



Witteveen + Bos

VALLEI EN VELUWE CIRCULAIR

Energie- en grondstofstromenanalyse,
kansen en ontwikkelpaden en monitoring

WATERSCHAP VALLEI EN VELUWE
3 APRIL 2018

COLOFON

Project: Vallei en Veluwe Circulair
Opdrachtgever: Waterschap Vallei en Veluwe
contactpersoon: R.M.C.L. Neuteboom Spijker MSc

Document: Energie- en grondstofstromenanalyse, kansen, ontwikkelpaden en monitoring
Status: Definitief 01
Datum: 3 april 2018
Referentie: 104997/18-003.59

Projectcode: 104997
Projectleider: ir. R. Dijcker
Projectdirecteur: ing. M. Kraneveld

Auteur(s): ir. R. Dijcker (W+B), G. Roemers MSc (Metabolic) T. Streefland MSc (Metabolic), ir. S. Lieten (W+B). Met bijdragen van: E. Gladek MSc (Metabolic), dr.ir. A.F. van Nieuwenhuijzen, ir. E. van Tuinen (W+B)

Gecontroleerd door: dr.ir. A.F. van Nieuwenhuijzen
Goedgekeurd door: ir. R. Dijcker

Adres: Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Van Twickelostraat 2
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.
© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	05
2. HET KADER: VISIE EN AMBITIE, DOELSTELLINGEN EN CIRCULAIRE PRINCIPES	06
Visie en ambitie: Vallei en Veluwe Circulair	06
Doelstellingen	07
Principes van circulaire economie en de implicaties voor Waterschap Vallei en Veluwe	10
Werkprincipes voor een circulair waterschap	10
Conclusies: impacts, schaal van kringloopsluiting, en ontwerpprincipes	13
3. HUIDIGE SITUATIE EN UITDAGINGEN	14
Inleiding	14
Energiestromen	16
Grondstofstromen	21
CO ₂ -emissies	25
4. KANSEN EN MOGELIJKE ONTWIKKELPADEN VOOR EEN CIRCULAIR WATERSCHAP	28
Inleiding op ontwikkelpaden	28
Ontwikkelpad 1: Optimalisatie en verduurzaming huidige systeem	30
Ontwikkelpad 2: Sturen op input: Bronaankpak en schWen stromen	36
Ontwikkelpad 3: Sturen op output: hoogwaardig hergebruik van grondstoffen in andere waardeketens	40
Overkoepelend thema: circulair ontwerpen en assetmanagement	46
5. MONITORING	48
6. AANBEVELINGEN VOOR VERVOLG	52
REFERENTIES	54
BIJLAGEN (I, II, III)	56

AANLEIDING: EEN CIRCULAIR EN INCLUSIEF ECONOMISCH SYSTEEM

Toenemende klimaatverandering en schaarste van grondstoffen tonen aan dat het huidige economische model niet houdbaar is. In onze huidige, lineaire economie zijn we in grote mate afhankelijk van fossiele brandstoffen, en worden steeds grotere hoeveelheden grondstoffen verbruikt, om korte tijd later als afvalstoffen aan het einde productieketen verloren te gaan (‘‘Take, make, waste’’).

De circulaire economie beoogt een grondig herontwerp van onze economie en onze industrie. Een regeneratief en duurzaam economisch model, waarbij de extractie van grondstoffen wordt teruggedrongen, en afval niet langer een last vormt voor mens en milieu maar producten en grondstoffen hoogwaardig worden hergebruikt en in de kringloop blijven. De basisprincipes van een circulaire economie zijn intuïtief, maar hebben verstrekkende implicaties:

- » Ontwerpen voor hergebruik en demontabiliteit;
- » Het creëren van business modellen en economische prikkels om materialen terug in de economische en ecologische kringloop te krijgen;

- » Het gebruik van hernieuwbare energie en grondstoffen;
- » En, het vermijden van het gebruik van toxische bestanddelen.

Uiteindelijk kan een circulaire economie worden gedefinieerd als een nieuw economisch model dat als doel heeft om de behoeften van de mensheid te vervullen en middelen op een eerlijk en rechtvaardige manier te verdelen, zonder het functioneren van de biosfeer te ondermijnen, of de planetaire grenzen te overschrijden. [ref. 1., ref. 2]). Waterschappen hebben met hun invloed op de water- en nutriëntenkringloop, en hun potentie voor het opwekken van duurzame energie en het winnen van grondstoffen een belangrijke rol te vervullen in deze nieuwe economie.

STRATEGISCHE DOELSTELLINGEN VAN WATERSCHAP VALLEI EN VELUWE

Waterschap Vallei en Veluwe is bewust van haar positie en heeft dan ook hoge ambities voor de energietransitie en circulaire economie. Voor deze thema's heeft het waterschap in zijn Voorjaarsnota 2018-2022 [ref. 2] aangegeven voorloper te willen zijn. De afgelopen jaren



zijn al verschillende initiatieven gestart voor energie- en grondstoffenwinning. Maar er is meer nodig vanuit de ambitie om in 2050 circulair te zijn en om in 2025 alle lange termijn keuzes circulair te maken. Ook de Rijks(tussen)doelstelling om in 2030 50 % minder primaire grondstoffen (mineraal, fossiel en metalen) te gebruiken is hierbij relevant. Waterschap Vallei en Veluwe ziet circulaire economie en energietransitie als uitgangspunt bij de uitoefening van haar taken.

Dit rapport is bedoeld om verschillende partijen binnen en buiten het waterschap te laten zien waar kansen liggen om deze ambities te realiseren: het is niet alleen bedoeld voor het bestuur en de medewerkers van het waterschap, maar juist ook als inspiratie- en discussiestuk voor samenwerkingspartners: andere overheden, ondernemers, onderwijs- onderzoeksinstituten, inwoners en belangenorganisaties. Om kringlopen te sluiten en reststromen te verwaarden is deze samenwerking essentieel.

DOEL EN AANPAK

Gelet op bovenstaande ambities, wil Waterschap Vallei en Veluwe als eerste stap graag inzicht krijgen in:

- » Hoe circulair het nu is als we kijken naar grondstofstromen en de energiehuishouding
- » Hoe het circulair(der) kan worden?
- » En hoe de voortgang kan worden gemeten?

Dit samen moet inspirerende bouwstenen opleveren om nader in gesprekken te komen met gebieds- en ketenpartners, om kansrijke samenwerkingen te verkennen, de bewustwording te prikkelen en een programmatische aanpak voor circulaire economie en energietransitie te ondersteunen.

Hiertoe heeft het consortium van Witteveen+Bos en Metabolic een onderzoek uitgevoerd waarin de volgende bouwstenen zijn uitgewerkt:

1. Inzicht in de belangrijkste (grond)stoffen- en energiestromen met een stofstromenanalyse (MFA) en tevens een nulmeting.
2. Analyse van kansen voor kringloopsluiting en circulaire bedrijfsvoering uitgewerkt in drie ontwikkelpaden.
3. Voorstel voor een monitoringsprogramma.
4. Aanbevelingen voor vervolgstappen.

LEESWIJZER

Hoofdstuk 2 beschrijft de ambitie en doelstellingen van Waterschap Vallei en Veluwe, en de principes van een circulair waterschap. De huidige situatie en uitdagingen op gebied van energie, grondstoffen en emissies zijn beschreven in hoofdstuk 3, en op basis hiervan zijn in hoofdstuk 4 de kansen en routekaart uitgewerkt in drie ontwikkelpaden. Het monitoringsvoorstel staat beschreven in hoofdstuk 5. En tot slot, in hoofdstuk 6 de aanbevelingen voor vervolgstappen.



2 VISIE EN AMBITIE, DOELSTELLINGEN EN CIRCULAIRE PRINCIPES

VISIE EN AMBITIE: VALLEI EN VELUWE CIRCULAIR

In de voorjaarsnota 2018-2022 [ref. 3] heeft Waterschap Vallei en Veluwe haar visie en ambitie voor circulaire economie en energietransitie op hoofdlijnen neergezet. Dit vormt het vertrekpunt en kader voor de verdere uitwerking de komende jaren, waar deze rapportage één van de startpunten voor vormt. Navolgend is de hoofdlijn van de visie en ambitie uit de voorjaarsnota van Vallei en Veluwe beschreven.

Circulair 'zijn'

De essentie van de ambitie van Waterschap Vallei en Veluwe is dat zij als organisatie circulair wil 'zijn'. Dit betekent dat circulaire economie en energietransitie als uitgangspunt wordt gesteld bij de uitoefening van haar taken. De kerntaken blijven maatschappelijke doelen als volksgezondheid, waterkwaliteit en veiligheid. Het grote verschil is de meer duurzame wijze waarop Waterschap Vallei en Veluwe deze doelen wil bereiken. Hiermee speelt Vallei en Veluwe in op maatschappelijke duurzaamheidsvraagstukken en de eigen overtuiging dat een lineaire economie eindig is. Vallei en Veluwe sluit zich aan bij de ambitie van het rijk (in 2050 circulair) en wil zich positioneren als voorloper in de transitie naar een circulair Nederland.

Vanaf 2025 zijn alle lange-termijnkeuzes volledig circulair

Vallei en Veluwe wil vanaf 2025 dat alle lange-termijnkeuzes die het waterschap maakt volledig circulair zijn. Dit betreft niet alleen de projecten die worden uitgevoerd, maar een organisatie waar circulair denken en werken in het DNA zit en met bestaande en nieuwe partners toewerkt naar circulaire waardeketens. Het waterschap kent al projecten en samenwerkingen geënt op circulaire economie. Dat zal stapsgewijs worden uitgebreid door steeds meer reeds geprogrammeerde projecten circulair uit te voeren en nieuwe projecten te starten om de circulaire doelen te realiseren. Om deze waardeketens op te kunnen starten en de voorlopersrol waar te maken, zijn voor de periode 2018-2022 extra (operationele) middelen beschikbaar. Voor de meeste langetermijnbeslissingen is het waterschap niet als enige aan zet en de mate waarin ze bovenstaande

ambitie voor al haar beslissingen kan realiseren zal dan ook sterk afhangen van de mogelijkheid om samen met partners een versnelling te brengen in de transitie.

Waterketen en watersysteem als één samenhangend geheel zien

Waterschap Vallei en Veluwe wil de waterketen en watersysteem (nog) nadrukkelijker benaderen als één samenhangend systeem. Het effluent van de zuivering kan een belangrijke grondstof zijn voor het watersysteem. Hiervoor is nodig dat vraag en aanbod (kwaliteit en kwantiteit) tussen effluent en watersysteem op elkaar wordt afgestemd. Door zuiveringen in te zetten als 'waterfabriek' wil Vallei en Veluwe water produceren dat aansluit op de behoefte (kwaliteit en kwantiteit) van het ontvangende oppervlaktewater en daarmee bijdragen aan het tegengaan van verdroging van beekdalen en het vergroten van de ecologische waterkwaliteit. Dit kan betekenen dat zuiveringen een betere kwaliteit water leveren dan vanuit vergunningen strikt noodzakelijk is.

