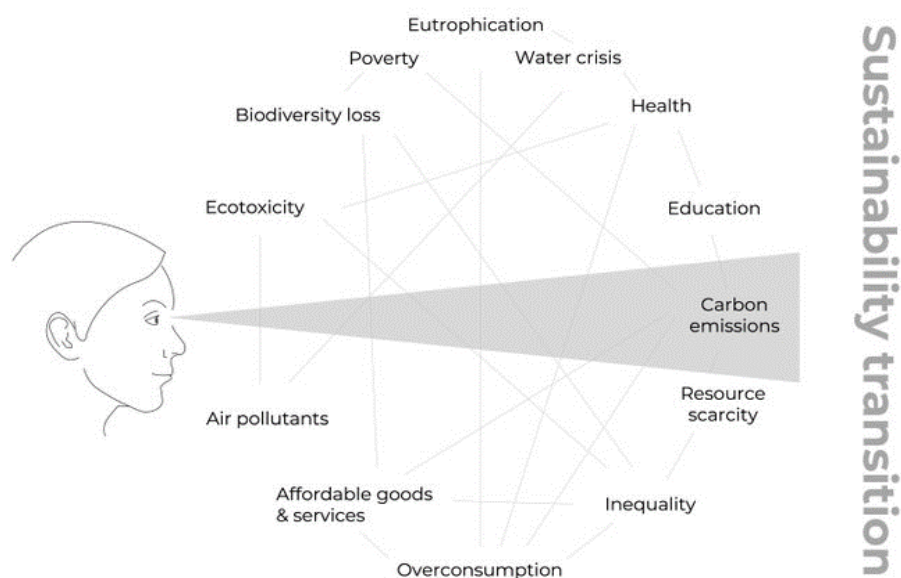
Het bereiken van zoveel mogelijk met zo weinig mogelijk middelen. Denk aan economische en financiële waarden en doelen zoals kostenbesparing.

#### Conformisme

Voldoen aan opgelegde nationale en Europese beleid, ambities, en targets (al dan niet juridisch vastgelegd) en het naleven van afspraken. Naast de verplichtingen wordt de imago en reputatie van de organisatie als waarden hieronder gevat.

#### Eigen kracht en zelfstandigheid

Kwaliteiten van de waterorganisatie zelf, zoals effectiviteit, veerkracht en robuustheid: een organisatie die daadkrachtig, doeltreffend, onaangetast en volwaardig is. Sommige organisaties streven naar zelfvoorzienendheid terwijl anderen meer op een veerkrachtig netwerk richten (in plaats van autonomie).



Figuur 8: Koolstoftunnelvisie is nadelig voor de duurzaamheidstransities<sup>22</sup>

<sup>19</sup> Dorssen, A.J. van Alphen, H.J. van. (2020). *Meervoudige waardecreatie voor de watersector*. BTO rapport - BTO 2020.016

<sup>20</sup> <https://www.integratedreporting.org/what-the-tool-for-better-reporting/get-to-grips-with-the-six-capitals/>. Geraadpleegd op 20 juni 2022.

<sup>21</sup> <https://www.kateraworth.com/doughnut/>. Geraadpleegd op 20 juni 2022.

<sup>22</sup> Konietzko, J. (2021). *Carbon Tunnel Vision*. <https://digitally.cognizant.com/moving-beyond-carbon-tunnel-vision-with-a-sustainability-data-strategy-codex7121>

# 4 Strategische oplossingen voor klimaatneutraliteit

## 4.1 Categorieën van maatregelen

Waterbedrijven overwegen diverse maatregelen om klimaatneutraliteit te bereiken. Voor backcasting is het nodig om strategische oplossingen te definiëren die bestaan uit verschillende combinaties van maatregelen. Om de maatregelen te bundelen in verschillende soorten strategieën, zijn passende categorieën van maatregelen onderzocht. Het startpunt voor het definiëren van categorieën maatregelen, was de doelen waaraan ze bijdragen.

Vanuit operationeel perspectief is klimaatneutraliteit een doel, terwijl vanuit strategisch perspectief het eerder een middel is. Er zijn verschillende strategische doelen en beleidsstandpunten waar klimaatneutraliteit aan bijdraagt, die op hun buurt aan bepaalde waarden, normen, rolopvattingen en belangen bijdragen. In Hoofdstuk 3.3 staat meer informatie over deze onderliggende waarden. Iets concreter dan de voornoemde onderliggende waarden, zijn de strategische doelen waar klimaatneutraliteit aan bijdraagt. Dit zijn de doelen die waterbedrijven noemen in hun plannen en beleidsdocumenten:

1. mitigatie van klimaatverandering
2. (energie)onafhankelijkheid
3. efficiëntie en kostenbesparing
4. naleving van afspraken/wetgeving

Er is eerst gekeken of een categorisering van de maatregelen aan de hand van deze doelen tot meer inzicht leidt. Het lijkt logisch om de verschillende strategische oplossingen te definiëren aan de hand van de onderliggende strategische doelen. Maar de vier strategische doelen zijn te overlappend om als kapstok te dienen. Bijvoorbeeld, 'zonne- of windenergie opwekken' draagt bij aan alle vier de doelen, dus het is niet logisch om deze maatregel onder één doel te scharen. Bovendien hoeven de waterbedrijven niet te kiezen tussen deze vier strategische doelen; ze sluiten elkaar niet uit en het is juist doelmatig om ze integraal aan te pakken. Tegelijkertijd heeft de onderlinge prioritering van deze doelen wel veel impact op de uitkomsten. Bijvoorbeeld, een recente scenariostudie<sup>23</sup> over energieonafhankelijkheid laat zien dat volledige energieonafhankelijkheid geen realistisch of zelfs wenselijk toekomstbeeld is voor de Nederlandse drinkwaterbedrijven. De kosten en het ruimtebeslag zijn te groot: efficiëntie en kostenbesparing moeten ook worden meegewogen en voor de mitigatie van klimaatverandering is onafhankelijkheid ook geen vereiste.

De "GHG Corporate Value Chain Accounting and Reporting Standard" (Figuur 7)<sup>24</sup> definieert drie "scopes" die wel voldoende onderscheidend zijn om als categorieën te dienen voor de inventarisatie van maatregelen (Tabel 1). De drie scopes zijn als volgt gedefinieerd:

- Scope 1:** Directe emissies van de drinkwaterbedrijven: CH<sub>4</sub> & CO<sub>2</sub> tijdens grondwaterwinning; emissies van boilers (aardgas); emissies van noodaggregaten; eigen wagenpark.
- Scope 2:** Emissies door het gebruik van elektriciteit, bijvoorbeeld voor pompen, met het verschil dat de emissies plaatsvinden op de plek waar de elektriciteit gegenereerd wordt.
- Scope 3:** Indirecte emissies van de bedrijfsvoering: vlieguren; chemicaliën; transport van derden (leveranciers van chemicaliën); transport van reststoffen; drinkwaterproductiegebouwen en kantoren van drinkwaterbedrijven (vastgoed); drinkwaterinfrastructuur; natuurgebieden/terreinen in beheer van de drinkwaterbedrijven (emissies bij veengebieden); papier- en kantoorbenodigdheden.

<sup>23</sup> Bakker, D. (2022). *BTO Trendalert: Energieonafhankelijkheid drinkwaterbedrijven*. BTO 2022.060

<sup>24</sup> Corporate Value Chain (Scope 3) Standard: <https://ghgprotocol.org/standards/scope-3-standard>. Geraadpleegd op 20 juni 2022.

Scope 1 <sup>25</sup>		Scope 2		Scope 3	
M01	Methaanafvang bij grondwaterwinning	M05	Inkoop groene stroom	M13	Reductie van CO <sub>2</sub> -emissies door aanpassing van chemicaliënverbruik
M02	Methaanafvang bij zuiveringsproces	M06	Zonne- of windenergie opwekken op het terrein	M14	Duurzame aanbesteding chemicaliën (actief kool, natronloog) zoals in Blauwenetten cases
M03	Vermijden N <sub>2</sub> O met vervanging lucht door O <sub>2</sub> bij O <sub>3</sub> -productie	M07	Optimaliseren van druk in de leidingen voor energiebesparing	M15	CO <sub>2</sub> -dosering in plaats van zoutzuur om pH correctie uit te voeren na ontharding
M04	Overstappen van diesel naar aardgas / eigen groengas installaties	M08	Meest rendabele pompen gebruiken en optimaliseren	M16	Investeren in membraantechnologie (verminderd chemicaliënverbruik)
		M09	Vlakke procesvoering realiseren en betere monitoring en sturing	M17	Lokaal kalkmelk aanmaken in plaats van inkopen
		M10	Installeren van turbines in ruwwaterleidingen waar er hoogteverschillen zijn	M18	Industrieel CO <sub>2</sub> vervangen door biologisch gewonnen CO <sub>2</sub>
		M11	Pomp als turbine (PAT)	M19	Hergebruik van reststoffen (bijvoorbeeld: calciet als entmateriaal ontharding)
		M12	Water- en energieverbruiksmeter voor de douche geleverd aan klanten en medewerkers	M20	Nanofiltratie in plaats van pelletreactor voor centrale ontharding.
		M29	Balanceren van de vraag van drinkwater en beschikbaarheid van elektrische energie	M21	Centrale ontharding (vermeden emissies elders) <sup>26</sup>
				M22	OV, fietsprojecten voor medewerkers
				M23	Elektrische auto's beschikbaar stellen voor werknemers
				M24	De vervanging/aanleg van drinkwater infrastructuur optimaliseren op CO <sub>2</sub> -uitstoot (door materiaalkeuze, leggen ven leidingen, verwerken van grondstof)
				M25	Geavanceerde zuiveringstechnologie/zuiveringsstap (moeten) toepassen
				M26	Verhandelen: water met de laagste klimaatvoetafdruk van een andere productielocatie/bedrijf inkopen
				M27	Emissiereductiecertificaten kopen (compensatiemaatregelen)
				M28	Communicatie- / bewustzijns campagne
				M30	Reststoffen uit het drinkwaterproductieproces gebruiken <sup>27</sup>
				M31	Operationele emissies van aannemers verlagen

Tabel 1: Maatregelen die waterbedrijven overwegen om klimaatneutraliteit te bereiken gebundeld per scope

In Tabel 1 staan de maatregelen die waterbedrijven overwegen om klimaatneutraliteit te bereiken, ingedeeld per scope. Het leeuwendeel van de broeikasgasemissies van waterbedrijven komt door elektriciteitsverbruik (Scope 2). Daarom is één van de populairste maatregelen M06 (het opwekken van zonne- of windenergie op eigen terrein)

<sup>25</sup> Kort cyclisch CO<sub>2</sub> wordt uitgesloten. Dus ook van biologische processen in de zuivering.

<sup>26</sup> De CO<sub>2</sub>-winst van centrale ontharding wordt bij de klant behaald en niet bij het bedrijf zelf. Door (meer) te gaan ontharden, wordt er juist meer energie gebruikt (en dus CO<sub>2</sub> geproduceerd) bij het waterbedrijf. De energiewinst bij klanten is echter vele malen groter, door verwachte verminderd chemicaliën- en elektriciteitsverbruik, en langdurige levensduur van apparaten. (Snip, L. et al., 2017).

<sup>27</sup> Deze vermeden emissies zijn voor de afnemer van de reststoffen/warmte, en niet voor het drinkwaterbedrijf.



aangevuld met M05 (de inkoop van groene stroom). Er zijn andere maatregelen die overwogen worden om de broeikasgasemissies van elektriciteitsverbruik te verminderen. Bijvoorbeeld, het (bij)stoken van biomassa wordt wel vaker overwogen terwijl er nog twijfels zijn over geothermie, omdat dit ook risico's met zich meebrengt voor de grondwatervoorraden. Gezien de beperkte mogelijkheden voor het balanceren van vraag en opwekking van elektriciteit<sup>28</sup> is energieonafhankelijkheid echter (nog) geen haalbaar toekomstbeeld voor waterbedrijven, ook met al deze maatregelen inbegrepen. Dit betekent dat samenwerking met de energiebedrijven een kansrijkere strategie is dan proberen alles op te lossen op het eigen terrein.

Scope 3 emissies, zoals de emissies die leveranciers veroorzaken met het transport van chemicaliën voor de waterzuivering, zijn de indirecte emissies van de bedrijfsvoering. Onder de scope 3 maatregelen in tabel 1 staat ook emissiereductiecertificaten kopen (M27), terwijl dit eigenlijk een compensatiemaatregel is en strikt gezien niet scope 3. Onder compensatiemaatregelen wordt bijvoorbeeld ook de aanplant van bomen inbegrepen. Er is overwogen om naast Scope 1 t/m 3 ook scope 4<sup>29</sup> te introduceren voor vermeden emissies en compensatiemaatregelen. Dit is een relatief nieuw concept dat ambiguïteit met zich mee kan brengen. Bijvoorbeeld, kunnen waterbedrijven 'vermeden emissies' meerekenen doordat ze voorkomen dat meer mensen flessenwater kopen, gezien flessenwater een grotere klimaatvoetafdruk heeft dan kraanwater? Het meerekenen van vermeden emissies elders door bestaande centrale onthardingsinstallaties ook een grensgeval. De risico bestaat dat dit soort concepten misbruikt worden voor creatieve boekhouding en 'greenwashing' (iets wat allang bestaat als klimaatmaatregel doen voorkomen). Daarom is bewust minder nadruk gelegd op scope 4 in dit project.

