

## Een circulaire waterorganisatie in 2050: backcasting op basis van integrale milieu-impactberekening

*Niels Jonkers, Thomas Hes (Waternet), Marloes van Kats (VanWaarde)*

**De route van Waternet richting een circulaire organisatie in 2050 is onderzocht aan de hand van een backcasting-analyse. Daarbij zijn mogelijke maatregelen geselecteerd en is hiervan de te verwachten milieuwinst bepaald aan de hand van levenscyclusanalyse-berekeningen. Ook is rekening gehouden met de algemene verduurzamingstrends van productieketens van materialen die Waternet gebruikt. De analyse laat zien welke grote stappen richting een minimale milieu-impact nu al mogelijk zijn, maar dat er meer maatregelen en meer tempo nodig zijn om volledig circulair te worden.**

In het jaar 2050 moeten Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV) en de gemeente Amsterdam volledig circulair zijn. Daarmee geldt dit ook voor watercyclusorganisatie Waternet, de uitvoeringsorganisatie voor het waterschap en voor de watertaken van de gemeente.

Deze ambitie van het waterschap en de gemeente wordt kwantitatief uitgedrukt in een netto milieu-impact van nul. Om deze milieu-impact te bepalen worden levenscyclusanalyse (LCA)-berekeningen uitgevoerd, waarvan het resultaat wordt uitgedrukt in de vorm van de Milieukostenindicator (MKI) [1]. Deze methode is vooral bekend in de bouwsector. De totale milieu-impact van Waternet op basis van de MKI is eerder besproken in H2O [2]. Als bekend is waar de grootste milieu-impacts zitten tijdens de uitvoering van de taken van Waternet, kunnen gericht maatregelen worden bedacht om de impact omlaag te brengen.

Dat is gedaan met een *backcasting*-analyse: vanaf het jaar 2050 wordt teruggekeken en bedacht wat er allemaal heeft moeten gebeuren om circulair te worden. Het doel van deze analyse is om een kwantitatief beeld te vormen van de omvang van de circulaire uitdaging. Aan de hand daarvan kan een gesprek plaatsvinden over de beste route vooruit en welke concrete tussendoelen daarbij passen.

### Aanpak

In de backcasting worden routes naar een milieu-impact van 0 (MKI=0) geanalyseerd in drie stappen:

1. Concrete reductie van impact door mogelijke maatregelen binnen de organisatie.
2. Verdere reductie door externe ontwikkelingen: aannames over voorstelbare verduurzaming van productiemethoden van inkomende en uitgaande materiaalstromen, waarbij het gehele systeem van toeleveranciers en afnemers verbetert waarin Waternet opereert. Door duurzamere producten in te kopen wordt dit proces gestimuleerd. Ook de verwachte capaciteitsuitbreiding van de organisatie valt hieronder.
3. Gap-analyse: bepaling van het gat dat overblijft na reductie door eigen maatregelen (1) en externe ontwikkelingen (2).

### Maatregelenlijst

Er is een longlist van mogelijke maatregelen samengesteld op basis van workshops met vakexperts van Waternet, het doornemen van beleidsdocumenten als masterplannen en een scan van interne onderzoeksrapporten en vakliteratuur, zoals Stowa-rapporten. Hieruit is een selectie gemaakt,

waarbij rekening is gehouden met technische haalbaarheid en de beschikbaarheid van (groe) data om tot een doorrekening van milieu-impact te kunnen komen.

Het is duidelijk dat een dergelijke analyse nooit volledig kan zijn: het is altijd mogelijk meer maatregelen door te rekenen. Voor de grootste negatieve milieu-impacts die Waternet veroorzaakt zijn de meest veelbelovende maatregelen geselecteerd en in de huidige analyse doorgerekend. De belangrijkste maatregelen zijn daarmee dus opgenomen in deze analyse.