Energie- en klimaatneutraal waterschap

Vallei en Veluwe wil een voorloper zijn in de energietransitie en zich op termijn positioneren als Klimatschap. Dit wil zij bereiken door energiebesparing binnen haar eigen processen, het vergroten van de eigen duurzame energieproductie (biogas, zon, wind, geothermie en waterkracht), en door in te zetten op thermische energiewinning uit oppervlaktewater en rioolwater.

Grensoverschrijdend samenwerken

Eén van de basisprincipes bij het verduurzamen van de economie is ketensamenwerking met (lokale) bedrijven, andere waterschappen en over de grenzen van sectoren heen, gericht op het creëren van meervoudige waarde. Dit betekent voor Vallei en Veluwe dat zij (ook) buiten de watersector de samenwerking zoekt en breder denkt dan haar eigen taken. Alleen zo kan de hoogste maatschappelijke waarde worden bereikt. De focus ligt op het zo klein mogelijk houden van de kringloopverwaarding: lokaal waar het kan, regionaal waar het moet. In sommige gevallen is het hebben van voldoende volume een belangrijke voorwaarde voor ketensluiting. Netwerksamenwerking op grotere schaal kan dan noodzakelijk zijn.

DOELSTELLINGEN

Uit de visie en ambitie volgen enkele nieuwe doelstellingen voor Waterschap Vallei en Veluwe. Circulaire economie wordt als programma opgepakt bij Waterschap Vallei en Veluwe voor het “richten” en “inrichten” van de organisatie. Hiervoor worden de nieuwe ambities zoals beschreven in de voorjaarsnota de komende periode nader uitgewerkt en doorvertaald naar operationele doelen en Kritieke prestatie indicatoren (KPI, zie hoofdstuk 5) om de voortgang te monitoren voor de organisatie. Deze nieuwe doelstellingen vormen samen met de reeds vastgestelde beleidsdoelen en gemaakte afspraken met het Rijk en gebiedspartners het beleidskader. De bestaande en nieuwe doelstellingen en mijlpalen zijn samengevat in tabel 2.1.

Grondstoffenakkoord en transitie-agenda's

Waterschap Vallei en Veluwe staat niet alleen in haar ambities voor een circulaire economie. Het is daarom ook goed om voor het bepalen van (strategische) doelstellingen aan te sluiten bij landelijke ontwikkelingen. De Rijksoverheid heeft begin 2017 met de belangrijkste maatschappelijke

partners, waaronder de Unie van Waterschappen (UVW), en het bedrijfsleven het Grondstoffenakkoord gesloten. Een belangrijke afspraak in het Grondstoffenakkoord is het gezamenlijk opstellen van transitie-agenda's voor de transitie naar een circulaire economie in vijf prioritaire sectoren en ketens: biomassa en voedsel, kunststoffen, bouw, maakindustrie en consumptiegoederen. Op 15 januari 2018 zijn de vijf transitie-agenda's gepresenteerd (www.circulairereconomienederland.nl/transitieagendas). Het doel van de transitie-agenda's is om inzichtelijk te maken wat nodig is om de transitie naar de circulaire economie te versnellen.

Met name in de transitie-agenda's voor biomassa en voedsel, kunststoffen en bouw zijn strategische doelstellingen en actielijnen benoemd die voor Waterschap Vallei en Veluwe relevant zijn. In tabel 2.2 zijn de meest relevante strategische doelen en actielijnen voor Vallei en Veluwe samengevat. Waterschap Vallei en Veluwe zal de komende periode de ambities en doelen uit de transitie-agenda's moeten vertalen naar haar eigen beleid, en de wijze waarop het waterschap hier invulling aan wil geven.



Tabel 2.1 Doelstellingen en mijlpalen Waterschap Vallei en Veluwe

HOOFDDOELSTELLINGEN	MIJLPALEN	SUBDOELSTELLINGEN
CIRCULAIR 'ZIJN'	> 2014	• Atimuleren, versnellen en waar mogelijk opschalen (terug)winning van grondstoffen uit rioolwater [ref. 4]
	2015	• Duurzaam Inkopen van 100 % van het volume van alle producten en diensten, waarvoor binnen het Programma Duurzame Bedrijfsvoering Overheden duurzaamheidcriteria zijn opgesteld [ref. 5]
	2018	• Nieuw inkoopbeleid inclusief circulaire economie: • Actieplan MVI (Maatschappelijk Verantwoord Inkopen). • Circulair inkoop wordt opgenomen in checklist inkoop en aanbesteden, d.w.z. bij elke inkoopactie dient circulair en MVI te worden meegenomen in de aanbesteding.
	2025	• Vanaf 2025 zijn alle lange-termijnkeuzes van Waterschap Vallei en Veluwe volledig circulair [ref. 3]
	2030	• In overeenstemming met de Rijksdoelstelling wil Waterschap Vallei en Veluwe in 2030 50 % minder primaire grondstoffen (mineraal, fossiel en metalen) te gebruiken [ref. 6]
	2050	• In overeenstemming met de Rijksdoelstelling wil Waterschap Vallei en Veluwe in 2050 honderd procent circulair zijn in het gebruik en verbruik van grondstoffen en fossiele energiebronnen [ref. 6]
KLIMAATSCHAP: ENERGIE- EN KLIMAATNEUTRAAL WATERSCHAP	2020	• Verbetering van de energie-efficiency tussen 2005-2020 van minimaal 30 % (2 % per jaar) [ref. 5] Klimaatneutrale huisvesting [ref. 5] • Reductie van broeikasgassen van 30 % in de periode 1990 – 2020 [ref. 5] • 40 % voorzien in de eigen energiebehoefte met zelf opgewekte duurzame energie [ref. 7]
	2025	• Energieneutraal in 2025 [ref. 8] door energie duurzaam opwekken: op eigen terreinen met hernieuwbare bronnen (zon, wind, water en geo) en ook biogas.
	2050	• Energie- en klimaatneutrale waterschapssector [ref. 5]

Tabel 2.2 Strategische doelen en actielijnen met aanknopingspunten voor Vallei en Veluwe

TRANSITIE-AGENDA'S	STRATEGISCHE DOELEN EN ACTIELIJNEN MET AANKNOPINGSPUNTEN (CURSIEF) VOOR VALLEI EN VELUWE
BIOMASSA EN VOEDSEL	• Circulair en regeneratief gebruik van bodem en nutriënten betere benutting van nutriënten kan bijdragen aan het verlagen van de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater. • Honoreren koolstofvastlegging in bodem en producten CO₂-credits voor koolstofvastlegging in de bodem kan een positieve prikkel geven om organische stofgehalte, en daarmee het vochtvasthoudend vermogen, in landbouwbodems te vergroten. • Optimale verwaarding van biomassa en reststromen tot circulaire, biobased producten dit biedt kansen voor hoogwaardige benutting van organische reststromen uit watersysteem en uit afvalwater. • Emancipatie afvalregelgeving het ontwikkelen van een beleidskader voor het opheffen van afvalstatus (onder voorwaarden) van (verontreinigde) biomassa uit beheer en onderhoud van groengebieden en grondstoffen uit industrieel proceswater en communaal afvalwater.
KUNSTSTOFFEN	• De huidige productie van biobased plastics in 2030 is met 15 % gegroeid dit biedt kansen voor de productie van bioplastics uit afvalwater.
BOUW	• Vanaf 2030 zullen alle bouw gerelateerde overheidsaanbestedingen circulair zijn. Vanaf 2023 zullen alle uitvragen van de overheid, landelijk, provinciaal en gemeentelijk circulair zijn, tenzij dit niet (volledig) mogelijk is. Het circulaire inkoopbeleid van Waterschap Vallei en Veluwe dat in 2018 verschijnt sluit hier goed op aan. In dat zelfde jaar start ook de verkenning/implementatie naar modulair bouwen in samenwerking met Waterschapsbedrijf Limburg. • Het CO₂-verbruik bij de winning, productie en het transport van materialen in de bouw in 2030 zijn gehalveerd, en in 2050 geheel te hebben uitgebannen Vallei en Veluwe zal bij nieuwbouw, beheer en onderhoud van haar (gebouwde) assets de CO₂-impact inzichtelijk moeten maken en moeten sturen op hergebruik van materialen en verduurzamen van bouwmaterialen. • Inzicht verkrijgen in de materialen en grondstoffen die in gebouwen en andere werken zijn verwerkt, bijvoorbeeld door middel van een materialen paspoort. Uiterlijk in 2020 wordt vastgesteld in welke gevallen een systematiek (zoals materialen paspoort) verplicht wordt. Dit betekent dat Waterschap Vallei en Veluwe komende periode ervaringen met het materialen paspoort moet opdoen, zodat een passende methode in haar bouwbeleid kan implementeren.

PRINCIPES VAN CIRCULAIRE ECONOMIE EN DE IMPLICATIES VOOR WATERSCHAP VALLEI EN VELUWE

Waterschap Vallei en Veluwe wil in 2050 circulair zijn, maar wat betekent dit? In plaats van grondstoffen te gebruiken en afval te produceren "take, make, waste", zou er een 'regeneratieve en afvalvrije' economie moeten komen. In een circulaire economie moeten producten en diensten daarom ook zo worden ontworpen dat afval verdwijnt en negatieve impacts worden geminimaliseerd. Materialen worden oneindig en zo hoogwaardig mogelijk hergebruikt, alle energie is afkomstig uit hernieuwbare en duurzame bronnen en menselijk en natuurlijk kapitaal (mensen en ecosystemen) worden structureel versterkt in plaats van te worden gedegradeerd door economische activiteiten.

Uiteindelijk vraagt de transitie naar een circulaire economie dan ook niet alleen een focus op de materialen en energie, maar een systemisch herontwerp van het complete economische en industriële systeem. Voor een waterschap is het dus ook belangrijk systematisch het ontwerp van de waterketen en het watersysteem te evalueren op de volgende doelstellingen:

1. Er worden zo min mogelijk grond- en hulpstoffen, energie en water gebruikt.
2. Alle grond- en hulpstoffen, energie en water worden idealiter gewonnen uit hernieuwbare bronnen;
3. Ketens van energie, water, organische stof, nutriënten, etc worden gesloten en gericht op maximaal hoogwaardig hergebruik van producten en grondstoffen en de minimalisatie van waardevernietiging.
4. Er mogen in geen geval schadelijke emissies naar het milieu of mensen plaatsvinden;
5. De activiteiten van het waterschap dragen bij aan het versterken van de gezondheid en het welzijn van mensen, en het natuurlijk kapitaal in het beheersgebied.

Hiermee heeft circulaire economie een sterk raakvlak met klimaatverandering, verbetering van de leefomgeving, de vitalisering van stad, platteland en bodem en de versterking van de regionale duurzame economie.

Tegelijkertijd laat bovenstaande definitie ook zien dat een circulair waterschap een aantal zaken NIET is, namelijk:

1. Een circulair waterschap hoeft niet zelfvoorzienend te zijn. Ketens moeten op de meest hoogwaardige manier worden gesloten, of dat nu binnen de eigen organisatie is of daarbuiten.
2. Een circulaire economie is niet persé lokaal: het gaat er om te zoeken naar de optimale (lees minst impactvolle en meest efficiënte) schaalgrootte voor kringloopsluiting. Gestreefd wordt naar lokaal wat kan en centraal wat moet.