Onder de scope 3 maatregelen in tabel 1 staat ook een 'wildcard' (M25). Dit is een benodigde maar ongewenste maatregel die juist meer broeikasgasemissies veroorzaakt. Het hypothetisch ongewenst scenario betreft een toekomstige ontwikkeling inzake de bronwaterkwaliteit waardoor een extra zuiveringsstap moet worden toegevoegd. Denk aan een nieuwe stof in de bron, of nieuwe wetgeving over waterkwaliteit. PFAS is een actueel voorbeeld. De wildcard is geïntroduceerd om de integraliteit van de duurzaamheidsopgaves voor een klein deel na te bootsen. Wat gebeurt als we ons blindstaren op klimaatneutraliteit en onvoldoende aandacht hebben voor bronbescherming? Net zoals M27 past de wildcard (M25) strikt gezien ook niet binnen scope 3. Deze twee maatregelen zijn rood gemarkeerd in Tabel 1 om dit aan te geven.

## 4.2 Verschillende strategieën voor klimaatneutraliteit

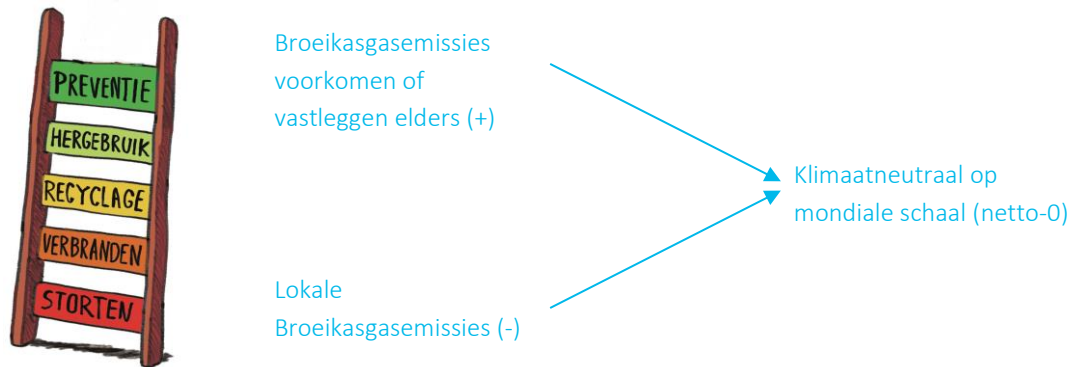
De losse maatregelen in Tabel 1 dienen als inventarisatie, maar voor de backcastingactiviteiten is ook een beperkt aantal strategieën nodig als vertrekpunt. Deze strategieën zijn nodig om routes uit te zetten tussen de gewenste toestanden in 2050 en de huidige toestanden in 2022. De 'Scope 3 Standard' onderscheidt drie categorieën aan de hand waarvan de emissies plaatsvinden. Dit is een relevant kenmerk en tegelijkertijd baseren de waterbedrijven hun werkelijke strategieën op meerdere afwegingen dan alleen de scope van de emissies. Maatregelen worden breder beoordeeld, waarbij broeikasgasemissie maar één aspect is.

De meeste waterbedrijven hebben de ambitie om eerst gecertificeerd klimaatneutraal te worden en daarmee te voldoen aan de (opgelegde) nationale en Europese beleidsdoelen. Doorgaans worden externe compensatiemaatregelen hiervoor ingezet (netto-nul). Tegelijkertijd werken ze op eigen snelheid aan maatregelen die haalbaar en betaalbaar zijn om de eigen emissies werkelijk te verlagen. Om deze twee sporen (met en zonder compensatiemaatregelen) in de ambities van waterbedrijven helder te differentiëren, maken we gebruik van 'De Ladder van Lansink' (Figuur 9) die zijn oorsprong heeft in het begin van de milieubeweging rond 1970. De logica van dit denkmodel is decennia oud en komt overeen met verschillende recente modellen voor (het beperken van)

<sup>28</sup> Bakker, D. (2022). *BTO Trendalert: Energieonafhankelijkheid drinkwaterbedrijven*. BTO 2022.060

<sup>29</sup> <https://www.pwccn.com/en/industries/private-equity/responsible-investment/scope-4-here-jun2022.html>. Geraadpleegd op 20 juni 2022.

grondstoffengebruik en emissies, zoals het 10 R-model<sup>30</sup> en het vlindermodel<sup>31</sup> van de Ellen MacArthur Foundation.



Figuur 9: De Ladder van Lansink<sup>32</sup> aangevuld met emissiehandel

Het basisbeginsel van alle modellen is dat het vermijden en het verminderen van emissies (preventie; refuse and reduce) efficiënter en effectiever is dan hergebruik. Storten/uitstoot is in alle gevallen onwenselijk. Wat ontbreekt in deze modellen is het marktinstrument 'emissiehandel'<sup>33</sup>. Emissiehandel is een combinatie van 'storten' en 'preventie' waarbij uitstoot op één plek gecompenseerd wordt met preventie elders en/of op een ander moment. Preventie kan zijn het voorkomen of vastleggen van emissies die anders plaats zouden vinden, bijvoorbeeld door de aanplant van planten die CO<sub>2</sub> opnemen. Er wordt gestreefd naar 'neutraliteit' als netto-effect. Toch is net-zero heel wat anders dan zero emissies. Emissiehandel kan wel tot preventie/reductie leiden als het plafond voor de totale hoeveelheid emissies steeds omlaag wordt gesteld. Het voorbeeld van hoe een dergelijk emissieplafond kan werken is het "cap-and-trade" systeem dat onderdeel uitmaakte van de Amerikaanse 'Clean Air Act' (1990), waarbij emissierechten voor zwaveldioxide en stikstofoxides werden verhandeld om zure regen tegen te gaan.<sup>34</sup>

Een voordeel van emissiehandel is dat het mondiale klimaatsysteem als één geheel wordt beschouwd. Dit maakt duidelijk dat activiteiten elders, hier gevolgen hebben en andersom. Emissiehandel maakt het ook mogelijk om de investeringen in klimaatneutraliteit te beleggen daar waar het efficiënt te realiseren is, in plaats van tijd, energie en geld te verspillen om het onderste uit de kan te halen op een plek waar dat veel lastiger is. Dit is een relevante punt voor waterbedrijven, die relatief weinig broeikasgassen uitstoten. De emissies van het opwarmen van tapwater binnenshuis en van het verzamelen en zuiveren van rioolwater, zijn meer bepalend voor de klimaatneutraliteit van de waterketen. Het grootste onderscheid tussen de verschillende strategieën voor klimaatneutraliteit, is daarom of de waterbedrijven wel/niet broeikasgasemissies proberen te verminderen die achter de watermeter veroorzaakt worden (Figuur 2: Ruimtelijke afbakening eigen emissies).

Een risico van emissiehandel is dat de lokale emissies niet werkelijk gecompenseerd worden met het voorkomen of het vastleggen van emissies elders. De lasten worden opgeschoven in de ruimte (van rijke, geïndustrialiseerde landen die veel broeikasgassen uitstoten, naar armere landen) en in de tijd (van emissies vandaag naar beloftes over vastlegging in de toekomst, bijvoorbeeld CO<sub>2</sub>-opslag over de levensduur van bomen).<sup>35,36</sup> Dit resulteert in internationale en intergenerationele ongelijkheid. Compensatiemaatregelen zijn ook moeilijk te controleren. Bijvoorbeeld, CO<sub>2</sub>uitstoot van fossiele oorsprong kan niet worden gecompenseerd met vastlegging in biomassa, want het netto-effect is meer atmosferisch CO<sub>2</sub> en dus meer klimaatverandering. Regelmatig gebruiken technieken voor compensatie en recyclage toch wel vermenging van kort-cyclisch en lang-cyclisch CO<sub>2</sub> op deze manier om

<sup>30</sup> <https://www.rvo.nl/onderwerpen/r-ladder>. Geraadpleegd op 20 juni 2022.

<sup>31</sup> <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram>. Geraadpleegd op 20 juni 2022.

<sup>32</sup> Lansink, A. (1979). Motie in de Tweede Kamer voor een nieuwe werkwijze voor afvalbeheer op basis van de afvalhiërarchie.

<sup>33</sup> <https://www.emissieautoriteit.nl/onderwerpen/wat-is-emissiehandel>. Geraadpleegd op 20 juni 2022.

<sup>34</sup> <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/the-political-history-of-cap-and-trade-34711212/>. Geraadpleegd op 20 juni 2022.

<sup>35</sup> Sovacool, B. K. (2011). Four problems with global carbon markets: a critical review. *Energy & environment*, 22(6), 681-694.

<sup>36</sup> Okereke, C. (2018). Equity and justice in polycentric climate governance. *Governing climate change: Polycentricity in action*, 320-337.

rendabel te zijn.<sup>37</sup> Bovendien blijft compensatie een nulsomspel, terwijl emissiereductie nodig is voor de mitigatie van klimaatverandering. Daarnaast kunnen compensatiemaatregelen de urgentie wegnemen om lokale emissies werkelijk te verminderen of vermijden. Door bovengenoemde afwegingen is het een ingewikkelde keuze om compensatie wel/niet op te nemen in de strategische oplossingen voor klimaatneutraliteit. Daarom staat het als optie in het morfologische veld van strategische oplossingen (Tabel 2: Ruimtelijke afbakening eigen oplossingen).

Naast de kwestie of waterbedrijven oplossingen willen zoeken voor emissies buiten de eigen controlesfeer, leeft de vraag of waterbedrijven niet beter kunnen investeren in andere duurzaamheidsmaatregelen, bijvoorbeeld tegen de toxische druk van giftige stoffen in drinkwaterbronnen en de resulterende gezondheidsrisico's en biodiversiteitsverlies. De onderliggende waarden (waarvoor de verschillende maatregelen worden ingezet) zijn interessant om deze keuzes te begrijpen en te bepalen. In Hoofdstuk 3.3 staan vijf onderliggende waardecategorieën beschreven: sociaal; ecologisch; efficiëntie; conformisme, en eigen kracht/zelfstandigheid. Sommige maatregelen voor klimaatneutraliteit, zoals duurzame aanbesteding van chemicaliën (actief kool, natronloog) of realisatie van vlakke procesvoering, dragen bij aan meerdere waarden. Een fundamentele manier om verschillende strategische routes naar klimaatneutraliteit te onderscheiden, is op basis van welke waarden leidend zijn (Tabel 2). Door verschillende keuzes te maken tussen deze waarden en afbakeningen (Tabel 2: per kolom kiezen tussen de opties in de rijen) zijn twee strategische oplossingen voor klimaatneutraliteit ontwikkeld.

<b>Leidende waarden voor de strategie klimaatneutraliteit</b>	▼	<b>Ruimtelijke afbakening eigen emissies</b>	▼	<b>Afbakening van types emissies</b>	▼	<b>Ruimtelijke afbakening eigen oplossingen</b>	▼
De eigen kracht, efficiëntie en zelfstandigheid van het waterbedrijf	▲	Winmiddelen in de bron tot watermeter bij eindgebruiker	▲	Scope 1	▲	Uitstoot voorkomen en/of vastleggen lokaal	▲
Ecologische duurzaamheid, het intrinsieke waarde van natuur en biodiversiteit. Voor CO <sub>2</sub> : mitigatie via de klimaatvoetafdruk van huishoudelijk watergebruik		Winmiddelen in de bron tot tap binnenshuis bij eindgebruiker		Scope 1+2		Uitstoot accepteren lokaal + voorkomen en/of vastleggen elders	
Andere prioriteiten: maatschappelijke welvaart, volksgezondheid, veiligheid, comfort, kwaliteit van het leven voor burgers. Voor CO <sub>2</sub> : imago, reputatie, conformisme, afspraken naleven	▼	Winmiddelen in de bron tot zuivering rioolwater	▼	Scope 1+2+3	▼	Een combinatie van bovenstaande opties	▼

Tabel 2: Morfologische veld van strategische opties met strategie 1 (donkergrijs) en strategie 2 (lichtgrijs)

Twee strategische oplossingen zijn gedefinieerd door coherente combinaties te maken van de strategische opties in Tabel 2 (donkergrijs: strategie 1; lichtgrijs; strategie 2). Dit is het resultaat van Activiteit 2: Strategische oplossingen voor klimaatneutraliteit in kaart brengen. In het volgende hoofdstuk staan de resultaten van de backcasting beschreven, waarin deze twee strategische oplossingen vertaald zijn in een routekaart voor 2050.

<sup>37</sup> <https://carbonmarketwatch.org/2022/01/10/a-sustainable-carbons-cycle-or-a-vicious-emissions-cycle/>. Geraadpleegd op 20 juni 2022.

# 5 Backcasting om de impact van de oplossingen uiteen te zetten

## 5.1 Vertrekpunten voor de backcasting

De algemene backcastingmethode staat beschreven in Hoofdstuk 2.2. Deze benadering helpt beslissers en managers om langetermijnambities centraal te stellen om zo te voorkomen dat ze uitsluitend strategieën inzetten die de problemen van vandaag oplossen, waardoor de lange-termijn uitdagingen zich blijven opstapelen. Het levert ook andere inzichten op dan visies of routekaarten die gemaakt zijn op basis van projecties vanuit de huidige stand van zaken (forecasting). In dit hoofdstuk worden de resultaten van de backcasting beschreven, samen met een aantal specifieke methodologische keuzes en opbrengsten die sterk samenhangen met de resultaten.