Dit selectieproces leverde een lijst op met 24 maatregelen (zie tabel 1), ingedeeld in de volgende categorieën:

- bouwmaterialen: vergroten van hergebruik of vervangen van de meest impactvolle materialen
- chemicaliën: verduurzaming van productiemethodes
- emissies uit de RWZIs: verdere emissiereductie door aanpassing van bestaande zuivering of aanvullende zuiveringsstappen (op dit moment verwijderen de RWZIs al rond de 90% van het aanwezige stikstof en fosfor)
- energie & brandstoffen: transitie naar duurzame vormen van energie
- grondstoffen produceren uit bestaande processen: hogere productie van grondstoffen, of hoogwaardigere inzet van geproduceerde grondstoffen
- kantoor: verduurzaming van de inkoop en hoogwaardigere afvalverwerking

Tabel 1. De doorgerekende maatregelen

Categorie	Nummer	Maatregel
bouwmaterialen	1	hoogwaardig hergebruik van drinkwaterleidingen
	2	primair gietijzer in putdeksels vervangen door secundair gietijzer
	3	staal in oeverbeschoeiing (deels) vervangen door hout
	4	staal in RWZI (deels) vervangen door kunststof en hout
	5	circulair beton gebruiken
chemicaliën	6	reducen primaire grondstoffen voor actief kool
	7	inkoop natronloog met kleinere voetafdruk
emissies RWZI	8	methaanverliezen reduceren bij slibvergisting en groengasproductie
	9	AI-gestuurd zuiveren voor lachgas-reductie op alle zuiveringen
	10	reductie van microverontreinigingen in effluent door nabehandeling met O3-STEP
	11	fosforverwijdering uit de waterlijn van de RWZI's (bijv. Biophree)
	12	verbeterde stikstofverwijdering uit afvalwater (bijv. inDENSE)
	13	reducen van vermestende stoffen in het effluent met O3-STEP
energie, brandstoffen	14	uitsparen fossiele brandstoffen dankzij TEA-warmtewinning uit afvalwater
	15	PV-panelen op onbegroeide dijken plaatsen
	16	volledig elektrisch varen
	17	volledig elektrisch wagenpark
grondstoffen produceren	18	gedroogde slibkorrels als brandstof
	19	bagger nuttig toepassen als bouwstof of ophoogmateriaal
	20	maaisel als grondstof
	21	meer struviet winnen op alle RWZI's
	22	maximalisatie van de groengasproductie op RWZI-West
Kantoor	23	zero-waste op kantoor
	24	plantaardig menu in kantine

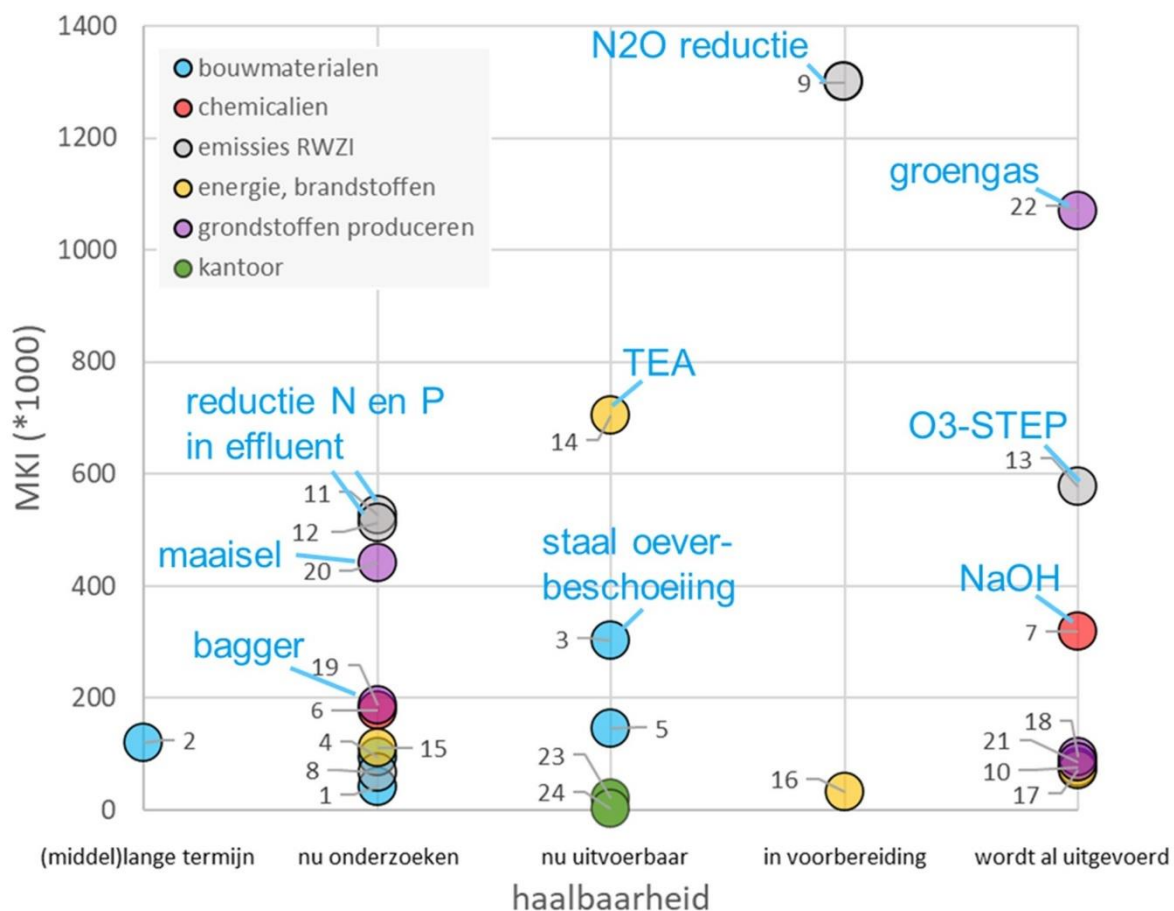
De maatregelen bevinden zich in verschillende fasen, van idee of lopend onderzoek tot haalbaarheidsstudie en pilotinstallaties. Hoe snel een maatregel klaar is voor gebruik is onzeker. Hier zijn grove aannames over gedaan, waarmee ook de haalbaarheid van de ideeën in de backcasting werd meegenomen. De haalbaarheid van de maatregelen is ingedeeld in de volgende fasen:

- wordt al uitgevoerd: met de uitvoering van deze maatregel wordt al concrete milieuwinst behaald
- in voorbereiding: maatregel wordt in de praktijk getest
- nu uitvoerbaar: maatregel kan naar implementatiefase gebracht worden

- nu onderzoeken: maatregel wordt op dit moment onderzocht
- (middel)lange termijn: maatregel zal pas op langere termijn voor milieuwinst zorgen, bijvoorbeeld omdat bestaande assets lang meegaan

### Reductie door specifieke maatregelen

Uit de backcasting blijkt dat de 24 doorgerekende maatregelen samen leiden tot een reductie van ongeveer 7 miljoen MKI. Dit is een reductie met zo'n 40% van de totale jaarlijkse milieu-impact van Waternet. Hiervan wordt een verbetering van ongeveer 5 miljoen MKI, behaald met maatregelen die nu uitvoerbaar, in voorbereiding of al in uitvoering zijn. De overige ~2 miljoen MKI wordt behaald met maatregelen die nog verder onderzoek behoeven.



Afbeelding 1. Mogelijke MKI-besparing (y-as) en haalbaarheid (x-as) per maatregel. Cijfers verwijzen naar de maatregel uit tabel 1. Kleuren geven de categorie van de maatregel aan

In afbeelding 1 zijn de resultaten per maatregel weergegeven. De volgende zaken vallen op:

- de maatregel met de hoogste MKI-besparing is de reductie van lachgasemissies in de RWZIs door slimme besturing met kunstmatige intelligentie (maatregel 9 in tabel 1). Deze techniek bevindt zich op het moment in de testfase [3].
- de toenemende productie van groengas (maatregel 22) zorgt voor een grote MKI-winst en ook van het winnen van thermische energie (warmte) uit afvalwater (TEA, maatregel 14) valt veel milieuwinst te verwachten [4].

- ook maatregelen die zorgen dat de RWZI-effluenten schoner worden (maatregel 11, 12, 13) scoren gemiddeld hoog [5].
- andere maatregelen die een aanzienlijke milieuwinst kunnen opleveren zijn:
  - het vervangen van staal door duurzamere bouwmaterialen (maatregel 3 en 4).
  - het inkopen van duurzamer geproduceerd natronloog (NaOH) (maatregel 7).
  - meerdere mogelijkheden om materialen die gegenereerd worden tijdens activiteiten (maaisel, bagger) als nuttige grondstof in te zetten (maatregel 19 en 20).
- in bijna elke categorie is er één of meer maatregelen met grote MKI-winst
- er is een cluster van maatregelen te zien die verkeren in de haalbaarheidsfase 'nu onderzoeken' en die een 'middelgrote' MKI-winst zouden kunnen opleveren.

In deze analyse is de slagingskans van maatregelen nog niet opgenomen. Bij sommige maatregelen is de uitvoering al gestart (groengasproductie, lachgasreductie), terwijl bij andere het onderzoek nog maar net begonnen is. Weer andere maatregelen zijn al eerder geprobeerd, maar tot nu toe met weinig succes, terwijl de potentie van het idee toch overeind blijft (bijvoorbeeld het gebruik van maaisel als bouw materiaal). Dit betekent dat de werkelijke totale reductie van de milieu-impact van deze lijst met 24 maatregelen kleiner zal uitvallen.