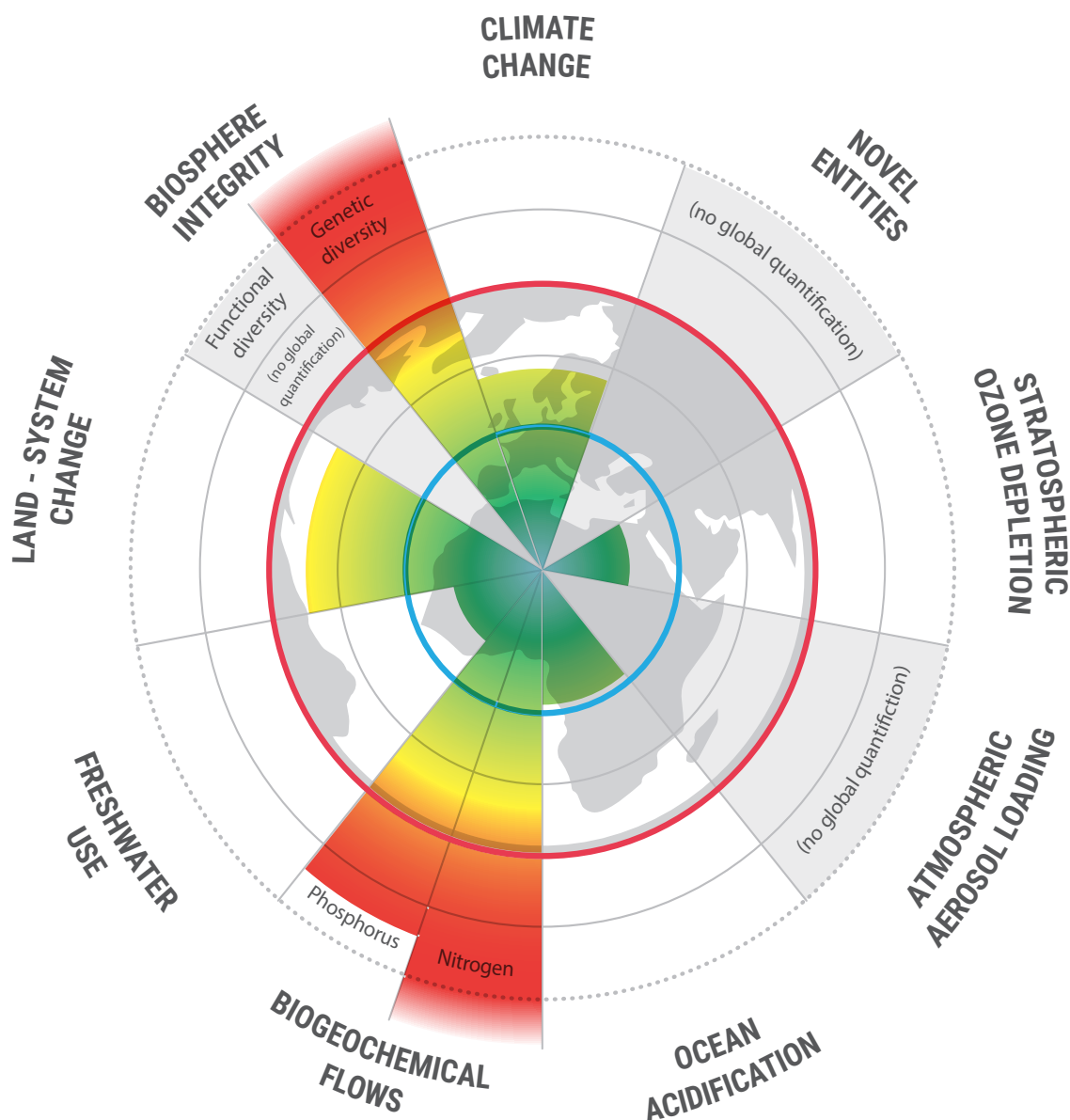
WERKPRINCIPES VOOR EEN CIRCULAIR WATERSCHAP

We kunnen de karakteristieken van een circulaire economie vertalen naar een aantal werkprincipes voor Waterschap Vallei en Veluwe, en in feite voor elk circulair waterschap. Deze principes hebben betrekking op het prioriteren van impacts, de schaal waarop verschillende typen kringlopen zouden moeten worden gesloten, en de manier waarop het watersysteem en de infrastructuur van het waterschap op lange termijn zouden moeten worden vormgegeven.

1. Het prioriteren van impacts

Uiteindelijk komen ambities om circulair te 'zijn' en een klimaatschap te worden, voort uit een brede duurzaamheidsopgave: het waterschap wil haar taken op zo'n manier invullen dat deze de draagkracht van de aarde (planetaire grenzen) niet overschrijden (zie ook de inleiding voor een uitgebreide definitie). Een circulair waterschap zal zich ook sterk moeten concentreren op:

1. Impacts die op termijn onomkeerbare en onherstelbare schade opleveren: denk hierbij aan klimaatverandering, maar ook aan biodiversiteitsverliezen.
2. Impacts die de capaciteit van de planeet ondermijnen om een veilige leefomgeving te bieden aan de mens (zie onderstaand tekstkader over planetaire grenzen).
3. Impacts waarvan we met de huidige staat van de wetenschap niet goed weten wat de impact op mens en milieu is: denk hierbij bijvoorbeeld aan de emissie van hormonen of medicijnresten in het milieu. Volgens het voorzorgsbeginsel moeten deze emissies worden voorkomen tot we de risico's ervan kennen.



- Beyond zone of uncertainty (high risk)
- In zone of uncertainty (increasing risk)
- Below boundary (safe)
- Boundary not yet quantified

Source: Steffen et al. Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet, Science, 16 January 2015.
Design: Globaia

Afbeelding 2.1 Planetaire grenzen [ref. 9]

Het Stockholm Resilience Instituut heeft een negental planetaire grenzen opgesteld die hier richting aan kunnen geven [ref. 9]. Afbeelding 2.1 geeft een overzicht van deze parameters die van groot belang zijn voor de aarde als leefbaar systeem. Er is voor elk van de grenzen weergegeven in hoeverre ze op dit moment overschreden worden op mondiale schaal. Met name biodiversiteit en de biochemische cycli (m.n. de fosfor en stikstof kringloop) zijn in een kritieke staat, maar ook de grenzen wat betreft veranderingen in landgebruik (land-systems change) en klimaatverandering zijn voorbij de veilige zone. Als we deze planetaire grenzen op het waterschap betrekken, kunnen we stellen dat het waterschap met name directe invloed heeft op de biochemische cyclus (m.n. via haar kerntaak als zuiveraar) en het klimaat

(met haar energieproductie en verbruik). Denk hierbij aan nutriëntencycli zoals die van fosfaat en stikstof, en organische stof (koolstof), de uitstoot van CO₂ door het gebruik van fossiele brandstoffen, en lachgas emissies uit het rioolwaterzuiveringsproces. Maar ook aan indirecte impacts zoals ingebedde CO₂ door materiaalgebruik voor zuiveringen en persleidingen van het waterschap. Dit zouden dus impacts zijn die een circulair waterschap zoveel mogelijk dient te minimaliseren, of zelfs terug te dringen door een klimaatpositief beleid, of het weer balans brengen van biochemische cycli. Deze planetaire grenzen dienen dan ook als basis voor de materiaalstroomanalyse in Hoofdstuk 3, en zullen richting geven aan de ontwikkelpaden (hoofdstuk 4) en ook het monitoringsvoorstel (hoofdstuk 5).

2. De optimale schaal voor het sluiten van kringlopen

Ook voor het zoeken naar de optimale schaal voor het sluiten van kringlopen zijn een aantal principes te hanteren. Zoals gezegd is een circulair waterschap niet per se een waterschap waar alle kringlopen lokaal worden gesloten. Het basisprincipe is om materialen en energie zo hoogwaardig mogelijk her te gebruiken en hun functionaliteit en complexiteit te behouden: liever gebruiken we producten en componenten zoals ze zijn (eventueel na onderhoud of reparatie) en pas daarna worden ze afgebroken naar hun originele grondstoffen. Dit is een helder principe, maar voor welke kringlopen zou je nou wel een oplossing dichtbij huis willen zoeken, en welke laat je (inter)nationaal sluiten?

Hierbij kunnen de eigenschappen van een materiaalkringloop helpen een beslissing te maken; in het algemeen geldt in een circulaire economie: hoe complexer en waardevoller het materiaal of product, hoe groter de geografische schaal waarop kringloopsluiting plaatsvindt. Een voorbeeld: energie uit hernieuwbare bronnen zoals de zon is in Nederland in redelijk gelijke mate beschikbaar, en bij transport van zowel elektrische als thermische energie treden verliezen op. Het is dus wenselijk deze kringlopen zo lokaal mogelijk te sluiten, en productie en consumptie van energie waar mogelijk in de ruimte zo dicht als mogelijk bij elkaar te laten plaatsvinden. Voor meer complexe en duurdere materialen die niet overal in gelijke mate voorkomen (denk bij het waterschap bijvoorbeeld aan metaalzouten en polymeren, maar ook aan infrastructuur en gebouwen) geldt dat de optimale schaal voor kringloopsluiting juist grotendeels door economische en ecologische schaalvoordelen wordt bepaald: de schaalgrootte waar impacts en energieverbruik het meest efficiënt is om kringloopsluiting te faciliteren is leidend. Organische reststromen bevinden zich doorgaans ergens tussen deze twee uitersten in.

3. Het ontwerpen van een circulair waterketen en watersysteem

Uiteindelijk zal het waterschap zijn eigen systeem in de transitie naar een circulaire economie moeten herontwerpen. Hoe dit systeem er uit komt te zien is op voorhand lastig te zeggen, en we zullen in deze rapportage

dan ook geen definitief oordeel geven. In hoofdstuk 4 beschrijven we wel drie ontwikkelpaden richting een circulair waterschap. Voor ieder van deze ontwikkelpaden geldt echter wel een onderliggende set van circulaire principes voor het systeemontwerp, zie onderstaand.



3.1. Reductie van energie en grondstoffengebruik

De makkelijkste manier om impact van grondstoffenwinning en energieproductie te voorkomen, of om afvalproblemen te voorkomen, is om minder te consumeren respectievelijk te produceren. Dit geldt ook voor herwinning van grondstoffen uit reststromen: technisch gezien is het vaak mogelijk afvalstromen te scheiden, op te schonen en her te gebruiken, maar al deze processen kosten energie en hebben impact op klimaat en milieu. Het is dus belangrijk om een systeem te ontwerpen waarbij een lage vraag naar energie en materialen centraal staat, nog voordat überhaupt wordt gekeken naar waardebehoud en kringloopsluiting.