Op basis van de documentenanalyses en gesprekken is een aantal vertrekpunten voor de backcasting bepaald:

- Het achterliggende doel van klimaatneutraliteit is klimaatmitigatie (Hoofdstuk 1.1).
- De stip op de horizon voor de backcasting is “klimaatneutraliteit in 2050” (Hoofdstuk 3.1).
- De waterbedrijven willen twee strategieën verkennen: één met en één zonder ambities aangaande maatregelen achter de watermeter (Hoofdstuk 3.1).
- De keuze van wanneer welke maatregel geïmplementeerd wordt, is case-specifiek. De aannames voor dit project staan vermeld in Bijlage 1. Er wordt uitgegaan van een specifieke levensduur van bestaande assets (elektra-10 jaar; mechanische infra-25 jaar; pompen-30 jaar; gebouwen-50 jaar; leidingen-80 jaar).
- Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee strategieën, op basis van welke waarden leidend zijn.
- Het is de bedoeling om inzichtelijk te maken wat de voor- en nadelen zijn van de twee strategieën als het om integraal assetmanagement gaat, waarbij de assetmanagers de ambities wat betreft klimaatneutraliteit willen verwezenlijken op een synergetische manier, afgestemd op andere ontwikkelingen en doelstellingen.

De twee strategieën voor het realiseren van klimaatneutraliteit in 2050 zijn:

### Strategie 1: Eigen emissies eerst

Drinkwater is een eerste levensbehoefte. Het drinkwaterbedrijf stelt de directe waarde van drinkwater voor de volksgezondheid voorop. Een gunstig vestigingsklimaat voor bedrijven is ook een pre. Klanttevredenheid is belangrijk, dus comfort en kwaliteit van het leven zijn relevante waarden. Bedreigingen voor duurzame drinkwaterlevering zitten vooral in de afnemende waterkwaliteit en problemen met droogte en waterbeschikbaarheid. Hieruit volgt een strategie voor klimaatneutraliteit die gericht is op het naleven van afspraken voor reductie van de eigen emissies. De directe emissies die ontstaan bij de productie en distributie van drinkwater zijn echter de kleinste fractie van de kleinste fractie van de broeikasgasemissies van het watersysteem als geheel. Uit het oogpunt van efficiëntie is het helder: er zijn andere plekken, zoals de rioolwaterzuivering, waar er meer potentie is voor emissiereductie en maatschappelijke meerwaarde. Toch wil het waterbedrijf, om de goede reputatie in stand te houden, voldoen aan het opgelegde nationale en Europese beleid, ambities, en targets (al dan niet wettelijk vastgelegd) en de afspraken naleven. Daarbij wordt niet buiten de grenzen van de eigen bedrijfsvoering gekeken.

### Strategie 2: Netto-nul is niets

Het waterbedrijf stelt ecologische duurzaamheid voorop, met het intrinsieke waarde van natuur en biodiversiteit als drijfveer. Als onderdeel van dit waardesysteem is de strategie voor klimaatneutraliteit gericht op de mitigatie van de klimaatvoetafdruk van huishoudelijk watergebruik. Dit is een brede taakopvatting die verder gaat dan de formele taken van het waterbedrijf. Het waterbedrijf beschouwt alle emissies van broeikasgassen van de winmiddelen in de bron tot binnenshuis bij de eindgebruikers als relevant. Water voor verschillende gebruiksfuncties, zoals douchen of koken, leidt tot verschillende hoeveelheden broeikasgasemissies. Het waterbedrijf heeft als doel deze gebruiksfuncties klimaatneutraal maken

voor 2050. Naast het elektriciteitsgebruik en de directe emissies kijkt het waterbedrijf ook breder naar de indirecte emissies, inclusief bijvoorbeeld uitstoot veroorzaakt door transport van grondstoffen. Het waterbedrijf streeft erna om broeikasgasemissies te voorkomen en/of vastleggen daar waar ze ontstaan en is kritisch tegenover compensatiemaatregelen, gezien de internationale en intergenerationele ongelijkheid die daarmee in stand wordt gehouden.

## 5.2 Case voor de backcasting

De BTO-themagroep Integraal Assetmanagement heeft gekozen om de backcasting uit te voeren voor een enkele bestaande case (Hoofdstuk 5.1) in plaats van een hypothetische situatie of meerdere cases. Op die manier kan de backcasting concreter worden uitgevoerd, gezien het beschikbare budget. Er is geen uitputtende lijst gemaakt van mogelijk cases en ook geen afwegingskader gebruikt voor de keuze. Voor de selectie van een case is wel gezocht naar een productielocatie waar er nog potentie is om CO<sub>2</sub>-gerelateerde maatregelen te nemen, bijvoorbeeld daar waar emissies tijdens beluchting significant zijn.

De keuze van een case voor de backcasting viel eerst op de productielocatie van Vitens ten zuiden van Utrecht op het Eiland van Schalkwijk ter hoogte van Tull en 't Waal. Dit productiebedrijf levert drinkwater aan de inwoners van Nieuwegein. Door een vergissing tijdens de dataverzameling zijn alle gegevens geleverd voor het productiebedrijf Nieuwegein, dat drinkwater levert voor de inwoners van IJsselstein. Om de bestede uren en inzet niet te verspillen is besloten het productiebedrijf Nieuwegein als case te gebruiken.

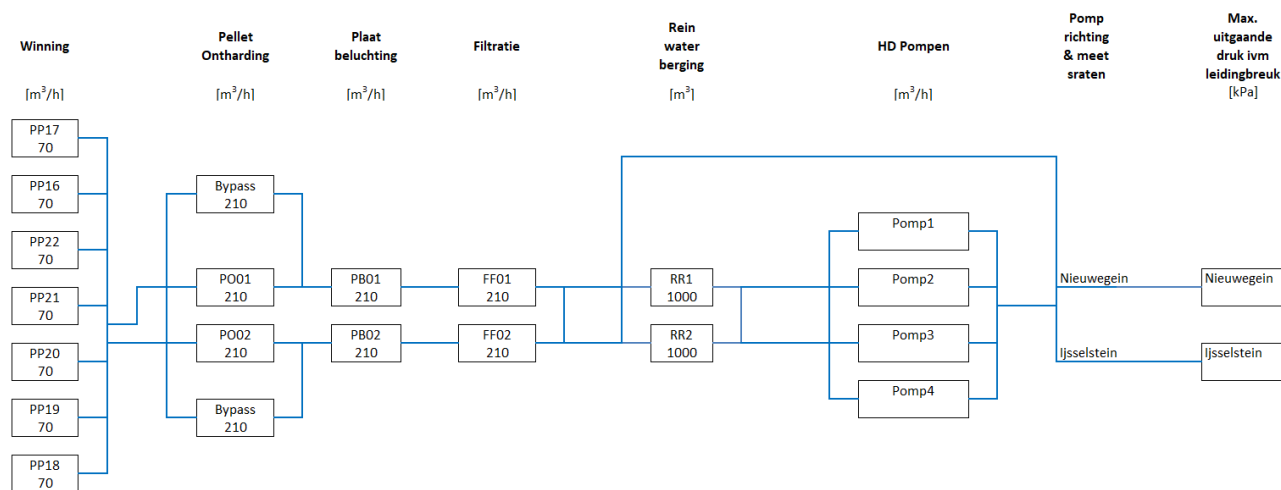
Het productiebedrijf Nieuwegein bevindt zich in het IJsselbos ten zuiden van Nieuwegein. Naast de waterwinputten staat op deze locatie een 30 meter hoge watertoren (Figuur 10). Het grondwater dat hier gewonnen wordt, zit op een diepte van 75-100 meter, onder een beschermende kleilaag, en is tussen de 500-1000 jaar oud. Het water wordt belucht en met een zandfilter gezuiverd. Tussen 2012 en 2017 is het productiebedrijf vernieuwd, inclusief de bouw van een onthardingsinstallatie om het water te verzachten.



Figuur 10: De Productielocatie Nieuwegein<sup>38</sup>

<sup>38</sup> <https://www.vitens.nl/over-water/natuurlijke-bron/voor-publiek/nieuwegein> . Geraadpleegd op 16 november 2022.

Vitens heeft een procesdiagram (Figuur 11) en data over de productielocatie geleverd. Er zijn twee hydraulisch gescheiden productiestraten op deze locatie met een maximale productiecapaciteit van 420 m<sup>3</sup>/h.



Figuur 11: Processchema voor Productiebedrijf Nieuwegein

### 5.3 Vertaling van de strategische opties naar de case

Als vertrekpunt voor de backcasting zijn twee strategieën ontwikkeld voor het realiseren van klimaatneutraliteit in 2050: *strategie 1- Eigen emissies eerst*; *strategie 2 - Netto-nul is niets*. Om deze strategieën te concretiseren, zijn twee bundels van maatregelen samengesteld uit de lange lijst (Tabel 1). Alleen maatregelen die consistent zijn met elkaar en met de leidende principes van de strategieën zijn opgenomen in de backcastingstap. Voor sommige maatregelen, zoals *'reststoffen uit het drinkwaterproductieproces gebruiken (vermeden emissies elders)'*, is het niet gelukt om de data voor de emissiereductiepotentie te verzamelen. In dit project zijn deze maatregelen daarom niet bij een strategie ondergebracht. Dit kan onderwerp zijn van toekomstig onderzoek.

Voor integraal assetmanagement is het van belang om ook te zien hoe maatregelen voor andere uitdagingen, in dit geval een verslechtering van de waterkwaliteit, ingrijpen op de strategieën gericht op klimaatneutraliteit en andersom. Als voorbeeld van een ingrijpende maatregel die juist de klimaatvoetafdruk zal doen vergroten, is voor beide strategieën gekeken naar de noodzaak om geavanceerdere zuiveringstechnologie toe te passen (M25).

Strategie 1- Eigen emissies eerst		Strategie 2 - Netto-nul is niets	
M01	Methaanafvang bij grondwaterwinning	M01	Methaanafvang bij grondwaterwinning
M02	Methaanafvang bij zuiveringsproces	M02	Methaanafvang bij zuiveringsproces
M03	Vermijden N <sub>2</sub> O met vervanging lucht door O <sub>2</sub> bij O <sub>3</sub> -productie	M04	Overstappen van diesel naar aardgas/ eigen groengas installaties
M04	Overstappen van diesel naar aardgas/ groengas	M05	Inkoop groene stroom
M05	Inkoop groene stroom	M13	Reductie van CO <sub>2</sub> -emissies door aanpassing van chemicaliënverbruik
M06	Zonne- of windenergie opwekken op het terrein en energievraag voor drinkwaterproductie en distributie afstemmen op groene energieproductie	M12	Water- en energieverbruiksmeter voor de douche geleverd aan klanten en medewerkers.
		M14	Duurzame aanbesteding chemicaliën (bijv. actief kool, natronloog)
M07	Optimaliseren van druk in de leidingen voor energiebesparing	M15	CO <sub>2</sub> -dosering in plaats van zoutzuur om pH correctie uit te voeren na ontharding



M08	Meest rendabele pompen gebruiken en optimaliseren	M16	Investeren in membraantechnologie (verminderd chemicaliënverbruik)
M09	Vlakke procesvoering realiseren en betere monitoring en sturing	M17	Lokaal kalkmelk aanmaken in plaats van inkopen
M19	Installeren van turbines in ruwwaterleidingen waar hoogteverschillen aanwezig zijn	M18	Industrieel CO <sub>2</sub> vervangen door biologisch gewonnen CO <sub>2</sub>
M11	Pomp als turbine (PAT)	M19	Hergebruik van reststoffen (bijv. Waternet: calstet als entmateriaal ontharding)
M29	Balanceren van de vraag van drinkwater en beschikbaarheid van elektrische energie	M20	Nanofiltratie in plaats van pelletreactor voor centrale ontharding.
M13	Reductie van CO <sub>2</sub> -emissies door aanpassing van chemicaliënverbruik	M28	Communicatiecampagne om te voorkomen dat mensen huishoudelijke ontharders kopen.
M14	Duurzame aanbesteding chemicaliën (bijv. actief kool, natronloog)	M22	OV, fietsprojecten voor werknemers
M15	CO <sub>2</sub> dosering in plaats van zoutzuur om pH correctie uit te voeren na ontharding	M23	Elektrische auto's beschikbaar stellen voor werknemers
M22	OV, fietsprojecten voor medewerkers	M24	De vervanging/aanleg van drinkwater infrastructuur optimaliseren op CO <sub>2</sub> -uitstoot (bv. materiaalkeuze)
M24	De vervanging/aanleg van drinkwater infrastructuur optimaliseren op CO <sub>2</sub> -uitstoot (door materiaalkeuze, leggen van leidingen, verwerken van grondstof)	M26	Water verhandelen: water met de laagste klimaatvoetafdruk van een andere productielocatie/bedrijf inkopen
M27	Emissiereductiecertificaten kopen (compensatie)	M28	Communicatiecampagne om te voorkomen dat mensen huishoudelijke ontharders kopen een voor bewustmaking/ gedragsverandering waterverbruik.
M25 Geavanceerde zuiveringstechnologie (moeten) toepassen			

Tabel 3: Maatregelen gebundeld per strategie (Scope 1-groen; 2-grijs; 3-paars; wildcard-rood)

Om de twee strategieën te vertalen naar de case, is simpelweg gekeken naar het proces bij het productiebedrijf Nieuwegein. Een diepgaande reflectie door de experts van het productiebedrijf zou aanvullende uitdagingen en kansen vaststellen voor de werkelijke implementatie van maatregelen, maar dit was niet voorzien in dit project. Eén duidelijke aandachtspunt voor deze case is de afschrijvingstermijn van bestaande assets, gezien het productiebedrijf in 2017 vernieuwd is. Voor de backcasting betekent dit dat bepaalde maatregelen pas later inzetbaar zijn.