Veel van de geanalyseerde maatregelen hebben de potentie om op korte termijn een procentuele reductie van een emissie of impact te behalen (bijvoorbeeld verbeterde stikstofverwijdering uit afvalwater), maar zullen nooit leiden een tot milieu-impact van 0. Dat betekent dat naast deze 'transitiemaatregelen' ook gezocht moet worden naar andere maatregelen die op termijn de milieu-impact geheel elimineren.

### **Reductie door externe ontwikkelingen**

Naast de concrete maatregelen die Waternet kan nemen, zal de bredere wereld de komende jaren ook verduurzamen. Op deze externe verduurzamingstrends heeft Waternet enige invloed doordat het een duurzame inkoopstrategie hanteert.

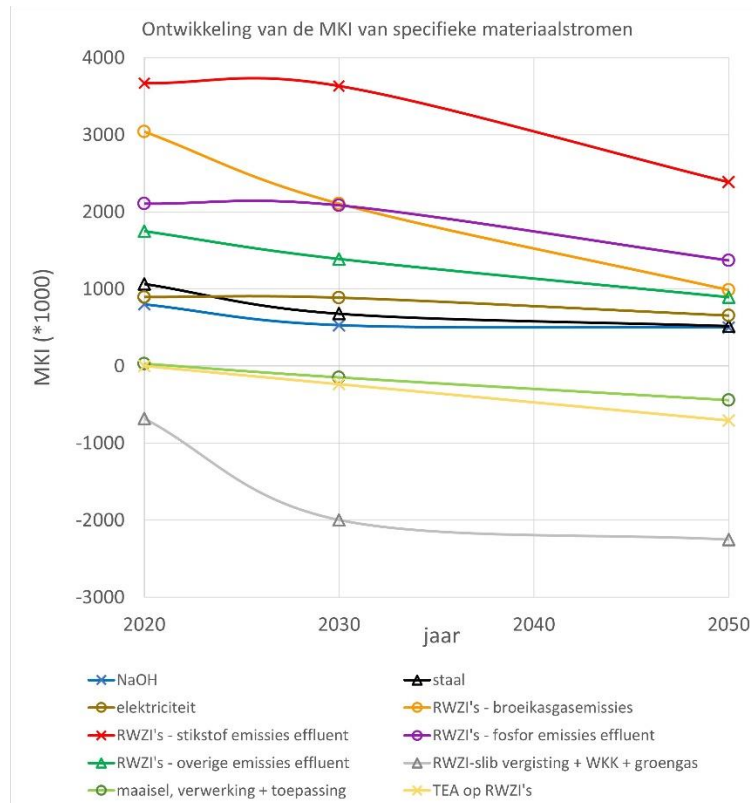
Voor de situatie in 2030 en 2050 is ingeschat hoe de MKI door optimalisatie van het bestaande systeem verder kan worden gereduceerd. De schattingen zijn ten eerste gebaseerd op extrapolatie van de maatregelen die hiervoor worden beschreven. Daarnaast wordt ingeschat hoe de trend van verduurzaming in productieketens van materialen zich kan ontwikkelen, wanneer dit door (o.a.) duurzaam inkoopgedrag maximaal wordt gestimuleerd. Per ingaande en uitgaande materiaalstroom van Waternet zijn schattingen gemaakt van:

- de verlaging van het aandeel primaire niet-hernieuwbare grondstoffen in het materiaal. Bij bouwmaterialen als beton is er een trend richting meer gerecycled materiaal gaande [6] en ook valt te verwachten dat het gebruik van biobased bouwmaterialen zal toenemen [7].
- verduurzaming van productiemethoden van materialen: verlaging van de MKI per ton materiaal
- benodigde hoeveelheden op basis van verwachte capaciteitsuitbreiding van Waternet: 10% uitbreiding in 2030 en 30% in 2050, voor zowel drinkwater als afvalwaterzuivering

Op basis van deze inschattingen is per materiaalstroom de verwachte toekomstige milieu-impact berekend. De bijdrage van de belangrijkste materiaalstromen aan de toekomstige MKI is te zien in afbeelding 2. In deze grafiek betekent een negatieve MKI een milieuwinst doordat gegenereerde

grondstoffen kunnen worden benut, waardoor deze grondstoffen elders niet meer geproduceerd hoeven te worden.