Voor een waterschap betekent dit idealiter dat de noodzaak voor waterzuivering, bemaling, of het bouwen van infrastructuur, in de basis voorkomen zou moeten worden. Echter, als vervuiling van water, de productie van afvalwater, of het bouwen van dijken en gebouwen in beginsel niet kan worden voorkomen moet zuivering en waterveiligheid met zo weinig mogelijk impact worden gerealiseerd. Uiteraard staan veiligheid, volksgezondheid en waterkwaliteit hierbij voorop. Het is belangrijk om op te merken dat dit principe niet inhoudt dat het huidige systeem altijd geoptimaliseerd moet worden. Soms is disruptief vernieuwen noodzakelijk: als we alleen zouden optimaliseren vanuit het bestaande kan het zijn dat een ander, op lange termijn efficiënter systeem, nooit van de grond komt. Het behouden van een bestaand systeem (bijvoorbeeld de huidige riolering en centrale afvalwaterzuivering) is vaak goedkoper en dus kostenefficiënter dan vervanging en het opbouwen van een nieuw (bijvoorbeeld decentraal) systeem. Maar als het decentrale systeem op zichzelf beter functioneert kan het zijn dat het noodzakelijk is de kosten voor verlies en vervanging van het bestaande voor het nieuwe voor lief te nemen. Op dezelfde manier wordt momenteel in Nederland gewerkt aan vervanging van het gasnet voor een energiesysteem gebaseerd op elektriciteit.



3.2. Synergie: hergebruik van reststromen

Zodra de grondstoffen- energievraag en daaraan gerelateerde effecten maximaal verlaagd zijn, kan worden gekeken naar de mogelijkheid om uitwisseling van reststromen te realiseren. Dit gebeurt al veel: denk aan de productie van warmte en elektriciteit voor derden, of de productie van struviet als meststof. Ook hierbij is het weer belangrijk een stap verder terug te denken: het kan goed zijn dat het terugwinnen van reststromen in het huidige systeem zelfs onder optimale omstandigheden onderdoet voor een alternatief. Naast dat we dus kijken naar de mogelijkheid synergie te vinden in het huidige centrale systeem, moeten we ook kijken of dit systeem als geheel niet beter kan worden ontworpen.

Het uitwisselen en verwaarden van reststromen hoeft zeker niet altijd binnen de eigen invloedssfeer en het eigen systeem te worden geregeld. In een circulaire economie moet in de keuze voor kringloopsluiting de impact en efficiëntie leidend zijn, niet de wens om zo lokaal mogelijk de kringloop te sluiten. Tegelijkertijd dient onnodig transport te worden voorkomen: wanneer we bijvoorbeeld kijken naar slibtransporten is het goed te kijken naar de mogelijkheden om het slib lokaal te ontwateren en verwerken, voor eventueel transport voor meer centrale verwerking plaatsvindt.



3.3. Duurzame productie en inkoop

Zodra met reductie en hergebruik van reststromen niet (volledig) in de behoefte kan worden voorzien, kan de resterende functionele vraag geleverd worden doorschaal van kringloopsluiting, en on gebruik te maken van schone, hernieuwbare, of anderszins duurzame bronnen. Producten of grondstoffen die lokaal geproduceerd en verwerkt/hergebruikt worden hebben hierbij de voorkeur, omdat de milieu en klimaat impact hiervan doorgaans lager is en de efficiëntie hoger omdat er geen lang transport of grote infrastructurele investeringen nodig zijn.

CONCLUSIES: IMPACTS, SCHAAL VAN KRINGLOOPSLUITING, EN ONTWERPPRINCIPES

Het is dus helder op welke impacts het waterschap zich zal moeten richten:

- » Klimaatverandering;
- » Biodiversiteitsverlies;
- » Biochemische cycli (waaronder koolstof, stikstof en fosfor);
- » Het zoveel mogelijk lokaal sluiten van de waterkringloop;
- » De uitputting van schaarse grondstoffen.

Dit zijn reeds overschreden planetaire grenzen, die bovendien onomkeerbare schade tot gevolg kunnen hebben. Daarnaast zijn er nog onbekende risico's verbonden aan bijvoorbeeld 'nieuwe stoffen' zoals medicijnresten, hormonen, gewasbeschermingsmiddelen, micro/nanoplastics die in het milieu terechtkomen welke uit voorzorg moeten worden voorkomen.

Ook weten we dat de meest alomtegenwoordige stromen als water en energie in principe zo lokaal mogelijk terug de kringloop in moeten worden gebracht, dat voor organische reststromen een iets grotere geografische schaal vaak voor de hand ligt, en dat complexere, zeldzamere materialen vaak op een groter regionaal of (inter)nationaal schaalniveau terug de kringloop in worden gebracht in een circulair systeem.

Ten slotte, bieden de bovengenoemde principes een handvat voor het maken van beslissingen op korte en lange termijn, waarbij het zoeken naar mogelijkheden voor synergie en kringloopsluiting (circulariteit in enge zin) slechts één van de leidende principes is voor het ontwerpen van een circulair water- en zuiveringssysteem.

3 HUIDIGE SITUATIE EN UITDAGINGEN

INLEIDING

Tussen de Rijn, de IJssel, de randmeren en de Utrechtse Heuvelrug ligt het Waterschap Vallei en Veluwe. Het totale gebied behelst ruim 245.000 hectare waarbinnen rond de 1,1 miljoen inwoners leven. Er zijn ongeveer 440.000 huishoudens en 26.000 bedrijven, verspreid over 37 gemeenten [ref. 10]. Vallei en Veluwe is een divers waterschap. Enerzijds wordt het gebied gekarakteriseerd door stedelijke gebieden zoals Apeldoorn, Wageningen en Amersfoort. Aan de andere kant bestaat het waterschap ook voor een groot deel uit landelijk gebied met kleine woonkernen, landbouw en uitgestrekte natuurgebieden, zoals de Veluwe en de uiterwaarden langs de Rijn en IJssel.

Waterschap Vallei en Veluwe heeft al diverse initiatieven genomen en investeringen gedaan om haar ambities met betrekking tot circulariteit waar te maken. Zo zijn er al samenwerkingen met het oog op hergebruik van biomassa (maaisel en gras) uit het gebied (bijvoorbeeld het initiatief 'Van berm tot bladzijde'). Daarnaast wordt er volop biogas geproduceerd vanuit het zuiveringsslib en externe biomassastromen (SEA stroom (Slibgisting Externe Afvalstroom)), wat met WKK's in Ede, Amersfoort en Apeldoorn in warmte en elektriciteit wordt omgezet, en een deel van fosfaat (en stikstof) uit het afvalwater en zuiveringsslib wordt teruggewonnen tot struviet. Toch liggen er nog volop kansen voor hergebruik van grondstoffen en water en het vergroten van de zelfvoorzienendheid op energiegebied. Om te kijken hoe waterschap Vallei en Veluwe zich verder kan ontwikkelen tot een circulair richt de analyse in dit rapport zich op drie aandachtsvelden, die een sleutelrol spelen in de transitie naar een circulair en klimaatneutraal waterschap:

Energie: de ambitie is dat de totale energievoorziening is afkomstig van hernieuwbare bronnen. Emissies en energieverliezen worden zoveel mogelijk beperkt. Dit omvat ook indirecte emissies door inkoop van materialen en grondstoffen. Ingeval van volledige zelfvoorzienendheid wordt alle gebruikte energie zelf opgewekt vanuit bestaande en hernieuwbare bronnen. Het biogas wordt benut als biobrandstof voor maatschappelijke hoge doelen zoals mobiliteit en warmte, en/of het slib wordt benut als grondstof voor biobased materialen.

Grondstoffen: de in het afvalwater aanwezige grondstoffen worden maximaal teruggewonnen en zo

hoogwaardig mogelijk hergebruikt. Het gebruik van grondstoffen voor het zuiveren van afvalwater, zowel in de realisatie- als in de gebruiksfase, wordt geminimaliseerd en er wordt zoveel als mogelijk gebruik gemaakt van hergebruikte of hernieuwbare grondstoffen. De reststromen uit het watersysteem worden hoogwaardig en lokaal hergebruikt.

Water: alhoewel in dit onderzoek geen Material Flow Analysis (MFA) van het (zoet)watergebruik gemaakt is¹, is de waterkringloop van groot belang aangezien water de eerste prioriteit en verantwoordelijkheid is van het waterschap. Water is de voornaamste stroom in volume en wordt direct beïnvloed door de manier waarop het waterschap haar kerntaken uitvoert. Water is zowel de belangrijkste grondstof als het belangrijkste product van het waterschap. In onderstaand tekstkader worden daarom enkele belangrijke kenmerken van waterstromen binnen Vallei en Veluwe toegelicht. Voor een circulair waterschap is het van belang dat schadelijke emissies worden aangepakt aan de bron, hemelwater volledig is afgekoppeld, en de kwaliteit en kwantiteit van het effluent is afgestemd op het optimaal ecologische functioneren van het watersysteem of op de watervraag van derden (industrie, landbouw, etc.).

Kenmerken waterstromen Vallei en Veluwe

In dit tekstkader zijn enkele kenmerken van de waterstromen binnen Vallei en Veluwe kort beschreven. Voor een uitvoerige beschrijving van de waterketen en het watersysteem wordt verwezen naar het Waterbeheerprogramma 2016-2021 [ref. 11].

Jaarlijks wordt er 119 miljoen m³ rioolwater behandeld door Waterschap Vallei en Veluwe. We kunnen dit water verder onderverdelen in de volgende drie deelstromen [ref. 12]:

- » 55 % afvalwater, ook wel DroogWeerAfvoer (DWA) genoemd (66 miljoen m³/jaar);
- » 31 % regenwater (37 miljoen m³/jaar);
- » 14 % rioolvreemd water, bestaande uit grondwater en/of oppervlaktewater (17 miljoen m³/jaar).

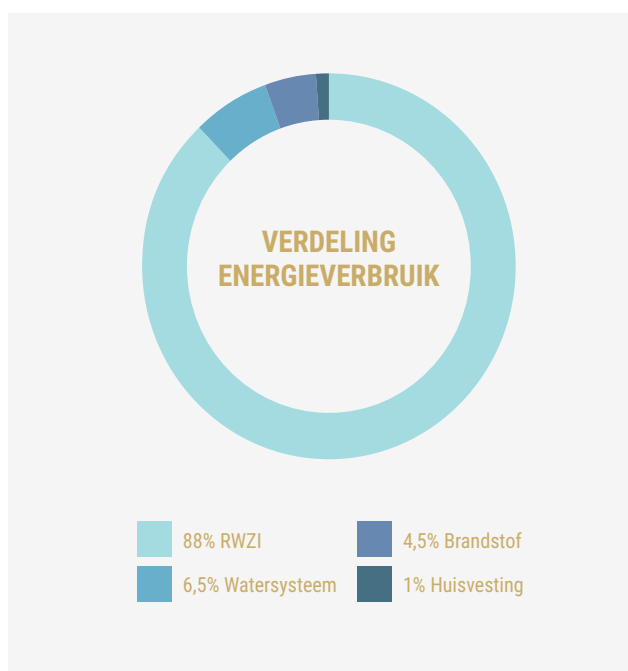
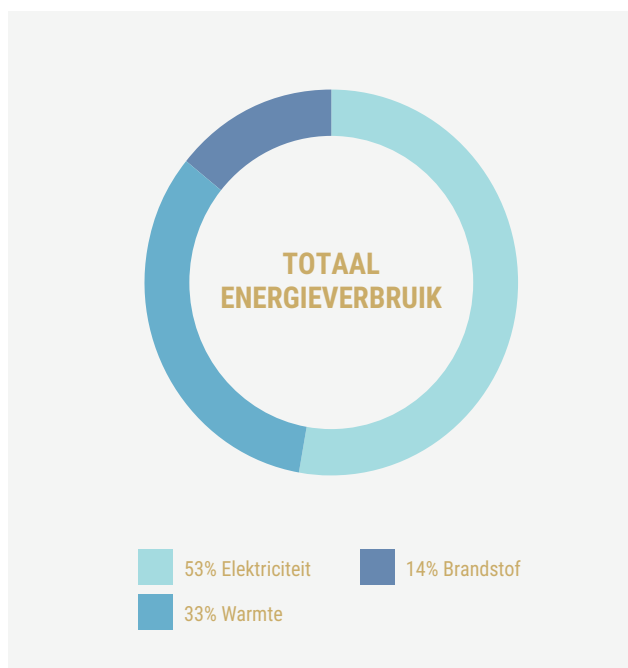
¹ Ten tijde van de uitvoering van dit onderzoek was de data voor het opstellen van de MFA voor de waterstromen niet volledig beschikbaar. Omwille van de voortgang heeft Waterschap Vallei en Veluwe besloten om de MFA voor de waterstromen op een later moment op te stellen.