Voor het prioriteren van maatregelen, en voor het bepalen van de volgorde waarop ze ingezet worden, zou het nuttig zijn om de relatieve kostenefficiëntie van maatregelen gekwantificeerd te hebben. Bij Waternet/AGV wordt bijvoorbeeld de cost-curve methode<sup>39</sup> benut om dit soort afwegingen te maken. Wanneer deze data beschikbaar is kan het relatief eenvoudig aan de backcasting tool worden toegevoegd als filter om de gebruiker te helpen bij het prioriteren van maatregelen. Dit is een aandachtspunt voor vervolgonderzoek.

Bij de werkelijke uitvoering van een strategie zou het nodig zijn om gaandeweg de balans op te maken, regelmatig en volgens een vaste methode, om te bepalen in hoeverre de theoretische emissiereductiepotentie gerealiseerd wordt en om bij te kunnen sturen waar nodig. Om in dit project de effectiviteit van de twee strategieën te voorspellen is de huidige klimaatvoetafdruk berekend en verminderd met de potentiële emissiereductie per maatregel (Hoofdstuk 2.3). Terugwerken vanuit de stip op de horizon, 'klimaatneutraliteit in 2050', laat de backcasting zien of het nodig zal zijn om alle potentiële maatregelen (Tabel 3) in te zetten en andersom, of de totale emissiereductiepotentie van alle maatregelen toereikend is.

<sup>39</sup> van Odijk, S. J. C. (2012). Waternet Climate Neutral-mitigation measures for the reduction of GHG emissions (Master's thesis).

# 6 Resultaten

De resultaten van dit project zijn een backcasting tool (hoofdstuk 6.1), een berekening van de huidige klimaatvoetafdruk voor het productiebedrijf Nieuwegein (hoofdstuk 6.2), en kwantificatie van de potentie voor emissiereductie (hoofdstuk 6.3) door de inzet van emissie reducerende maatregelen in strategie 1 (Eigen emissies eerst) en strategie 2 (Netto-nul is niets). Deze resultaten vormen de basis voor de conclusies die in hoofdstuk 7 staan beschreven.

## 6.1 Backcasting Tool

De huidige versie van de backcasting tool is in Microsoft Excel gebouwd en bevat zes tabbladen: één per stap in het processchema (Figuur 11). Deze tool wordt gedeeld met de drinkwaterbedrijven via de BTO-themagroep Integraal Assetmanagement en samen met dit eindrapport op BTONet gepubliceerd. Daarnaast wordt een werksessie georganiseerd waarin de backcasting tool wordt toelicht.

Door de architectuur van het rekenmodel, is het makkelijk om te zetten in een ander programma of webgebaseerde applicatie. Op ieder tabblad staan de relevante instructies voor de betreffende stap in het rekenmodel. Naast de zes tabbladen van de tool is er ook een gegevensbank bestaand uit tabbladen met emissiefactoren. Deze tool is transparant opgebouwd inclusief de berekeningscontainers, parameters en aannames, zodat de eindgebruiker gemakkelijk processen kan wijzigen, handelingen en maatregelen kan toevoegen of verwijderen, en/of de aannames - of het berekeningsmodel - van een handeling of maatregel kan wijzigen, zonder het algemene rekenmodel te blokkeren.

Timeline	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2050		
Initial State (no action)	-1631,0	-1631,0	-1631,0	-1631,0	-1631,0	-1631,0	-1631,0	-1631,0	-1631,0 tons CO2 eq./year	
Neutral State (with actions)	-1977,9	-1977,9	-1884,9	-1312,1	-1042,2	-1082,4	-648,6	0,0	0,0 tons CO2 eq./year	
Target difference	346,8								reduction at year (tons/year)	
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content;">                     Target difference between the initial state (present-day CO2 eq. footprint) and the backcasted neutral state with the selected measures. Red: more measures needed, positive difference. Green: enough measures for neutrality, negative.                 </div> Measure Canvas for Neutral State	measures active in year 2020	measures active in year 2025	measures active in year 2030	measures active in year 2035	measures active in year 2040	measures active in year 2045	measures active in year 2050			
		M13-chemicals-adjust M17-lime-local M19-calcite-seed-softening	M04-generator-replace M28-awareness	M01-methane capture-GW M02-methane capture-pur	M12-smart-meter-client M25-enable-PFAS	M05-electricity-green-source M14-sustainable-chemicals	M20-softening-nanofiltration M22-green-commute M23-green-fleet			

Figuur 12: Een schermafbeelding van de backcasting tool in Microsoft Excel gebouwd

Voor nieuwe assets met een levensduur van meer dan 25 jaar die aangepast/vervangen moeten worden om de maatregelen te realiseren levert de backcasting een uitdaging/vraagstuk op voor het omgaan met de afschrijvingstermijnen. Dit was een aandachtspunt voor de case Nieuwegein, gezien het productiebedrijf in 2017 vernieuwd is. Daarom waren bepaalde maatregelen pas inzetbaar na 2040. De levensduur van assets die uit beton zijn gebouwd wordt geschat op 50 jaar. Voor leidingwerk wordt 80 jaar aangehouden. Voor mechanische assets of technische objecten die uit metaal zijn gebouwd wordt uitgegaan van een levensduur van 25 jaar. Pompen hebben een geschatte levensduur van 30 jaar terwijl de elektronica op 10 jaar wordt geschat.

## 6.2 Huidige klimaatvoetafdruk

Uitleg over de wijze van modellering staat beschreven in Hoofdstuk 2.3. Voor het productiebedrijf Nieuwegein zijn de belangrijkste handelingen die broeikasgasemissies veroorzaken, geïdentificeerd. Het resultaat is een tabel met een beschrijving van de relevante handelingen (Figuur 13). De huidige CO<sub>2</sub>-voetafdruk van deze handelingen hangt samen met de ruimtelijke afbakening (Hoofdstuk 3.1). Voor dit project zijn twee opties doorgerekend: één met en één zonder ambities van de waterbedrijven aangaande maatregelen achter de watermeter. Deze opties betreffen de systeemgrenzen voor het berekenen van de huidige klimaatvoetafdruk, wat los staat van de twee strategieën voor klimaatneutraliteit. Tegelijkertijd passen de maatregelen van strategie 2 bij een bredere probleemdefinitie, en gaat strategie 1 uit van een nauwere interpretatie van de huidige klimaatvoetafdruk (tot aan de watermeter).

Voor alle handelingen tussen de winmiddelen in de bron tot aan de watermeter bij de eindgebruiker, is de huidige klimaatvoetafdruk 0.65 kg CO<sub>2</sub>-equivalenten per kuub geleverd drinkwater (1631 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/ jaar). Als de scope wordt vergroot tot aan de tap bij de eindgebruiker (binnenshuis), dan is de huidige klimaatvoetafdruk 1.66 kg CO<sub>2</sub>-equivalenten per kuub geleverd drinkwater (4142 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/ jaar).

action_full_ID	Description	Assumptions	Quantities	Units
A01.S01.P01	Methane produced in GW wells and purification (lumped)		7,938	tons/year
		Energy demand per asset or per process (source)		
A02.S02.PG	General energy consumption in utility		809893	kWh/year
A03.S01.P02	Vloeibaar CO <sub>2</sub> voor Ontharding, pH correctie		19432	kg/year
A04.S01.P02	Entmateriaal, granaatzand voor Ontharding		15900	kg/year
A05.S01.P02	Kalk/kalkhydraat/kalkmelk/kalkpoeder voor Ontharding Ca(OH) <sub>2</sub>		896860	kg/year
A06.S03.P02	Transport from supplier - CO <sub>2</sub> for pH correction		50	km gemiddelde rit
A07.S03.P02	Transport from supplier - Sand for seed material		50	km gemiddelde rit
A08.S03.P02	Transport from supplier - Calcium hydroxide - Ca(OH) <sub>2</sub>		50	km gemiddelde rit
A09.S03.P02	Transport of the byproducts to a disposal site (e.g. NaCl)	No data from utility, hyp	0	Distance to disposal, trips/exports per year
A10.S01.PT	Zoutzuur voor reinigen pH-meters	10% concentratie	484	kg/year
A11.S01.PT		35% concentratie	88	kg/year
A12.S01.PT	Usage of emergency diesel generators (e.g. for emergency drills)	No data from utility, hyp	30000	L of generator fuel used per year
A13.S03.PD	CO <sub>2</sub> emissions by the usage of materials to replace pipes, maintain network etc	No data from utility		Pipe Length (m or km), thickness (mm), material and radius D (cm) used per year (table of pipe replacements)
A14.S01.PG	Energy needed to heat building by utility	No data from utility, hyp	1,8	GJ/m <sup>2</sup> /year (energy intensity of building)
A15.S03.PG	Employee transport CO <sub>2</sub> equivalent		720,0	km/workday (total daily employee mileage)
A16.S01.PG	Use of company cars for work tasks (e.g. operational visits).	No data from utility, hyp	125,0	km/workday
A17.S02.P09	Energy needed to heat water by consumers		9,36	GJ / household / year

Figuur 13: Een schermafbeelding van de Handelingenlijst voor productiebedrijf Nieuwegein

## 6.3 Potentiële emissiereductie

Als vertrekpunt voor de backcasting zijn twee strategieën ontwikkeld voor het realiseren van klimaatneutraliteit in 2050: *strategie 1- Eigen emissies eerst*; *strategie 2 - Netto-nul is niets*. Om deze strategieën te concretiseren zijn bundels van maatregelen samengesteld (Tabel 3). Voor ieder strategie zijn achttien maatregelen geselecteerd. Strategie 1 bestaat vooral uit maatregelen die gericht zijn op de emissies van handelingen van bron tot watermeter. Voor strategie 2 begint de redenering aangaande emissiereductie bij de gebruiksfuncties binnenshuis, zoals douchen of koken, en zijn de maatregelen dus breder ingestoken en met minder aandacht voor de kleinste emissies van productiebedrijf Nieuwegein.

Uit de berekeningen met de backcasting tool blijkt dat de stip op de horizon “Klimaatneutraal in 2050” voor productiebedrijf Nieuwegein haalbaar is, wanneer we de scope afbakenen van de winmiddelen in de bron tot de watermeter bij de eindgebruiker. Beide strategieën resulteren in het behalen van het doel binnen deze systeemgrenzen zonder compensatiemaatregelen via emissiehandel en ook zonder inkoop van water met de laagste klimaatvoetafdruk van een andere productielocatie/bedrijf (Tabel 4). De potentiële emissiereductie van

strategie 2 is zelfs voldoende om de gevolgen van de ‘wild-card’ op te vangen. De wildcard is een hypothetisch ongewenst scenario wat betreft de bronwaterkwaliteit waardoor een extra zuiveringsstap moet worden toegevoegd tussen 2030 en 2035. Deze wildcard is geïntroduceerd om de integraliteit van de duurzaamheidsopgaves voor een klein deel na te bootsen. Binnen strategie 1 kan de wildcard alleen worden opgevangen met compensatiemaatregelen via emissiehandel.

	Winmiddelen in de bron tot de watermeter bij de eindgebruiker	Winmiddelen in de bron tot de tap bij de eindgebruiker (binnenshuis)
<i>Klimaatvoetafdruk</i>	0.65 kg CO <sub>2</sub> eq. / m <sup>3</sup>	1.66 kg CO <sub>2</sub> eq. / m <sup>3</sup>
<i>Strategie 1: Eigen emissies eerst</i>	Klimaatneutraliteit in 2050 is haalbaar*	Klimaatneutraliteit in 2050 is onhaalbaar
<i>Strategie 2: Netto-nul is niets</i>	Klimaatneutraliteit in 2050 is haalbaar, zelfs wanneer een extra zuiveringsstap moet worden toegevoegd	Klimaatneutraliteit in 2050 is onhaalbaar, tenzij andere spelers de emissies van gebruiksfuncties achter de meter ook terugdringen

Tabel 4: Haalbaarheid van de stip op de horizon met de twee strategieën en verschillende scopes

Met de bredere scope is klimaatneutraliteit volgens de berekeningen voor beide strategieën niet haalbaar. Voor strategie 1 is het onhaalbaar om klimaatneutraliteit te realiseren binnen de bredere scope omdat de potentiële emissiereductie aanzienlijk lager is in absolute termen. Strategie 2 zou allen kunnen leiden tot klimaatneutraliteit in de bredere scope als andere spelers verantwoordelijkheid nemen voor en deel van de emissies veroorzaakt door de gebruiksfuncties binnenshuis, maar deze strategie leidt wel tot een forse bijdrage aan het neutraliseren van deze emissies.

De algemene resultaten in Tabel 4 worden verder uiteengezet in de onderstaande alinea's voor beide strategieën binnen de twee verschillende scopes.

### 6.3.1 Winmiddelen in de bron tot de watermeter bij de eindgebruiker

Binnen de nauwe ruimtelijke afbakening, tot aan de watermeter, is de huidige klimaatvoetafdruk van productiebedrijf Nieuwegein geschat op 0.65 kg CO<sub>2</sub>-equivalenten per kuub drinkwater geleverd (1631 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/ jaar). Dit is relatief hoog ten opzichte van de resultaten van een eerdere studie<sup>40</sup> over de klimaatvoetafdruk van waterzuiveringen, maar het zit wel binnen de marges van schattingen<sup>41</sup> voor drinkwatersystemen: 0,12 – 1,52 CO<sub>2</sub>-equivalenten/m<sup>3</sup>. De schatting voor productiebedrijf Nieuwegein kan relatief hoog uitvallen, doordat de gebruikte emissiefactoren gebaseerd zijn op levenscyclusanalyses en conservatieve aannames over de bronnen van energie en grondstoffen. Er is dus ruim gerekend. De onderzoekers hebben de backcasting tool gebruikt om te bepalen (a) op welke momenten de maatregelen geïmplementeerd moeten worden, en (b) welke impact de maatregelen hebben in termen van emissiereductie.