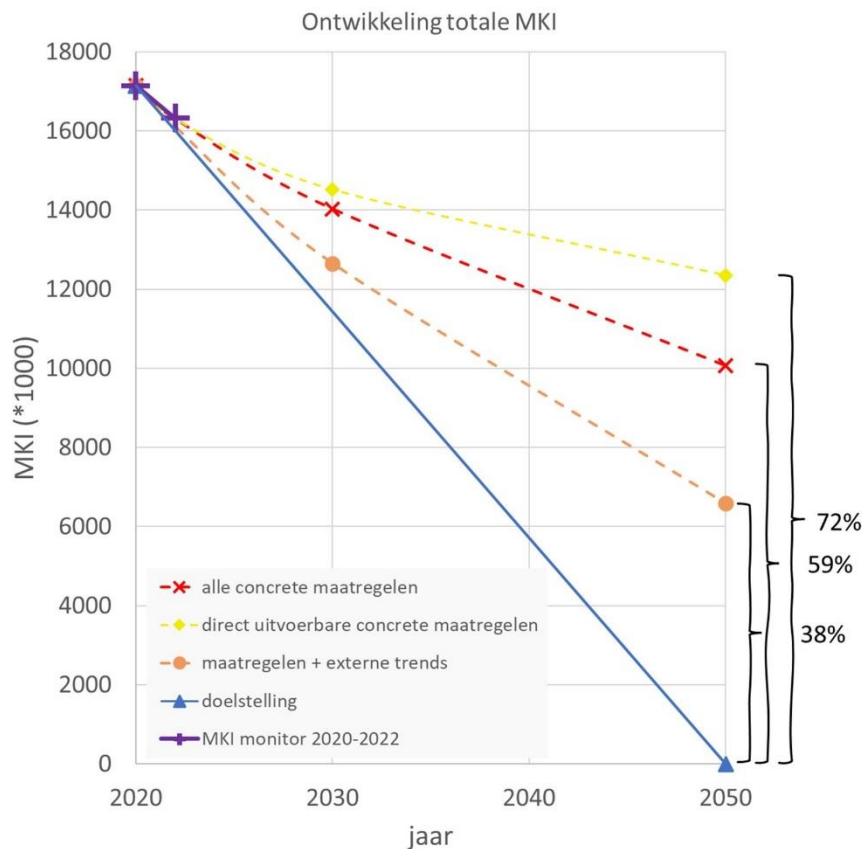
De grafiek laat zien dat van alle materiaalstromen de emissies uit de RWZI's naar water en lucht zowel in 2020 als in 2050 de grootste rol spelen. De groengasopbrengst geeft op korte termijn al een grote milieuwinst. Op langere termijn geven ook TEA en de benutting van maaisel een grote potentiële winst.



Afbeelding 2. Voorspeld verloop van de bijdrage van verschillende materiaalstromen en emissies aan de MKI van Waternet in de toekomst. De materiaalstromen en emissies met de grootste MKI-verandering zijn hier weergegeven

Bij de materiaalstromen met iets kleinere bijdrage aan de MKI (niet weergegeven in afbeelding 2) zijn de relatief snelle dalers de materialen waar concrete verduurzamingsmogelijkheden liggen, zoals beton en actieve kool. De verwerking van bagger kan overgaan van een ongunstige milieu-impact op dit moment naar een gunstige milieuwinst in de toekomst wanneer dit materiaal met meer succes in (bouw)materialen kan worden ingezet.

De algemene verduurzamingstrends in productiemethoden van materialen hebben ook een (rekenkundige) keerzijde: de huidige milieuwinst die nu wordt toegekend aan (bijvoorbeeld) calciëtoproductie tijdens drinkwaterproductie zal in de toekomst teruglopen wanneer de productie van 'standaard' primair calciëtoproductie in de toekomst duurzamer wordt. De vermeden impact doordat calciëtoproductie niet elders geproduceerd hoeft te worden is daardoor in de toekomst kleiner.