Om de kringlopen die voor ieder van deze vraagstukken van belang zijn beter in kaart te brengen is een Material Flow Analysis (MFA) uitgevoerd. Een “Material Flow Assessment”, of wel een materiaalstroomanalyse, is een “systematische beoordeling van stofstromen en voorraden van (grond)stoffen binnen een systeem, met een gedefinieerde scope wat betreft ruimte en tijd”. We hebben voor Vallei en Veluwe de energie- en grondstoffenstromen van het waterschap gekwantificeerd, en de CO₂-emissies (in CO₂-equivalenten) berekend. Voor de CO₂-emissies maken we onderscheid tussen energie, grondstoffen, de broeikasgassen uit het afvalwaterzuivering- en vergistingsproces, en de ingebedde CO₂ in materialen. De uitkomst van deze analyses is gevisualiseerd in drie zogenaamde Sankey-diagrammen. Deze diagrammen tonen de grootte van verschillende energie en

materiaalstromen op schaal, zodat in één opslag te zien is waar de grootste energie- en materiaalstromen zich in het systeem bevinden. Bovendien laten de Sankey-diagrammen zien vanuit welke bronnen een ‘flow’ komt (aan de linkerkant), op welke manier deze gebruikt of getransformeerd wordt door het waterschap (midden), en hoe de ‘flow’ het systeem uiteindelijk weer verlaat en wordt verwerkt (aan de rechterzijde van het diagram), dan wel wordt hergebruikt (cycles).

De Material Flow Analysis is uitgevoerd op basis van de kentallen van het jaar 2016. Hiermee is ook tegelijk de nulsituatie vastgelegd. In de komende paragrafen zijn de Sankey-diagrammen nader uitgelegd om vervolgens de belangrijkste conclusies, hotspots en kansen uiteen te zetten.



ENERGIESTROMEN

De vraag naar, en productie van, energie voor Vallei en Veluwe is weergegeven in afbeelding 3.2. Uit de analyse en visualisatie van de energiestromen komen een aantal belangrijke aandachtspunten naar voren. De brondata voor deze MFA is afkomstig uit de Klimaatmonitor Waterschappen 2016 [ref. 11] en een uitgebreide verantwoording is te vinden in de bijlage I.

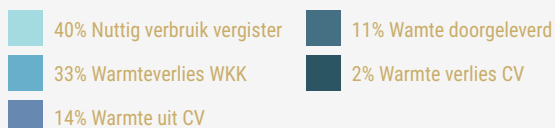
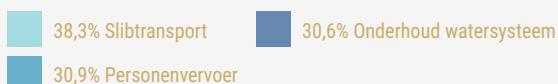
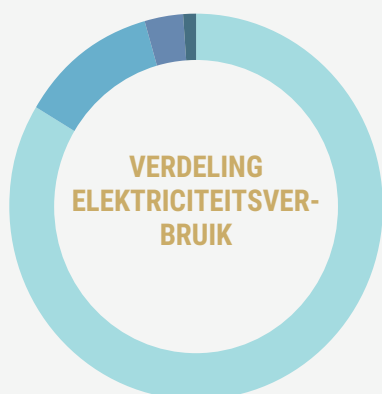
Ingaande energie

Aan de linkerkant van het Sankey-diagram is te zien hoe de vraag naar energie voor waterschap Vallei en Veluwe is opgebouwd. In 2016 was het totale energieverbruik van waterschap Vallei en Veluwe 403.455 GigaJoule (GJ), waarvan 53 % in de vorm van elektriciteit, 33 % warmte en 14 % in de vorm van brandstoffen. De RWZI's inclusief het slibtransport zijn met 354.333 GJ in totaal verantwoordelijk voor 88 % van het totale energieverbruik van Vallei en Veluwe. Beheer en onderhoud van het watersysteem zijn verantwoordelijk voor 6,5 % van de totale energievraag.

Er komt ook energie binnen vanuit de eigen productie van het waterschap. Vallei en Veluwe is koploper van alle waterschappen wat betreft biogasproductie [ref. 11]. In 2016 was Vallei en Veluwe voor ruim 55 % (223.390 GJ) zelfvoorzienend in haar totale energieverbruik (elektriciteit, warmte, aardgas en brandstoffen). Hierin is niet meegenomen dat Vallei en Veluwe ook energie en warmte aan derden levert.

Van het totale elektriciteitsverbruik, is 54 % ingekochte groene stroom², ruim 46 % is eigen productie via verbranding van biogas in de WKK's van het waterschap, en minder dan 1 % wordt op het eigen terrein opgewekt uit zon en waterkracht. Hierbij wordt opgemerkt dat 12 % (29.462 GJ) van de totaal opgewekte elektriciteit wordt geleverd aan derden en niet door het waterschap zelf wordt benut. Ruim 83 % van de elektriciteit wordt verbruikt door de RWZI, waarvan circa 60 % door de beluchting. De elektriciteit uit biogas wordt geproduceerd door vergisting van zuiveringsslib (70 %) en de SEA stroom (slibzuivering Externe Afval stroom) (30 %).

² In 2016 (en ook in 2017) kocht Waterschap Vallei en Veluwe groene stroom in op basis van zogenaamde groene stroomcertificaten van Scandinavische waterkrachtcentrales. In de tussentijd is gebleken dat de stroom die wordt geleverd onder deze certificaten feitelijk 'grijze' stroom is. Daarom hebben de waterschappen recentelijk besloten dat per 2018 de inkoop van groene stroomcertificaten uit waterkracht uit Scandinavië niet meer mag worden gerekend als duurzaam opgewekte elektriciteit. Omdat dit besluit ingaat per 2018 is in deze rapportage de inkoop van groene stroom in 2016 wel als groene stroom gerekend.



Op het gebied van transport en vervoer wordt er gebruik gemaakt van fossiele brandstoffen. Diesel is hier de voornaamste brandstof. Het transport van slib binnen het waterschap en naar de verwerkers van dit slib, is verantwoordelijk van 38 % van het totale brandstofverbruik. Voor het beheer en onderhoud van het watersysteem wordt 31 % van het brandstof verbruikt en de overige 31 % wordt verbruikt voor personen- en vrachtovervoer (woon-werk, werk-werk en derden). Tot slot, wordt er voornamelijk voor de opstart van de WKK's, de verwarming van gebouwen en het watersysteem 5.872 GJ aan aardgas gebruikt. Dit is 1,5 % van het totale energieverbruik.

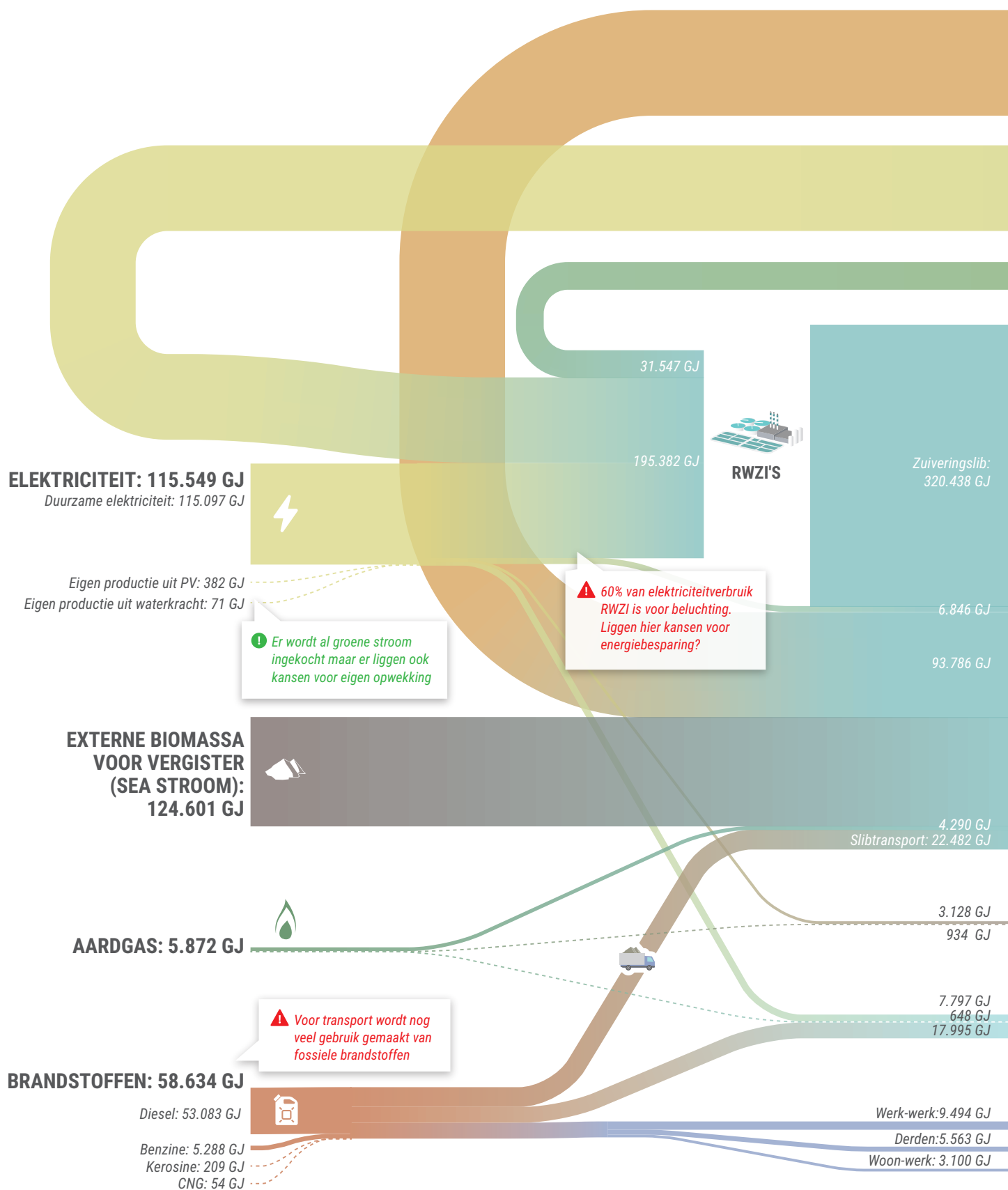
Uitgaande energie

Twee stromen die meteen opvallen zijn de elektriciteit en warmte die vanuit de WKK teruglopen naar de RWZI. Daarnaast wordt ook 13 % van de warmte van de WKK geleverd aan derden. Dit betreft de levering van warmte aan huishoudens in de woonwijk Zuidbroek in Apeldoorn. Aan de rechterkant van de MFA zien we echter dat er ook nog ruim 75.000 GJ warmte (39 %) van de warmte opgewekt door de WKK verloren gaat.