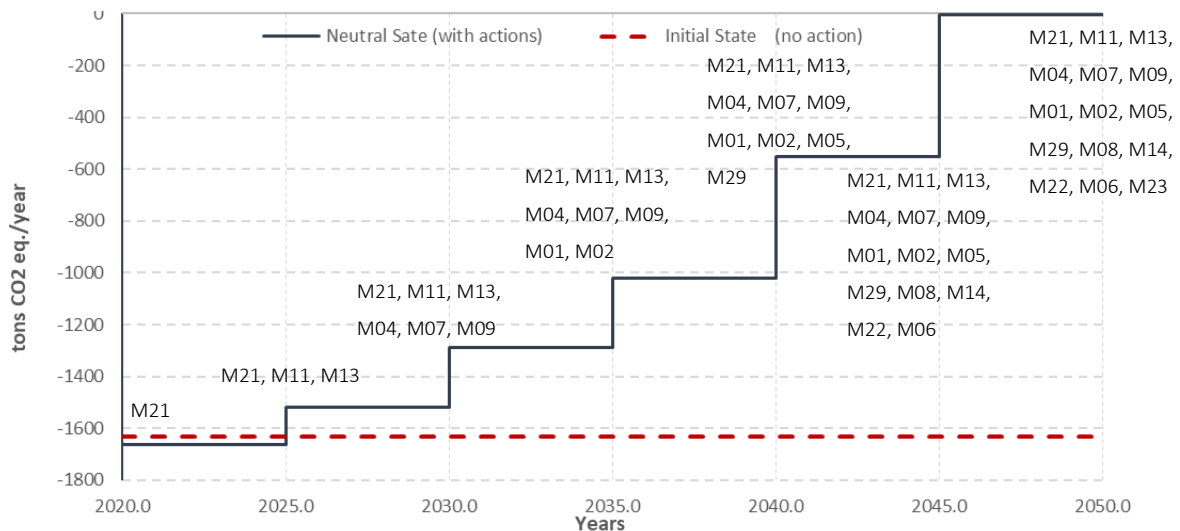
De backcasting begint met maatregelen die pas na 2045 geïmplementeerd (kunnen) worden en werkt terug naar 2022. Een aandachtspunt was de afschrijvingstermijnen van assets, gezien het productiebedrijf in 2017 vernieuwd is. Daarom waren sommige maatregelen, zoals de bouw van een efficiëntere onthardingsinstallatie, pas later inzetbaar. Figuur 14 geeft een overzicht van de resultaten van de backcasting van maatregelen in strategie 1 (Eigen emissies eerst). Hieruit blijkt dat klimaatneutraliteit haalbaar is voor productiebedrijf Nieuwegein in 2050, zonder de inzet van compensatiemaatregelen via emissiehandel. Neutralisatie van de klimaatvoetafdruk van 1631 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/jaar wordt gerealiseerd in de periode 2045-2050.

<sup>40</sup> Frijns, J., Mulder, M. & Roorda, J. (2008). Op weg naar een klimaatneutrale waterketen. [Online]. Available from: ISBN 978.90.5773.411.3.

<sup>41</sup> Danfoss (2021). The carbon footprint of potable water. [Online]. Available from: <https://www.danfoss.com/en/about-danfoss/articles/dhs/the-carbon-footprint-of-potable-water/>.

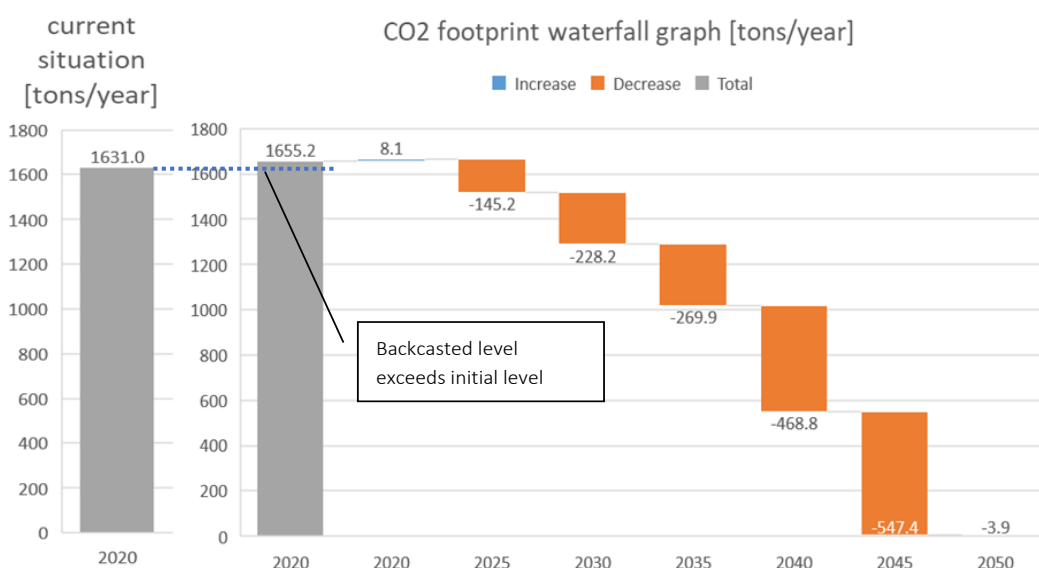
Vier maatregelen die consistent zijn met strategie 1 (zie Tabel 3) zijn uiteindelijk niet meegenomen in de backcasting (M03, M15, M24, M27). Een aantal daarvan, zoals M27 (emissiereductiecertificaten kopen), zijn weggelaten omdat ze niet nodig waren om het doel te bereiken. Voor een aantal andere maatregelen, zoals M24 (vervanging/aanleg van drinkwaterinfrastructuur optimaliseren op CO2-uitstoot) was er onvoldoende data beschikbaar om de berekening te maken en zijn ze daarom weggelaten. Dit is een verbeterpunt voor vervolgonderzoek. De volgende vijftien maatregelen zijn opgenomen in de backcasting en Figuur 14 laat zien op welke momenten ze worden geïmplementeerd en wat het cumulatieve effect is:

- M01 Methaanafvang bij grondwaterwinning
- M02 Methaanafvang bij zuiveringsproces
- M04 Overstappen van diesel naar aardgas/ groengas
- M05 Inkoop groene stroom
- M06 Zonne- of windenergie opwekken op het terrein en energievraag voor drinkwaterproductie en distributie afstemmen op groene energieproductie
- M07 Optimaliseren van druk in de leidingen voor energiebesparing
- M08 Meest rendabele pompen gebruiken en optimaliseren
- M09 Vlakke procesvoering realiseren en betere monitoring en sturing
- M11 Pomp als turbine (PAT)
- M29 Balanceren van de vraag van drinkwater en beschikbaarheid van elektrische energie
- M13 Reductie van CO2-emissies door aanpassing van chemicaliënverbruik
- M14 Duurzame aanbesteding chemicaliën (bijv. actief kool, natronloog)
- M21 Bestaande pelletreactoren voor gecentraliseerde ontharding, maar geen ontmoediging van aanschaf huishoudelijke ontharders (geen communicatiecampagne)
- M22 OV, fietsprojecten voor medewerkers
- M23 Elektrische auto's beschikbaar stellen voor werknemers



Figuur 14: Routekaart naar neutraliteit met stappen emissiereductie verbonden aan de maatregelen van strategie 1

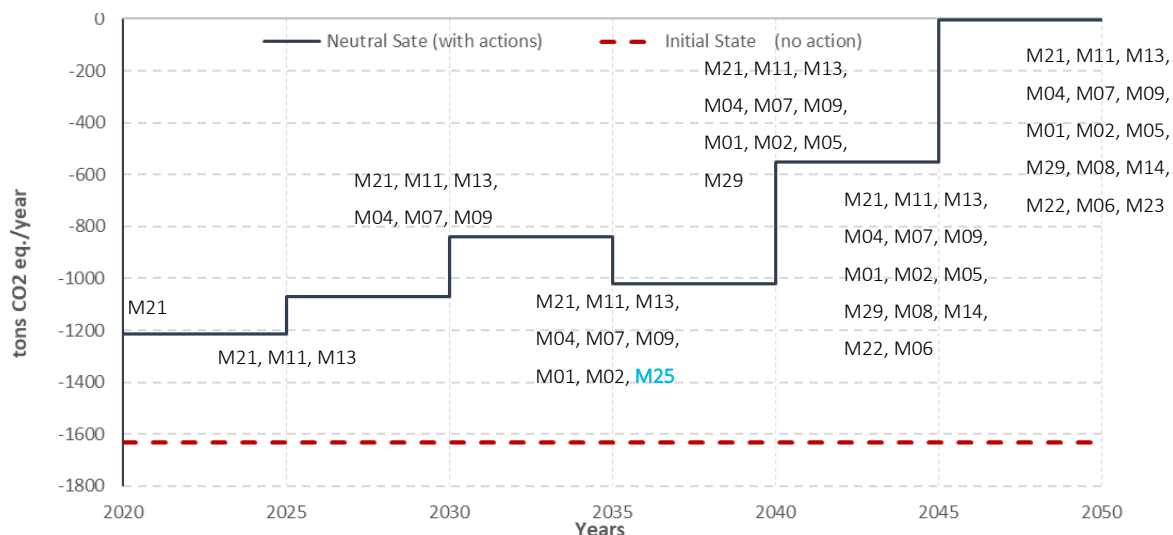
Naast de routekaart naar neutraliteit (Figuur 15) is ook een watervalgrafiek gemaakt om de stappen emissiereductie per vijfjaarsperiode duidelijker te laten zien voor strategie 1 (Figuur 15). Links op het figuur staat de huidige klimaatvoetafdruk van productiebedrijf (1631 ton CO2-equivalenten/ jaar). Met invoering van de vijftien maatregelen in strategie 1 groeit het cumulatieve effect tot -1655.2 ton CO2-equivalenten per jaar in 2045.



Figuur 15: Watervalgrafiek met de stappen emissiereductie verbonden aan de maatregelen van strategie 1

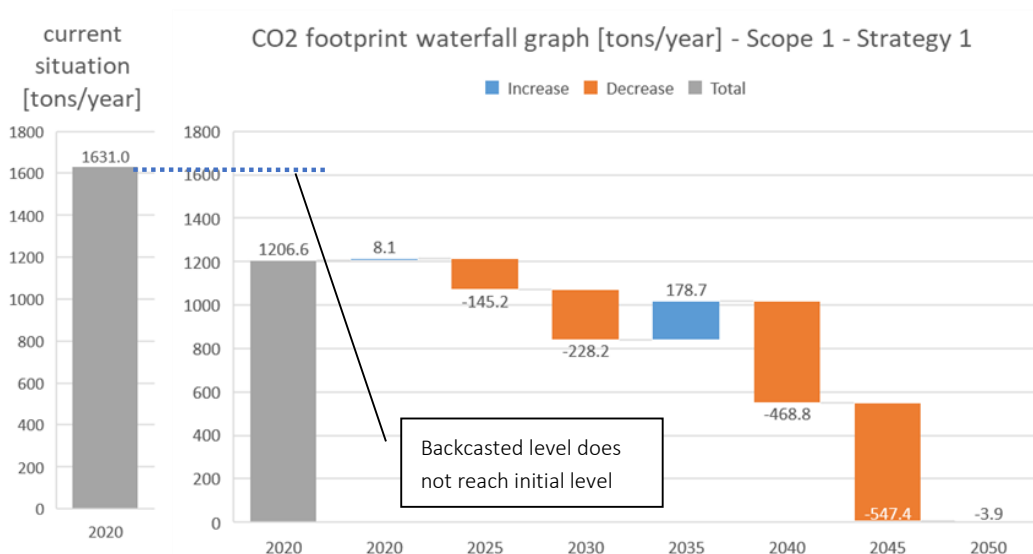
Op Figuur 15 is ook te zien dat één van de maatregelen (M21) betekent geen actie ondernemen om de koop van huishoudelijke waterontharders tegen te gaan. Dit resulteert in een lichte stijging van de klimaatvoetafdruk, doordat deze waterontharders tot meer emissies leiden. Het grootste deel van de emissiereducties in strategie 1 wordt gerealiseerd door maatregelen gericht op het afstemmen van de elektriciteitsvraag op groene energiebronnen, het opwekken van groene energie ter plekke met behulp van een zonnepark, en het verkleinen van de voetafdruk van grondstoffen door duurzame inkoop.

Om breder te kijken naar ontwikkelingen en impacts buiten klimaatneutraliteit is een 'wildcard' geïntroduceerd. Het hypothetisch ongewenst scenario is dat er in 2035 een nieuwe stof in de bron, of nieuwe wetgeving over waterkwaliteit, maakt dat er een extra zuiveringsstap moet worden toegevoegd (M25). Denk aan PFAS als actueel voorbeeld. Implementatie van een extra zuiveringsstap (M25) doet een groot deel van het cumulatieve effect van alle mitigerende maatregelen te niet die voor 2040 genomen zijn. Binnen strategie 1 kan deze wildcard alleen worden opgevangen met compensatiemaatregelen via emissiehandel. In 2050 komt de emissiereductiepotentie van de maatregelen in strategie 1 (1206,6 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/ jaar) 424.4 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten tekort zonder compensatiemaatregelen (Figuur 17). Een extra zuiveringsstap voegt dusdanig veel broeikasgasemissies toe dat de maatregelen van strategie 1 ontoereikend zijn om klimaatneutraal te zijn in 2050.