Afbeelding 3. Vergelijking van de voorspelde toekomstige MKI van Waternet, waarbij de bijdrage van eigen concrete maatregelen (rood en geel) en van maatregelen + externe trends (oranje) te zien is. De blauwe lijn geeft de gewenste trendlijn richting de doelstelling van 2050 aan. De werkelijke MKI van Waternet als geheel (2020 en 2022) is weergegeven in paars

### MKI-gap

De potentiële MKI-reducties door de eigen maatregelen en de trends van verduurzaming van productieketens kunnen samen leiden tot een totale MKI-reductie van 28% in 2030 en 62% in 2050. Deze totaalscores zijn weergegeven in afbeelding 3.

In deze grafiek is te zien dat de verwachte reductie in 2030 niet in lijn is met de gewenste (blauwe) trendlijn. Er is dus meer tempo nodig in de uitvoering van maatregelen om op koers te blijven.

De resterende MKI in 2050 is ongeveer 6 miljoen (38% van de MKI van 2020). Om dit gat te overbruggen zal meer nodig zijn dan de genoemde maatregelen. Daarbij moet gedacht worden aan ingrijpende systeemveranderingen, zoals waterbesparing bij de consument, overschakelen op andere technieken voor rioolwaterzuivering en drinkwaterproductie, en hergebruik van water.

### Conclusie & aanbeveling

Deze backcasting-analyse laat zien hoe met behulp van LCA-berekeningen een totaalbeeld geschetst kan worden van routes voor de watercyclusorganisatie Waternet richting een circulaire toekomst. Grote stappen richting een minimale milieu-impact (MKI=0) zijn inzichtelijk gemaakt, maar er zijn meer maatregelen en meer tempo nodig. Het totaal van doorgerekende maatregelen geeft ongeveer 40% reductie van de milieu-impact, en met verdere extrapolatie is een reductie van ~60% denkbaar in 2050. Voor het gat dat nog overblijft zullen meer ingrijpende systeemveranderingen nodig zijn.

De backcasting helpt om te prioriteren op basis van milieu-impact: aan maatregelen met het grootste mogelijke effect kunnen bijvoorbeeld de meeste middelen toegekend worden. Aan meerdere maatregelen met grote potentiële winst wordt al hard gewerkt. Deze moeten hun prioriteit behouden om in 2050 circulair te kunnen zijn. Andere veelbelovende maatregelen moeten van onderzoeks- naar implementatiefase worden gebracht in de komende periode en de discussie moet starten over hoe we het gat gaan dichten.

Het jaar 2050 lijkt nog ver weg. Het kan nuttig zijn om concrete tussentijdse doelen te stellen. Deze backcasting kan daarbij een nuttig hulpmiddel zijn.

## Referenties

1. Nationale Milieudatabase. [www.milieudatabase.nl/milieuprestatie/bepalingsmethode/](http://www.milieudatabase.nl/milieuprestatie/bepalingsmethode/), geraadpleegd 13 december 2023.
2. Klaversma, E., Jonkers, N., Hes, T. (2022). 'De integrale milieu-impact van Waternet'. *H2O-online*, 7 november 2022, [www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/de-integrale-milieu-impact-van-waternet](http://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/de-integrale-milieu-impact-van-waternet)
3. Nijholt, R. (2023). 'AGV experimenteert met AI-model voor lachgasemissie reductie'. *H2O actueel*, 29 juni 2023, [www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/agv-experimenteert-met-ai-model-voor-lachgasemissie-reductie](http://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-actueel/agv-experimenteert-met-ai-model-voor-lachgasemissie-reductie)
4. 'Waterschap AGV neemt installaties groengas en ICEAS officieel in gebruik'. *H2O techniek*, 19 oktober 2021, [www.h2owaternetwerk.nl/h2o-techniek/waterschap-agv-installaties-groengas-en-iceas](http://www.h2owaternetwerk.nl/h2o-techniek/waterschap-agv-installaties-groengas-en-iceas)
5. Spit, T. et al. (2023). 'Vergaande verwijdering van nutriënten, microverontreinigingen en zwevende stof met O3-STEP'. *H2O-online*, 18 oktober 2023. <https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/vergaande-verwijdering-van-nutriënten-microverontreinigingen-en-zwevende-stof-meto3-step>
6. Bruinsma, M., Nieuwenhuijse, I., Bachaus, A., Nusselder, S. (2022). *Circulair beton bij Rijkswaterstaat - Een analyse van de circulariteit van materiaalgebruik binnen de betonketen*. CE Delft, publicatienummer 21.190460.005.
7. Velde, O. van der, Leeuwen, M. van (2019). *Potentie van biobased materialen in de bouw*. NIBE Research bv, publicatienummer 148.0001.19.06.011/ov.