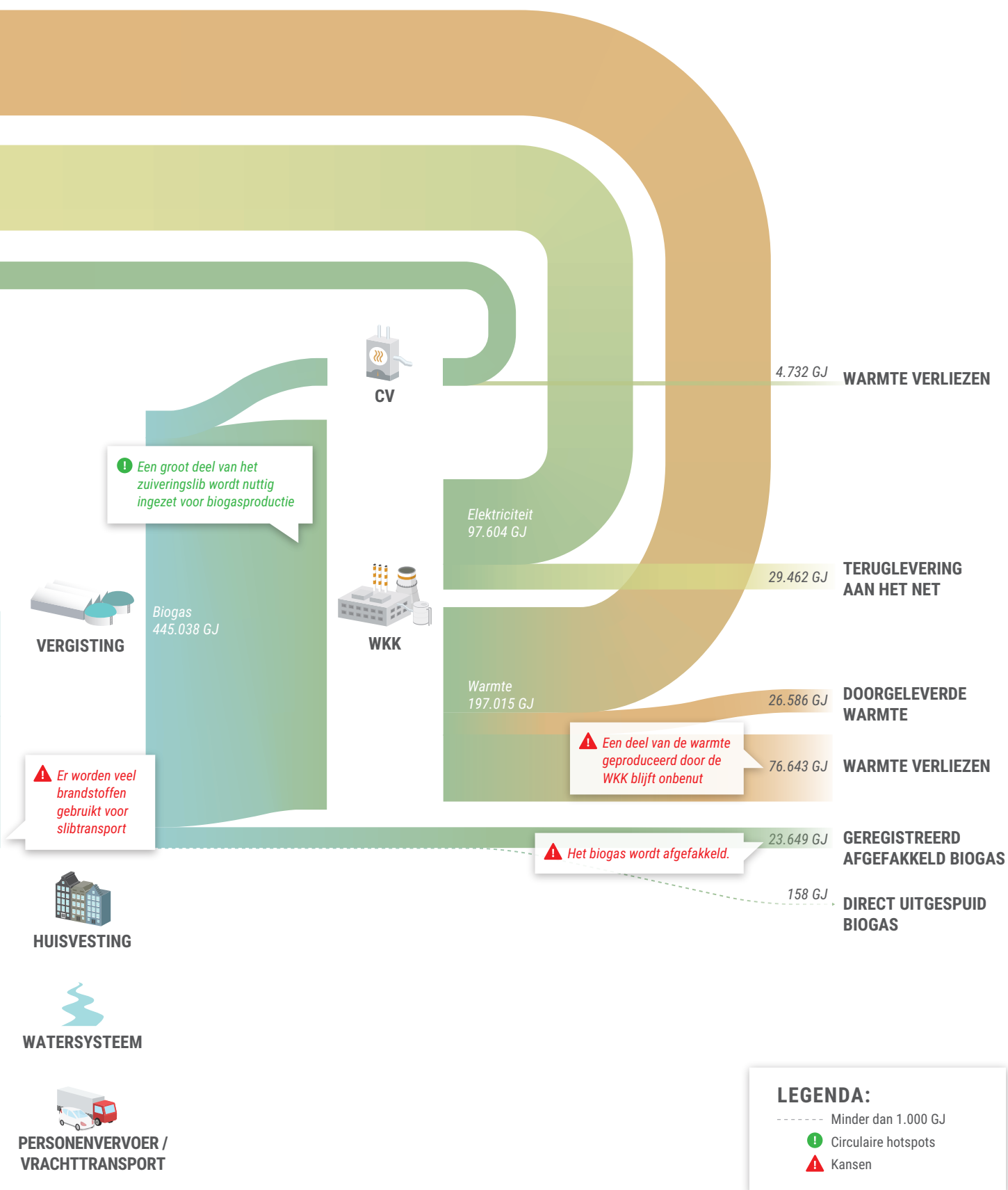
Hotspotanalyse: kansen en knelpunten

Samenvattend kunnen we een aantal kansen en knelpunten onderscheiden op het gebied van energie. (Deze worden in de Sankey-diagram weergegeven met groene (kansen) en rode (knelpunten) tekstballonnetjes). In hoofdstuk 4 worden deze verder toegelicht):

- » De beluchting in de RWZI is verantwoordelijk voor circa 60 % van het elektriciteitsverbruik van de zuivering;
- » Er wordt op dit moment nog maar weinig gebruik gemaakt van energie opwekking van zon (weinig) of wind (helemaal niet) op eigen areaal;
- » Een deel van de warmte geproduceerd door de WKK's blijft onbenut;
- » Er wordt voor vervoer en transport nog veel gebruik gemaakt van fossiele brandstoffen (met name diesel);
- » Biogas wordt nog deels direct gespuid en deels direct afgepakt.
- » Er liggen nog kansen om biogas verder in te zetten voor warmteproductie, met name bij derde partijen als bewoners, waardoor verliezen bij omzetting naar elektriciteit kunnen worden teruggedrongen;



Afbeelding 3.2 Energie Sankey





GRONDSTOFSTROMEN

De grondstofstromen van Vallei en Veluwe zijn weergegeven in afbeelding 3.3. De brondata voor deze grondstoffen MFA is afkomstig uit de jaarverslagen van het waterschap, de Management Rapportages van de zuiveringen 2016 (MARAP), Klimaatmonitor Waterschappen 2016 [ref. 11] en aanvullende informatie vanuit het waterschap zelf. Een uitgebreide verantwoording is te vinden in de bijlage II.

Ingaande grondstoffen

In totaal komt er jaarlijks 6.000 ton stikstof (N) en 850 ton fosfaat (P) met het rioolwater de RWZI's van Vallei en Veluwe binnen. Daarnaast zit er ook nog voor 72.600 ton CZV³ aan organische stof in de rioolwaterstroom. Naast grondstoffen die via het rioolwater het zuiveringssysteem binnenkomen, zijn er aan de ingaande kant van het diagram ook polymeren en metaalzouten te zien die ten behoeve van de zuivering worden ingekocht. Op jaarbasis gaat het hierbij om ruim 5.000 ton metaalzouten en bijna 600 ton polymeren. Deze worden momenteel niet hergebruikt. Er worden verder diverse biomassastromen zoals hout, maaisel en waterplanten 'geoogst' bij het beheer van het watersysteem en benut voor bio-energie, compostering of direct hergebruikt als grondstof. Vrijkomende bagger⁴ wordt momenteel grotendeels verspreid op de kant. Dit kunnen we zien als een vorm van lokale kringloopsluiting.

Uitgaande grondstoffen

Een derde deel van de koolstof in het rioolwater (uitgedrukt in CZV) en circa 80 % van de stikstof (N) wordt tijdens de behandeling in de RWZI geëmitteerd naar de atmosfeer in de vorm van de broeikasgassen CO₂ en lachgas (N₂O). Het overige 2/3 deel van de koolstof komt terecht in het zuiveringsslib en wordt vervolgens deels door vergisting omgezet in methaan (CH₄) en CO₂ in de vorm van biogas. Circa 50 % van de koolstof in het zuiveringsslib wordt als biogas gebruikt in de WKK voor elektriciteitsopwekking, waarna het alsnog in de atmosfeer terecht komt bij verbranding van het biogas. De overige 50 % van de koolstof wordt afgevoerd als uitgestort en ontwaterd zuiveringsslib (is restproduct van vergisting).

In 2016 werd binnen Vallei en Veluwe tevens 134 ton struviet geproduceerd, wat overeenkomt met 52 ton

fosfaat. Dit betekent dat van de 850 ton fosfaat in het influent circa 6 % lokaal wordt teruggewonnen. De rest wordt afgevoerd met het zuiveringsslib of stroomt met het effluent mee terug het watersysteem in.

Van het uitgestort en ontwaterd zuiveringsslib (restproduct vergisting) werd in 2016, 45 % direct verbrand in Duitsland, en ging er 55 % naar GMB waar middels een composteringproces biogranulaat werd gemaakt. Bij de productie van biogranulaat wordt door GMB ook ammoniumsulfaat teruggewonnen uit de ammoniak dat ontstaat bij de compostering. Het biogranulaat van GMB wordt uiteindelijk ook verbrand in Duitsland. De zandstroom die in de RWZI vrijkomt, een andere vaste materiaalstroom, wordt afgevoerd naar een verwerker waar het wordt gereinigd. Het roostergoed gaat direct naar de verbrandingsoven.

De biomassastromen afkomstig uit het watersysteem en landschapsbeheer worden al grotendeels benut. Er gaat een houtstroom naar een bioraffinaderij om vervolgens in de vorm van biobrandstof door houtkachels in Barneveld verbruikt te worden. Daarnaast wordt er maaisel gebruikt als (grondstof voor) veevoer en een tweede stroom hout als grondstof voor de papierindustrie ingezet.