Figuur 16: Het effect van een wildcard (M25) waardoor een extra zuiveringsstap moet worden toegevoegd in 2035





Figuur 17: Watervalgrafiek met een wildcard waardoor een extra zuiveringsstap moet worden toegevoegd in 2035

De resultaten van strategie 2 zijn vergelijkbaar met strategie 1. Met strategie 2 wordt klimaatneutraliteit ruim gehaald zonder de inzet van compensatiemaatregelen via emissiehandel. Voor strategie 2 is dit binnen de nauwe ruimtelijke afbakening van de klimaatvoetafdruk zelfs haalbaar voor 2050. De maatregelen met de grootste emissiereductiepotentie zijn: (a) de inkoop van groene stroom en groene energie opwekken ter plekke; (b) de voetafdruk van grondstoffen verkleinen door duurzame inkoop; (c) vervanging van de korrelreactor voor waterontharding met nanofiltratie<sup>42</sup>, en (d) klantgerichte maatregelen zoals slimme meters en bewustzijns campagnes. Een van de bewustzijns campagnes is gekoppeld aan de nieuwe centrale onthardingsinstallatie en gericht op het ontmoedigen van de aankoop van huishoudelijke waterontharders<sup>43</sup>. Bij een dergelijke bewustzijns campagne zal het waterbedrijf in aanvaring kunnen komen met commerciële bedrijven die waterverzachters verkopen.

### 6.3.2 Winmiddelen in de bron tot de tap bij de eindgebruiker (binnenshuis)

Voor de bredere ruimtelijke afbakening, tot aan de tap binnenshuis, is de huidige klimaatvoetafdruk van productiebedrijf Nieuwegein geschat op 1,66 kg CO<sub>2</sub>-equivalenten per kuub drinkwater geleverd (4142 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/jaar). Dit is consistent met de literatuur<sup>44,45</sup> in studies waar gebruiksfuncties binnenshuis worden meegerekend. Deze grote klimaatvoetafdruk laat zien dat het verwarmen van water voor de douche en andere huishoudelijke apparaten een vijf- tot tienvoudige toename<sup>46</sup> van het totale energieverbruik veroorzaakt. Voor de bredere ruimtelijke afbakening werd de backcasting tool opnieuw gebruikt om te bepalen (a) op welke momenten de maatregelen geïmplementeerd worden, en (b) welke impact de maatregelen hebben in termen van emissiereductie.

Uit de backcasting blijkt dat alle maatregelen van strategie 1 nooit tot klimaatneutraliteit zullen leiden in 2050, ongeacht in welke volgorde ze worden toegepast. De conclusie is redelijk te voorspellen gezien de combinatie van een voetafdruk die uitgerekend is met (externe) handelingen van klanten binnenshuis met maatregelen die enkel gericht zijn op de eigen assets. De resultaten worden visueel weergegeven in Figuur 18. Deze strategie bestaat uit dezelfde vijftien maatregelen (M01, M02, M04, M05, M06, M07, M08, M09, M11, M29, M13, M14, M21, M22,

<sup>42</sup> Beeftink, M., Hofs, B., Kramer, O., Odegard, I., & van der Wal, A. (2021). Carbon footprint of drinking water softening as determined by life cycle assessment. *Journal of cleaner production*, 278, 123925.

<sup>43</sup> Brouwer, S., Salmon, S. (2021). De klant als nabehandelaar. BTO - Thematisch onderzoek – Klant. BTO-rapport nog in concept.

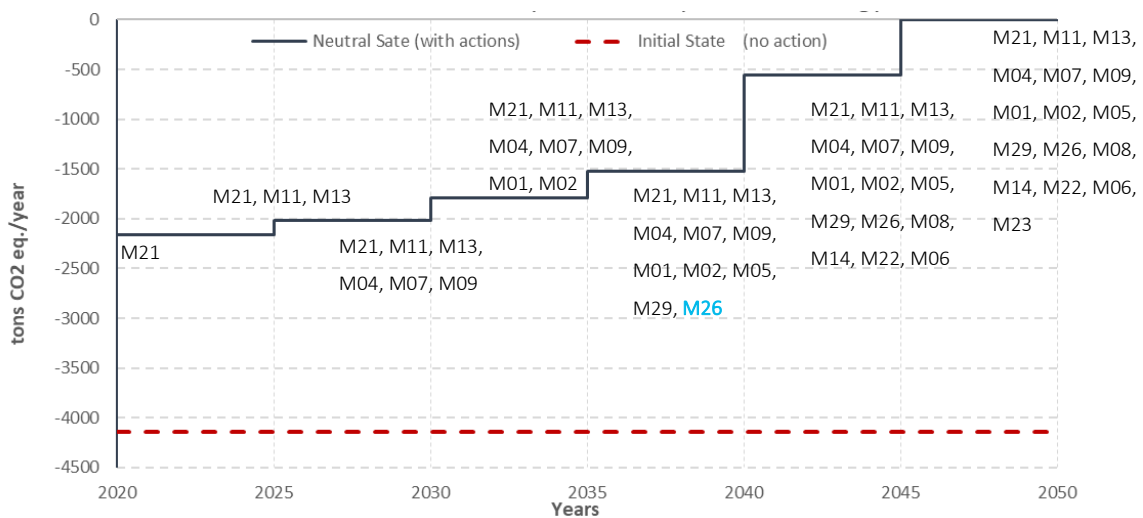
<sup>44</sup> Roest, K., Hofman, J., & van Loosdrecht, M. (2010). De Nederlandse watercyclus kan energie opleveren. *H<sub>2</sub>O*, 43(25), 47. p.47-51

<sup>45</sup> Frijns, J., Mulder, M. & Roorda, J. (2008). Op weg naar een klimaatneutrale waterketen. [Online]. ISBN 978.90.5773.411.3.

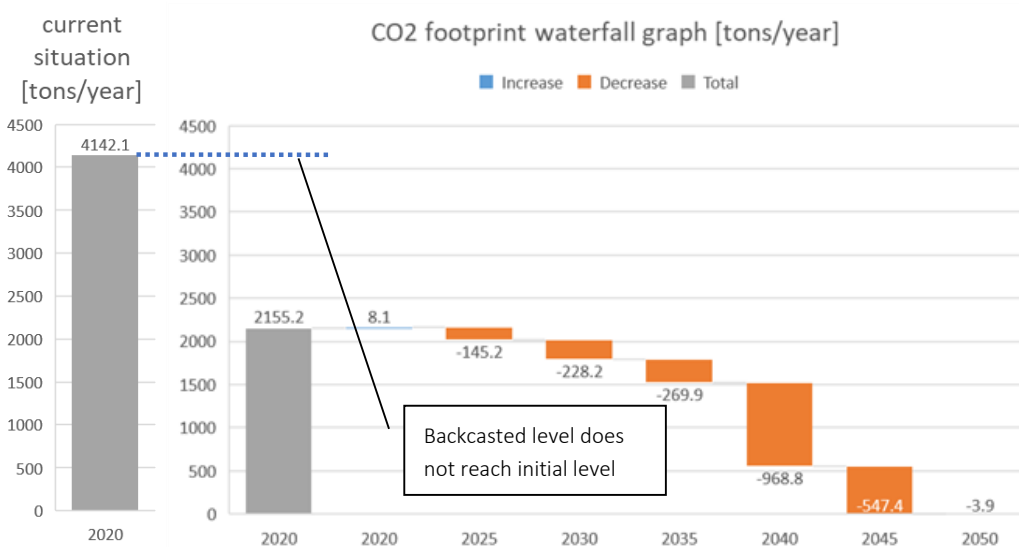
<sup>46</sup> Gerbens-Leenes, P.W. (2016). Energy for freshwater supply, use and disposal in the Netherlands: a case study of Dutch households. *International Journal of Water Resources Development*. [Online]. 32 (3). p.pp. 398–411. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07900627.2015.1127216>.

M23), maar er zijn veel meer emissies te compenseren in de bredere scope (4142 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/jaar). De introductie van de wildcard, waarbij in 2035 een extra zuiveringsstap nodig blijkt te zijn, vergroot het tekort alleen verder. Om dit tekort te minimaliseren zijn de 15 maatregelen van strategie 1 aangevuld met M26 - water met de laagste klimaatvoetafdruk van een andere productielocatie/ bedrijf inkopen (50%; één zuiveringsstraat). De resterende 1987 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/jaar (Figuur 19) zou wel gecompenseerd kunnen worden met de aankoop van emissierechten, maar voor deze strategie is het meer aannemelijk dat het waterbedrijf alleen de emissies tot aan de watermeter mee zou rekenen.

Naast de routekaart voor emissiereductie (Figuur 18) is ook een watervalgrafiek gemaakt om de stappen emissiereductie per vijfjaarsperiode duidelijker te laten zien voor strategie 1 (Figuur 19). Links op het figuur staat de huidige klimaatvoetafdruk van de winmiddelen in de bron tot de tap bij de eindgebruiker (4142 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/ jaar). Met invoering van de zestien emissie reducerende maatregelen van strategie 1 groeit het cumulatieve effect tot -2155 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten per jaar in 2045.



Figuur 18: Routekaart voor emissiereductie met stappen verbonden aan de maatregelen van strategie 1



Figuur 19: Watervalgrafiek met de stappen emissiereductie verbonden aan de maatregelen van strategie 1

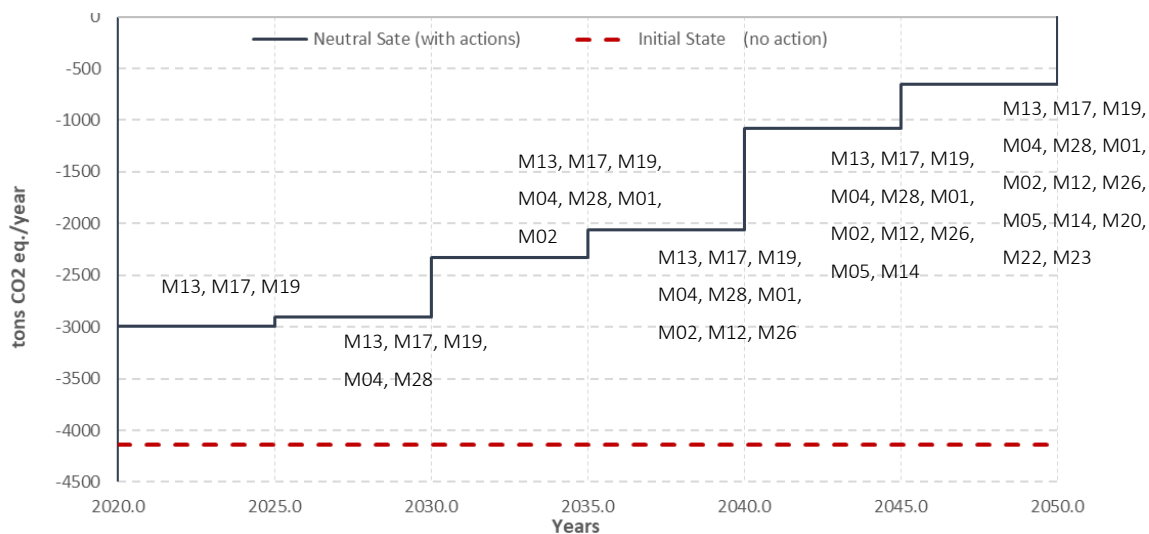
Het verbreden van de scope van de maatregelen, zoals in strategie 2, heeft enorme gevolgen voor de netto gerealiseerde emissiereductie ten opzichte van de nauwe scope van strategie 1 (Figuur 20). Met een tekort van

1145 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/jaar, laat de backcasting duidelijk zien dat strategie 2 echter ook niet tot klimaatneutraliteit in 2050 zal leiden (Figuur 21). Net zoals in strategie 1, zou het mogelijk zijn om het verschil te dichten met de aankoop van emissierechten, maar dit zou niet consistent zijn met de onderliggende waarden van strategie 2.

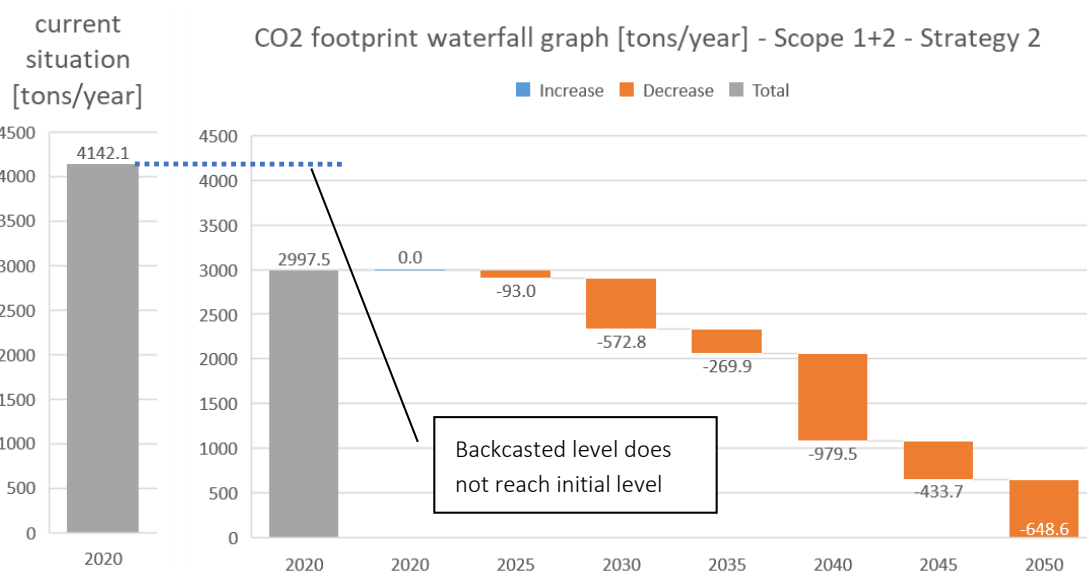
Vier maatregelen die consistent zijn met strategie 2 (zie Tabel 3) zijn niet meegenomen in de backcasting (M18, M15, M16, M24). Voor deze maatregelen was er onvoldoende data beschikbaar om de berekening te maken en zijn ze daarom weggelaten. Dit is een verbeterpunt voor vervolgonderzoek. Veertien maatregelen van strategie 2 zijn wel meegenomen in de backcasting:

- M01 Methaanafvang bij grondwaterwinning
- M02 Methaanafvang bij zuiveringsproces
- M04 Overstappen van diesel naar aardgas/ eigen groengas installaties
- M05 Inkoop groene stroom
- M12 Water- en energieverbruiksmeter voor de douche geleverd aan klanten en medewerkers.
- M13 Reductie van CO<sub>2</sub>-emissies door aanpassing van chemicaliënverbruik
- M14 Duurzame aanbesteding chemicaliën (bijv. actief kool, natronloog)
- M17 Lokaal kalkmelk aanmaken in plaats van inkopen
- M19 Hergebruik van reststoffen (calsiet als entmateriaal voor ontharding totdat M20 wordt ingevoerd)
- M20 Nanofiltratie in plaats van pelletreactor voor centrale ontharding.
- M22 OV, fietsprojecten voor werknemers
- M23 Elektrische auto's beschikbaar stellen voor werknemers
- M26 Water verhandelen: water met de laagste klimaatvoetafdruk van een andere productielocatie/bedrijf inkopen
- M28 Communicatiecampagne om te voorkomen dat mensen huishoudelijke ontharders kopen een voor bewustmaking/ gedragsverandering waterverbruik.

Voor het berekenen van de emissiereductie van M26 (Water verhandelen) is uitgegaan van de inkoop van 50% van het water (één zuiveringsstraat) van een andere productielocatie/ bedrijf die (hypothetisch) water met de laagste klimaatvoetafdruk kan leveren. Voor het berekenen van de emissiereductie gerealiseerd door maatregelen achter de watermeter (binnenshuis) is een bundel gemaakt van M12 en M28 en een reductiefactor (20%-30%) in het energieverbruik per hoofd van de bevolking door energiebesparing en warmteterugwinning. Het energieverbruik voor douchen wordt verminderd door een kortere douchetijd en/of door het verlagen van de warmtevraag bij het douchen. De aanname is dat bewustzijns campagnes en slimme meters tot gedragsverandering leiden en ook tot de installatie van water- en energiebesparende technieken. De berekeningen gaan niet uit van een specifieke techniek (bijv. Warmte-Koude Drinkwaterleiding (WKD), Warmte-Koude Opslag). In plaats daarvan wordt met een gemiddelde reductiefactor berekend. Voor verdere uitleg van de specifieke berekeningen verwijzen we naar de backcasting tool die samen met dit rapport het eindproduct is.



Figuur 20: Routekaart voor emissiereductie met stappen verbonden aan de maatregelen van strategie 2



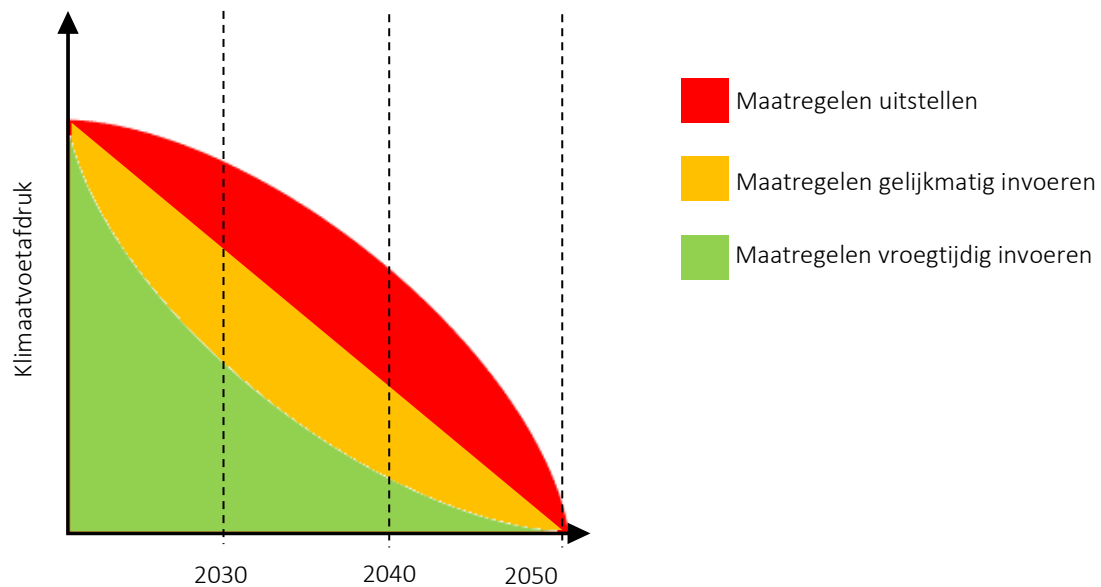
Figuur 21: Watervalgrafiek met de stappen emissiereductie verbonden aan de maatregelen van strategie 2

Hoewel strategie 2 ook niet toereikend is voor het behalen van 'klimaatneutraliteit in 2050' met de bredere scope is het wel zo dat een forse deel van de emissies aan de kantzijde wel gecompenseerd worden door de maatregelen in deze strategie. Als het waterbedrijf een strategische alliantie vormt met het energiebedrijf en andere spelers zoals de klanten, de gemeente, het waterschap, en het energiebedrijf ook bijdragen aan de emissiereducties voor de gebruiksfuncties binnenshuis dan is klimaatneutraliteit wellicht wel haalbaar.

Net zoals voor strategie 1 is de wildcard niet meegerekend in de backcasting met de bredere scope (winmiddelen in de bron tot de tap bij de eindgebruiker) omdat de extra zuiveringsstap het tekort alleen verder vergroot. Het blijft echter essentieel om naar andere uitdagingen en oplossingen te kijken en geen koolstoftunnelvisie te ontwikkelen (Figuur 8).

Het is ook belangrijk om te vermelden dat 'klimaatneutraliteit in 2050' in alle gevallen brekend is voor het jaar 2050 en niet voor alle jaren tot en met 2050. De optelsom van alle emissies in de periode 2022-2050 wordt niet gecompenseerd door de maatregelen die in hetzelfde periode worden genomen. De maatregelen zorgen ervoor dat het proces klimaatneutraal is vanaf 2050. De emissiereductiepotentie van de strategie 2 maatregelen is

aanzienlijk groter dan dat voor strategie 1. Binnen de beperkte ruimtelijke afbakening van klimaatvoetafdruk, tot de watermeter bij de eindgebruiker, hebben de strategie 2 maatregelen de potentie om vóór 2050 klimaatneutraliteit te realiseren waardoor de cumulatieve emissies (Figuur 22) aanzienlijk lager zijn dan voor strategie 1.



*Figuur 22: Verschillende routes naar klimaatneutraliteit in 2050 waarbij de cumulatieve emissies van maatregel vroegtijdig invoeren de helft zijn van wanneer de maatregelen worden uitgesteld.*

## 7 Conclusies

Deze studie laat zien dat maatregelen die de kwaliteit van de bron verbeteren of bewaken of die het (warm)waterverbruik in huishoudens verminderen een grotere bijdrage leveren aan klimaatmitigatie dan maatregelen die zich richten op de broeikasgasemissies die veroorzaakt worden door de productie en distributie van drinkwater. Bekeken vanaf de bron tot aan de tap bij de eindgebruiker, is de meeste winst is te halen achter de watermeter, door maatregelen te richten op binnenhuisinstallaties en op het gedrag van burgers. De ruimtelijke afbakening van de ambities bepaalt sterk hoe groot de mogelijkheden zijn om 'klimaatneutraliteit in 2050' te realiseren.

### *Bron tot watermeter*

(Assetmanagers van) waterbedrijven bakenen hun systeem meestal af van bron tot watermeter: een logische keuze, want hier kan het waterbedrijf overwegend zelf beslissingen nemen en hoeft het nauwelijks rekening te houden met acties of medewerking van andere partijen om maatregelen te kunnen doorvoeren – het is de eigen controlesfeer. Het is echter de vraag of een focus op het eigen systeem bij het kiezen van klimaatmitigatiemaatregelen leidt tot een maatschappelijk relevante impact. Zo zijn de directe emissies die ontstaan bij de productie en distributie van drinkwater slechts de kleinste fractie van de kleinste fractie van de broeikasgasemissies van het watersysteem als geheel.

### *Veilig of maatschappelijke relevant*

Het is haalbaarder om alleen doelen te stellen binnen de eigen controlesfeer, want die zijn gemakkelijker te realiseren dan doelen die je hooguit kun beïnvloeden, ook al zit daar de meeste potentie voor klimaatmitigatie. En wanneer je verantwoording wilt afleggen over de eigen bijdrage aan het klimaatbeleid en de klimaatdoelen is deze nauwere afbakening ook de veiligste keuze. Maar moet dan juist de ambitie niet hoger liggen, zodat een relevante klimaatmitigatie vanuit het watersysteem kan worden gerealiseerd? Waterbedrijven gaven aan dat zij meer willen weten over de consequenties van keuzes op dit gebied.

### *Twee strategieën*

Bij de doorgerekende backcasting voor het productiebedrijf Nieuwegein, dat drinkwater levert voor de inwoners van IJsselstein, is daarom uitgegaan van twee strategieën. Voor ieder strategie zijn achttien maatregelen geselecteerd. Strategie 1 (*Eigen emissies eerst*) bestaat vooral uit maatregelen die gericht zijn op de emissies van handelingen van bron tot watermeter. Voor strategie 2 (*Netto-nul is niets*) begint de zoektocht naar emissiereductie bij de gebruiksfuncties binnenshuis, zoals douchen of koken, en zijn de maatregelen dus breder ingestoken en met minder aandacht voor de kleinste emissies van productiebedrijf Nieuwegein.

Wanneer je kijkt naar de klimaatvoetafdruk tot aan de watermeter, blijken beide strategieën te werken, en kan klimaatneutraliteit in 2050 worden gerealiseerd. Maar verbreed je de klimaatvoetafdruk tot achter de watermeter, dan levert geen van beide strategieën klimaatneutraliteit in 2050 op. Daaruit kun je volgens de backcastingmethode concluderen dat aanvullende maatregelen nodig zijn, want het doel (klimaatneutraliteit in 2050) is leidend bij backcasting. Daarbij blijkt er meer potentie voor emissiereductie achter de watermeter te zijn dan ervoor. In deze case kunnen maatregelen als nanofiltratie voor centrale ontharding, aangevuld met bewustzijns campagnes om huishoudelijke ontharding te ontmoedigen, aan beide kanten van de watermeter een positieve uitwerking hebben. Een dergelijke bewustzijns campagne kan het waterbedrijf natuurlijk wel in aanvaring brengen met de commerciële bedrijven die huishoudelijke waterverzachters verkopen.

### *Bepalende factoren klimaatvoetafdruk*

In de case van productiebedrijf Nieuwegein wordt de klimaatvoetafdruk grotendeels bepaald door energieverbruik, (de productie van) grondstoffen waaronder kalkproducten voor centrale ontharding, en directe methaanemissies. De emissies voor transport zijn relatief laag, waardoor een maatregel als overstappen op een volledig elektrisch wagenpark minder belangrijk kan blijken dan wel wordt verondersteld. Deze emissies zijn immers klein ten opzichte van de emissies door handelingen van de klant binnenshuis.

### *Consequenties voor assetmanagement*

De twee strategieën en de onderliggende maatregelen hebben ook verschillende consequenties voor het assetmanagement. De strategie 1 maatregelen, gericht op de drinkwaterassets tot aan de watermeter, zullen relatief meer directe gevolgen hebben voor het assetmanagement dan de strategie 2 maatregelen die breder ingezet zijn, inclusief binnenshuis bij de klant. Kort gezegd is de bijdrage van strategie 1 maatregelen aan klimaatmitigatie relatief klein, terwijl de gevolgen voor assetmanagement relatief groot zijn.

### *Meest effectieve maatregelen: groene stroom en zelf elektriciteit opwekken*

De meest effectieve maatregelen voor reductie van broeikasgasemissies zijn de inkoop van groene stroom en het opwekken van elektriciteit (met zon en wind) op locatie. De waterbedrijven zijn zelf al tot deze conclusie gekomen: dit zijn op dit moment de meest voorkomende maatregelen. Indirecte emissies worden vaak vermeden door groene energie in te kopen of op te wekken op eigen terrein.