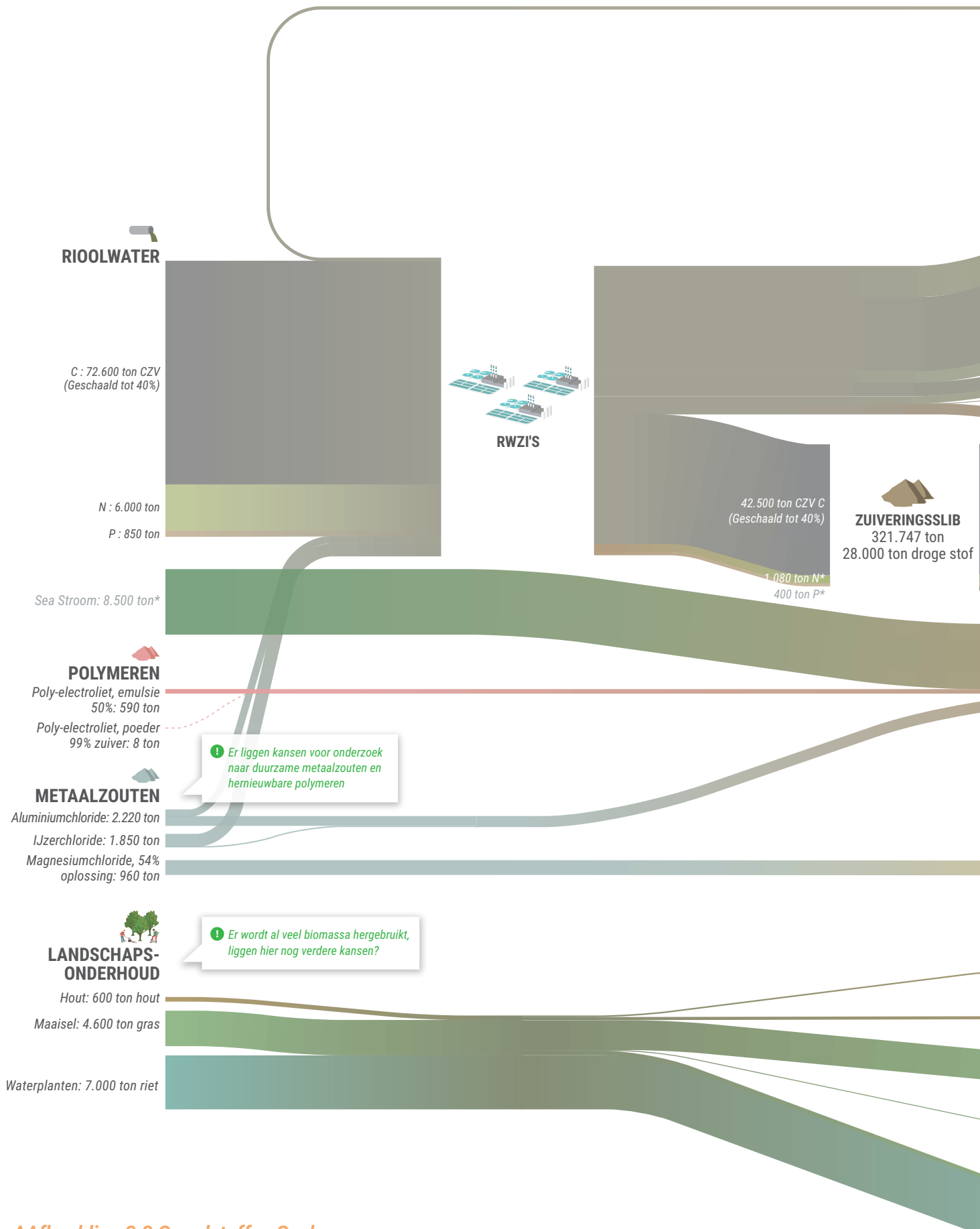
Hotspotanalyse: kansen en knelpunten

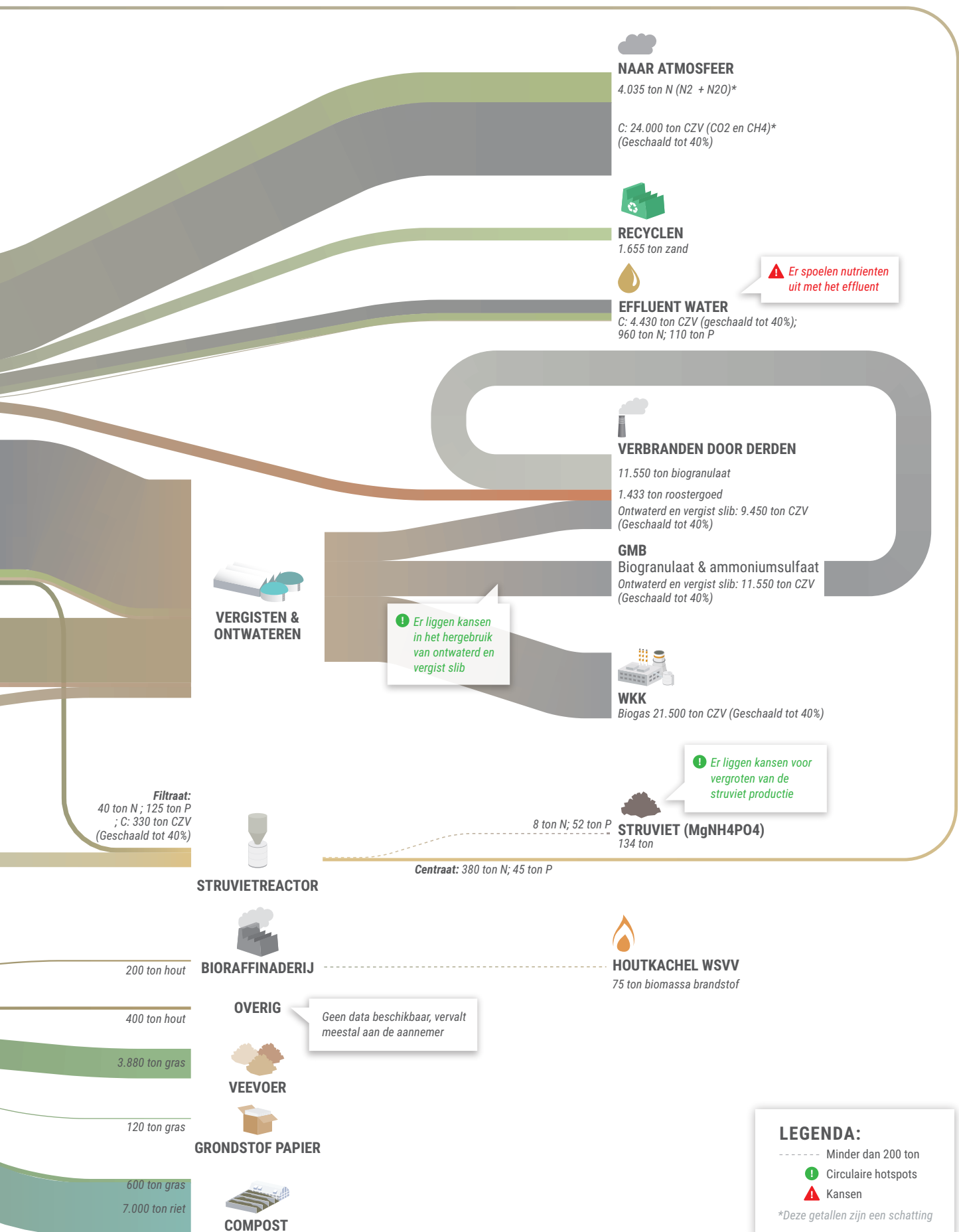
Samenvattend kunnen we een aantal kansen en knelpunten onderscheiden:

- » Er liggen kansen om meer fosfaat lokaal terug te winnen uit het slib in de vorm van struviet, of regionaal door fosfor terug te winnen uit de verbrandingassen (bijv. via Ecophos-route).;
- » Uitgestort en ontwaterd zuiveringsslib zou hergebruikt kunnen worden als bodemverbeteraar om zo de koolstofkringloop regionaal te sluiten (hiervoor is kwaliteitsverbetering slib in relatie tot metalenbelasting en pathogenen essentieel);
- » Het gebruik van metaalzouten en polymeren zou kunnen worden gereduceerd. Het gebruik van duurzamere alternatieven (biopolymeren) vindt nu aan de andere kant nog nauwelijks plaats;
- » Er wordt al veel biomassa hergebruikt, voor verschillende functies (energie, papier, veevoer, etc.), door verdere samenwerking met ketenpartners kunnen deze activiteiten worden opgeschaald;

³ Er is gekozen om de hoeveelheid organische stof in het rioolwater uit te drukken in chemisch zuurstofverbruik (CZV). Dit is een maat voor de hoeveelheid oxideerbaar materiaal in water. Voor deze maat is gekozen omdat er niet van alle water- en slibstromen meetgegevens beschikbaar zijn van het gehalte aan (droge) organische stof.

⁴ Baggerstromen uit het oppervlaktewatersysteem zijn niet weergegeven in de Sankey, omdat er geen exacte hoeveelheden hiervan bekend zijn.







CO₂-EMISSIONS

Op basis van de Klimaatmonitor 2016 [8], de voorgaande materiaalstromanalyses, en informatie over materialen hebben we een overzicht gemaakt van de uitstoot van broeikasgassen gerelateerd aan energie- en materiaalstromen omgerekend naar CO₂-uitstoot equivalenten (per jaar) voor vier groepen: energie, grondstoffen, uitstoot van de RWZI en de ingebedde CO₂-emissies in materialen. Het waterschap zet momenteel al stappen wat betreft beperking of compensatie van CO₂-emissies. Zo zijn het gebruik van biogas uit eigen productie en de inkoop van duurzame energie positieve factoren. Wanneer in de toekomst de eigen energieproductie uit zon en wind toeneemt, kan het biogas worden geleverd als biobrandstof aan derden, buiten het waterschap.

Het doel van het in kaart brengen van de emissies en deze te visualiseren, is om te zien waar verdere kansen liggen voor reductie of compensatie van emissies en zo stappen naar een klimaatneutraal waterschap te zetten. We hebben naar 4 verschillende soorten CO₂-emissies gekeken:

1. Directe emissies (scope 1): dit zijn de directe emissies van Vallei en Veluwe zelf door gebruik van eigen bedrijfsmiddelen alsmede fossiele CO₂-emissies. Bijvoorbeeld emissies door aardgasgebruik of dieselgebruik op de RWZI of emissies door dieselgebruik van het wagenpark van Vallei en Veluwe. Hieronder vallen ook de uitstoot van lachgas en methaan;
2. Indirecte emissies als gevolg van energieopwekking (scope 2): Deze emissies ontstaan elders maar Vallei en Veluwe heeft er wel invloed op door haar inkoopbeleid. Bijvoorbeeld de inkoop van (groene) energie;

3. (Indirecte) emissies door derden (scope 3): zijn (de ingebedde) emissies die ontstaan als gevolg van inkoop van diensten en goederen van Vallei en Veluwe bij derden. Hier valt bijvoorbeeld onder het slibtransport of inkoop van metaalzouten en polymeren. Hier vallen ook de ingebedde emissies uit bouwmaterialen onder, maar ook het zakelijke verkeer met privéauto's onder;

4. 'Compenserende' emissies. Dit zijn directe of indirecte emissies die vermeden zijn door opwekking van duurzame energie; dus netto een vermindering van de emissies van broeikasgassen betekenen. In het geval van Vallei en Veluwe hebben we het hier bijvoorbeeld over de uitstootvermindering door het gebruik van eigen geproduceerd biogas door waterschap zelf of door derden (hiervoor had anders energie moeten worden opgewekt met emissies tot gevolg).