Let wel, het is mogelijk om door te schieten in de ambities rondom energieonafhankelijkheid. Zowel kosten als schaal van de nodige infrastructuur voor elektriciteits-onafhankelijkheid zijn restrictief groot. Bovendien zorgen de benodigde nieuwe assets (op de productielocatie) voor extra uitdagingen voor beheer en onderhoud, met alle gevolgen voor assetmanagement. Assets voor de opwekking en de opslag van elektriciteit introduceren ook nieuwe risico's op de productielocatie, zoals brandgevaar. Daarnaast zijn er meestal andere belanghebbenden in het gebied en de omgeving van de productielocatie die iets kunnen vinden van een zonnepark of windmolen. Als voorbeeld voor de case productiebedrijf Nieuwegein wordt Het IJsselbos, waar het puttenveld ligt, door Staatsbosbeheer beheerd.

### *Biodiversiteit, waterkwaliteit en waterbeschikbaarheid ook gaan meewegen*

De backcasting is nu uitgevoerd met één stip op de horizon als vertrekpunt (klimaatneutraal in 2050). Ook voor het bepalen van de maatregelen is alleen gekeken naar de reductie van broeikasgasemissies. Andere duurzaamheidsaspecten, zoals biodiversiteit, waterkwaliteit, en waterbeschikbaarheid, moeten ook worden meegewogen in de keuze van strategieën en maatregelen. Binnen de scope van dit project was het niet mogelijk om de complexiteit van de diverse en accumulerende duurzaamheidsopgaves na te bootsen in de backcasting tool. Maar de wildcard die ingezet is tijdens de backcasting, waarbij in 2035 hypothetisch een extra zuiveringsstap nodig wordt, illustreert dit punt: door de kwaliteit van drinkwaterbronnen te beschermen, kunnen de waterbedrijven een enorme toename aan de klimaatvoetafdruk van de sector voorkomen. Wat overblijft naast de scope 2 emissies van elektriciteitsverbruik is vooral de directe CH<sub>4</sub>- en CO<sub>2</sub>-emissies (scope 1) en de indirecte emissies door chemicaliën en grondstoffenverbruik (scope 3) en door de behandeling van reststromen. Een nieuwe zuiveringstap vergroot deze emissies, zowel tijdens de bouw als de dagelijkse operatie. De potentiële toename van broeikasgasemissies verbonden aan de noodzaak van extra zuiveringsinspanningen zou klimaatneutraliteit in 2050 zelfs onmogelijk kunnen maken.

### *Backcasting tool*

De hier ingezette backcasting tool blijkt flexibel en toepasbaar voor verschillende cases. Het toevoegen of verwijderen van zuiveringsprocessen is relatief eenvoudig (door updates in processen en handelingen), evenals het toevoegen of verwijderen van maatregelen, het aanpassen van rekenmethodieken voor elke handeling of maatregel en het formuleren van verschillende strategieën. De methodologie zou aanzienlijk profiteren van rijkere invoerdata, waaronder:



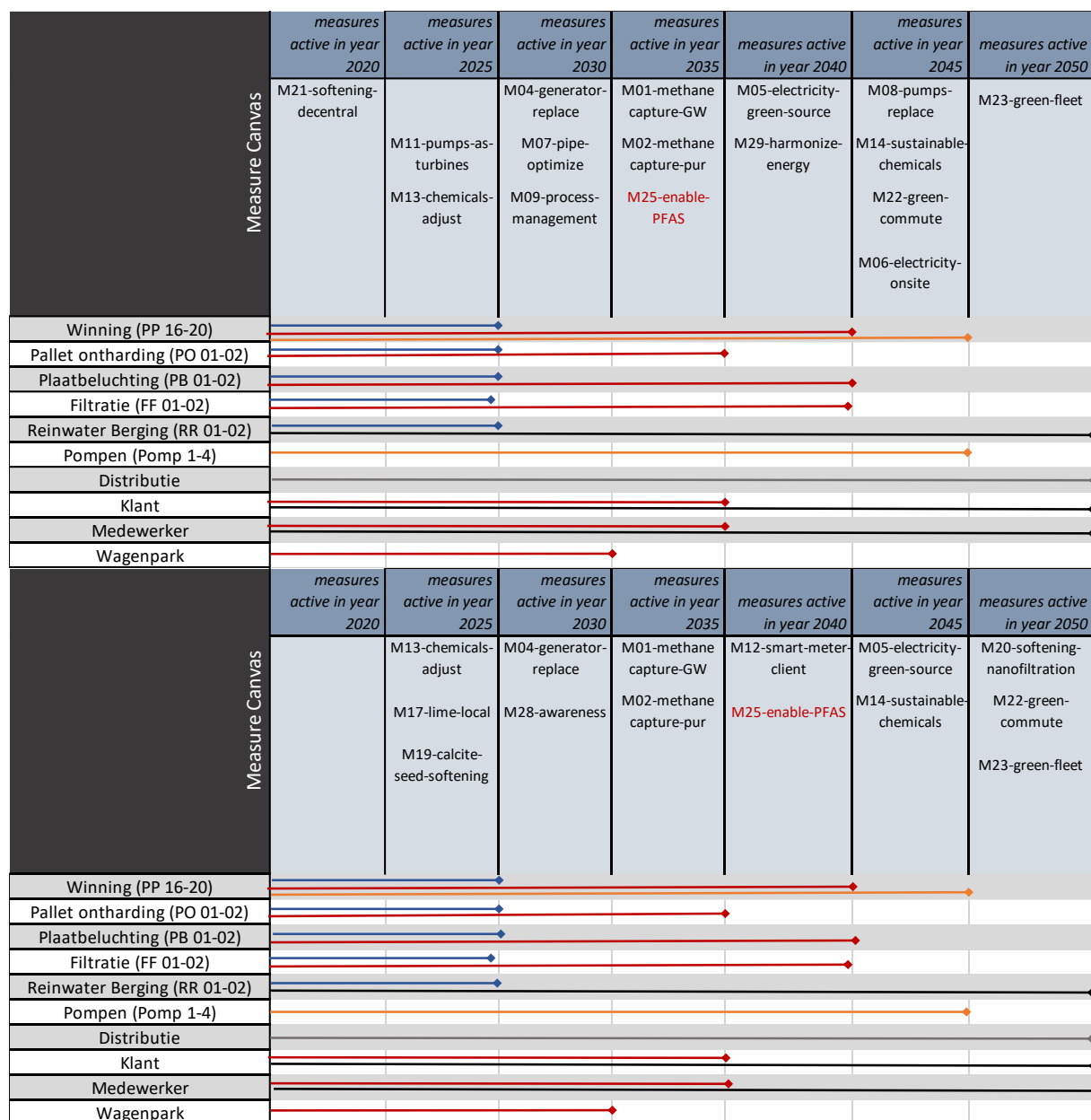
1. informatie over materiaal- en energieverbruik voor elke asset, of in ieder geval ieder assetcategorie (energieverbruik was alleen bekend op het niveau van de productielocatie);
2. meer gedetailleerde informatie over grondstoffengebruik voor processen zoals membraanbehandeling (idealiter zou een logboek van grondstofverbruik per asset of assetgroep moeten worden gebruikt);
3. informatie over het aantal kilometers afgelegd door het wagenpark verbonden aan de specifieke productielocatie;
4. informatie over de vervanging van assets in het distributiesysteem, zoals leidingen, kleppen, enz.;
5. informatie over de verwijdering van bijproducten van de waterbehandeling, inclusief vervoer naar de afvalverwerkingslocatie.






*Vervolgonderzoek: backcasting uitbreiden voor andere duurzaamheidsopgaven*

De aanleiding voor dit project waren de enorme en accumulerende duurzaamheidsopgaves waarmee Nederland en Vlaanderen worden geconfronteerd. Naast de langetermijndoelstellingen voor de energietransitie (klimaatneutraliteit, energieonafhankelijkheid) zijn er ook doelen uitgesproken voor klimaatadaptatie (bodemdaling, waterbeschikbaarheid, hitte, wateroverlast), biodiversiteitsbehoud (het stikstofdossier, de Kaderrichtlijnwater) en de transitie naar een circulaire economie (kringlopen sluiten, een nieuwe waardeketen ontwikkelen). Het zou daarom zinvol zijn om de hier gehanteerde maatregelenlijst voor klimaatneutraliteit verder uit te breiden met maatregelen voor waterbeschikbaarheid, wateroverlast, biodiversiteitsbehoud, het bewaken van drinkwaterkwaliteit, en het bereiken van een circulaire economie. Met een meer integraal overzicht kunnen we de beoogde transitie soepeler te laten lopen. Waarschijnlijk hebben experts bij de waterbedrijven en KWR-onderzoekers ook voor deze andere duurzaamheidsopgaven al maatregelen geïdentificeerd, die opgenomen kunnen worden in een maatregelenlijst. Hiermee is een meer uitgebreide toepassing van de backcasting tool mogelijk.

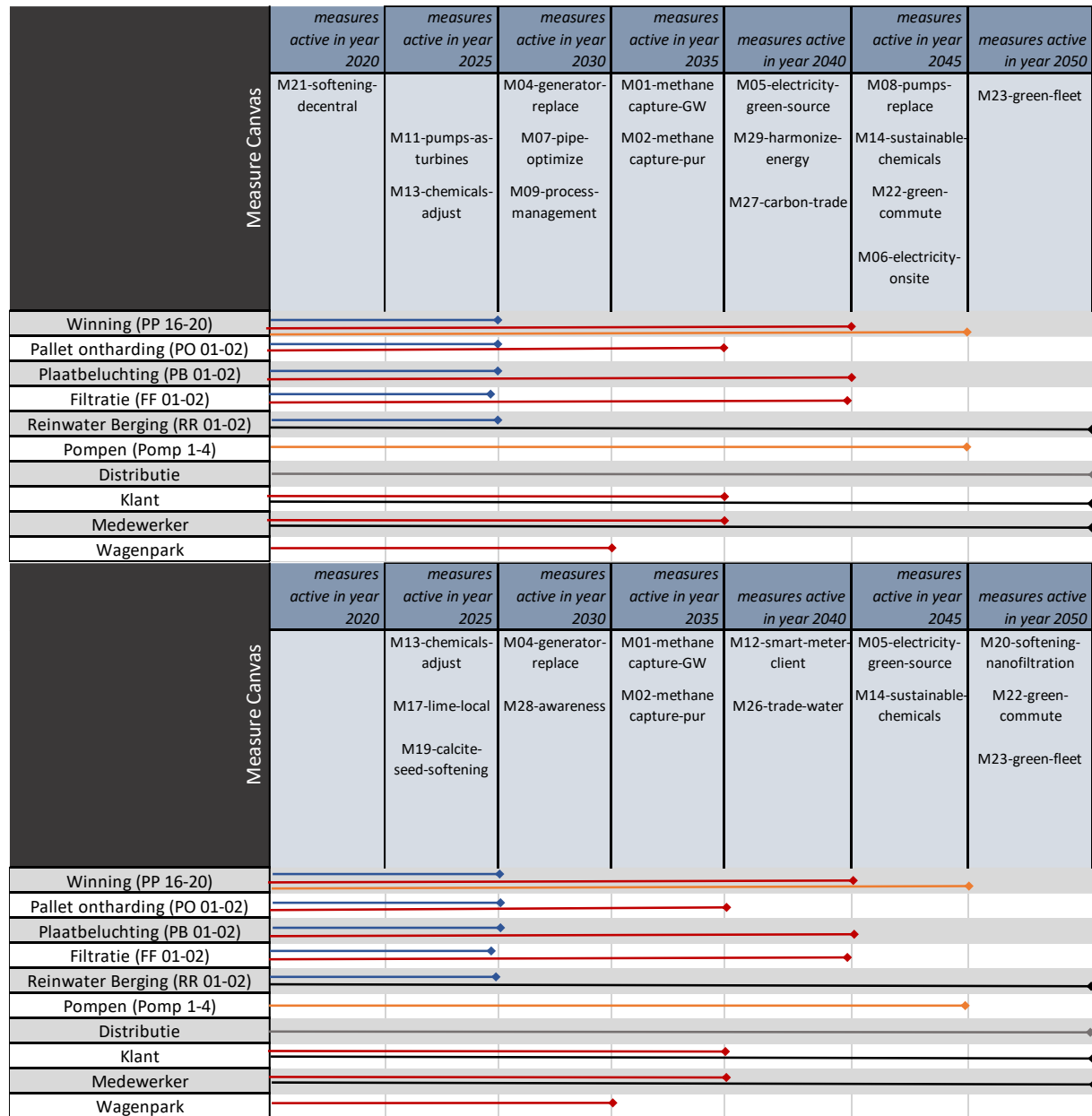
# I Levensduur van assets






De keuze van wanneer welke maatregel geïmplementeerd wordt is case-specifiek. Er is uitgegaan van een bepaalde levensduur van bestaande assets (Elektra – 10 jaar; Mechanische infrastructuur - 25 jaar; Pompen - 30 jaar; Gebouwen - 50 jaar; Leidingen 80 jaar). De levensduur van de assets van productiebedrijf Nieuwegein wordt visueel weergegeven in de backcasting tool zoals volgt:



Legend for asset replacement horizon		
	Electrical	10 years
	Mechanical	25 years
	Pumps	30 years
	Buildings	50 years
	Pipes	80 years

Measure timeline for Strategy 1 (upper panel) and Strategy 2 (lower panel) for Scope 1 (enabling the PFAS is optional). The replacement horizon for different asset groups is also visible underneath.



Legend for asset replacement horizon		
	Electrical	10 years
	Mechanical	25 years
	Pumps	30 years
	Buildings	50 years
	Pipes	80 years

Measure timeline for Strategy 1 (upper panel) and Strategy 2 (lower panel) for Scope 1+2 (enabling the PFAS is optional). The replacement horizon for different asset groups is also visible underneath.