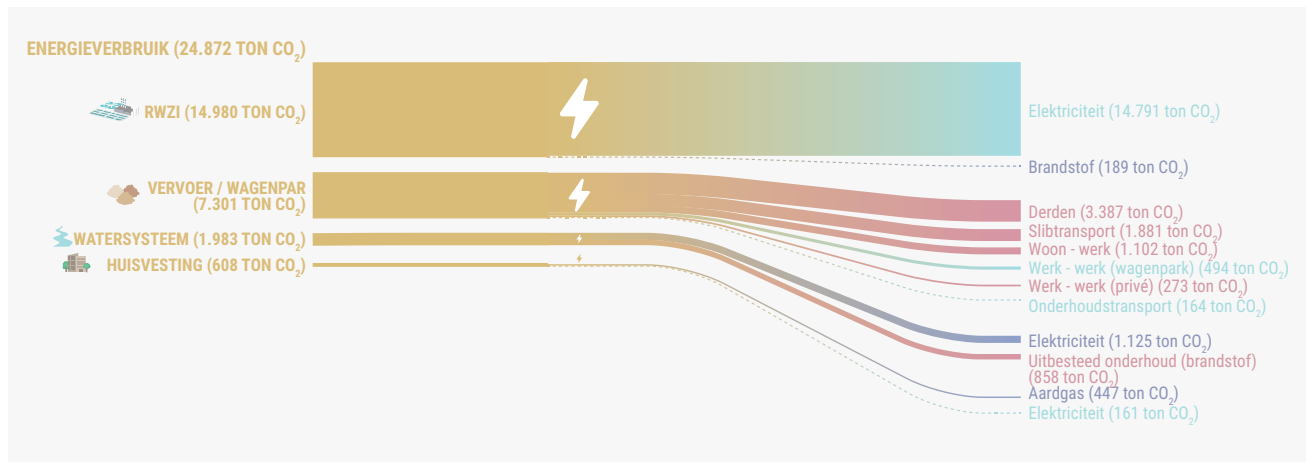
Een groot deel van de data is afkomstig uit de klimaatmonitor gegevens 2016 [ref. 11]. Aanvullend hebben we berekeningen gemaakt voor emissies uit het zuiveringsproces en de ingebedde CO₂ eq. in materialen. In bijlage III is een overzicht gegeven van welke getallen uit de klimaatmonitor komen en welke aanvullend zijn berekend. Op basis van de milieujaarverslagen hebben we berekend hoeveel lachgas, methaan en CO₂ vrijkomen bij het zuiveringsproces en de biogasproductie. Daarnaast is voor enkele assets (zuiveringen en persleidingen) de ingebedde CO₂ in materialen in kaart gebracht om een indicatie te krijgen broeikasgasemissies gerelateerd aan de bouw en onderhoud van assets.

CO₂-emissies gerelateerd aan energie

Als we de verschillende energieverbruiksposten (RWZI, Watersysteem, Huisvesting en transport) naast elkaar zien valt op dat de RWZI voor bijna 70 % van de CO₂-emissies vanuit de energiehuishouding verantwoordelijk is. Het grootste deel komt voort uit elektriciteitsgebruik voor de beluchting en door het slibtransport door derden. De elektriciteitslevering aan derden resulteert in CO₂-compensatie, omdat hiermee

uiteindelijk op het gebruik van fossiele energie wordt bespaard. Deze compensatie is als nuttig gebruik van biogas weergegeven (met een min-teken).

Er wordt ook een groot deel uitgestoten door vervoer en transport, voor zowel het eigen wagenpark, uitbesteed transport, en woon-werk verkeer met eigen vervoer. Hier liggen kansen in het stimuleren van elektrisch rijden.

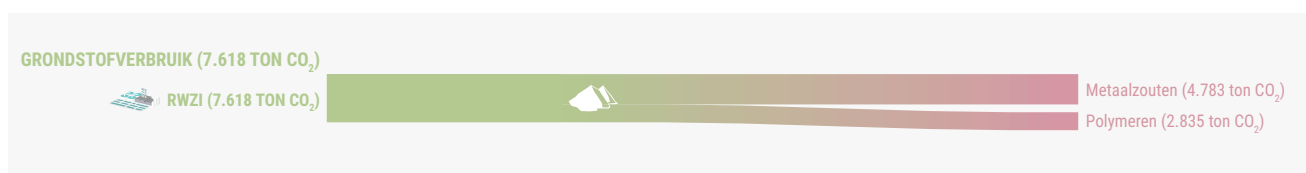


Afbeelding 3.4 Uitstoot CO₂-emissies vanuit energie

CO₂-emissie gerelateerd aan grondstofverbruik

De rioolwaterzuiveringsinstallatie is verantwoordelijk voor deze emissies door het gebruik van metaalzouten en polymeren in het ontwaterings- en vergistingsproces. Om de impact van deze emissies verder te reduceren moet

onderzocht worden of het mogelijk is om het gebruik te reduceren of door het gebruik van andere duurzame best beschikbare technieken. Het assetmanagement kan hierbij helpen om de juiste afweging te maken over aard en tempo van vervangingsinvesteringen (zie ook hoofdstuk 4).

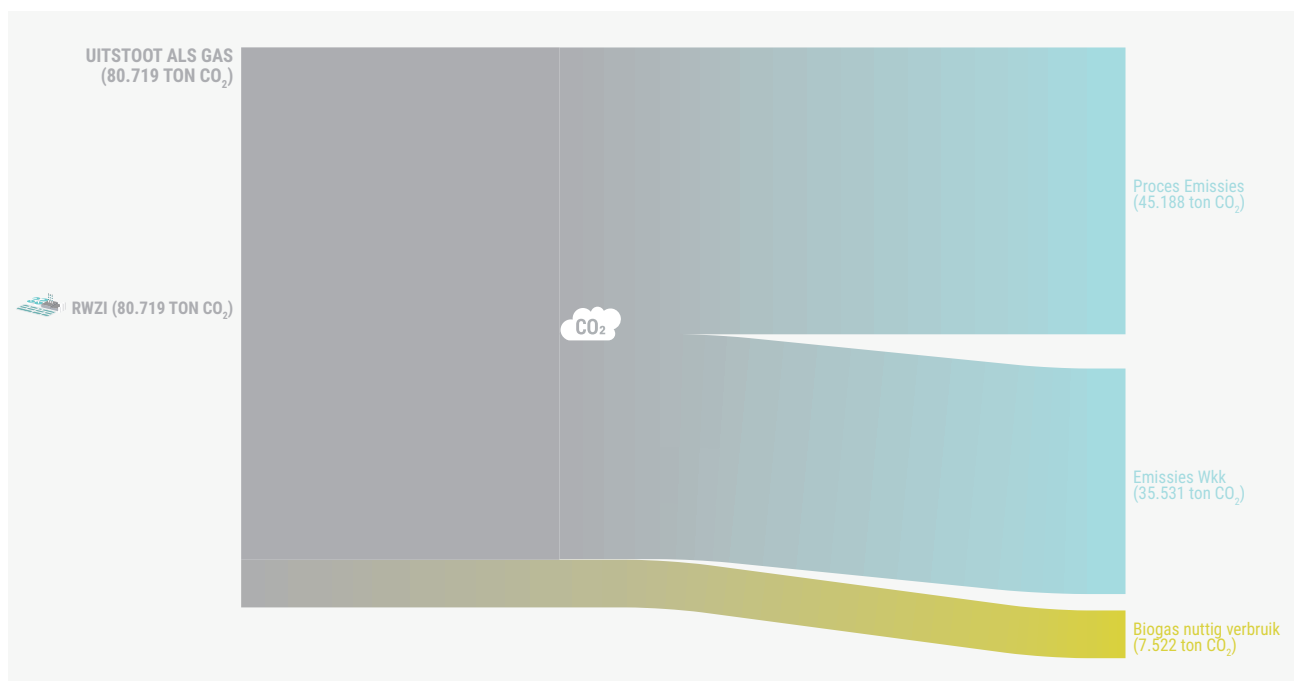


Afbeelding 3.5 Uitstoot CO₂ emissies vanuit grondstofgebruik

Broeikasgasemissies RWZI

Met broeikasgasemissies doelen we op de directie emissies vanuit de rioolwaterzuiveringsinstallatie. Tijdens het doorlopen van het (beluchtings)proces wordt er o.a. lachgas, methaan en CO₂ uitgestoten, wat overeenkomt met een totale emissie van 45.188 ton CO₂ equivalenten. Deze emissies zijn inherent gekoppeld aan aerobe zuivering, echter de hoogte van de emissies is voor zekere mate ook afhankelijk van de processturing.

Bij het verbrandingsproces in de WKK wordt circa 35.531 CO₂ uitgestoten. Daarnaast komt er door het spuien en affakkelen van biogas CO₂ en methaan vrij. Overigens is het goed te realiseren dat deze broeikasgasemissies uit zuiveringsproces en verbranding in de WKK het gevolg is van oxidatie van organische koolstof in rioolwater (kort cyclische koolstof), en niet het gevolg is van verbranding van fossiele grondstoffen. Desalniettemin, ligt hier wel een kans om CO₂-uitstoot te reduceren.



Afbeelding 3.6 Uitstoot broeikasgasemissies zuivering en WKK

Ingebedde CO₂-emissie in het materiaalgebruik van assets

Waterschappen hebben een groot netwerk aan assets (zuiveringen, persleiding, dijk- en oeverbescherming, etc.) in beheer. Om een indicatie te krijgen welke bijdrage de bouw en onderhoud (exclusief emissies tijdens het gebruik en aanleg) van deze assets in potentie bijdragen aan broeikasgasemissies is voor enkele assets de ingebedde CO₂ in materialen in kaart gebracht. De CO₂-equivalenten zijn berekend voor de rioolwaterzuiveringen (inclusief vergisters) en voor de persleidingen in beheer bij Vallei en Veluwe. De ingebedde CO₂ equivalenten zijn berekend op basis van gegevens uit de literatuur [ref. 12], informatie uit het aangeleverde GIS bestand en informatie uit Dubocalc. Deze zijn verrekend op basis van standaard gemiddelde levensduur van de materialen. Van de struvietreactor, de stuwen, de gemalen en overige assets waren onvoldoende gegevens beschikbaar om de ingebedde CO₂-emissies te bepalen.

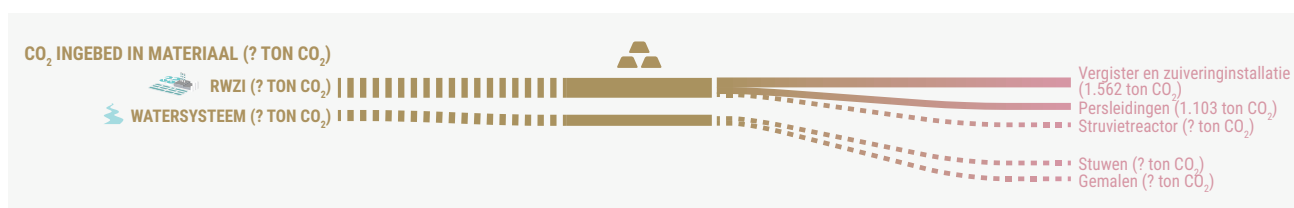
De indicatie berekening laat zien dat de ingebedde CO₂ in materialen van de zuiveringen (1.562 CO₂ eq. per jaar) en in materialen van de persleidingen (1.103 CO₂ eq. per jaar) in de range liggen van respectievelijk het

slibtransport en woon-werkverkeer, maar deze een fractie zijn van de emissies tijdens de zuivering en verbranding in de WKK. Hoewel het dus zeker waardevol is om deze assets circulair aan te besteden en te ontwerpen, zijn de impacts die te behalen zijn met het ingrijpen in de zuiveringsprocessen vele malen groter.

Hotspotanalyse: kansen en knelpunten:

Samenvattend kunnen we een aantal kansen en knelpunten onderscheiden:

- » De broeikasgasemissies uit het zuiveringsproces en verbranding in de WKK zijn veruit de grootste emissie posten, hier liggen kansen voor reductie van emissies; bijvoorbeeld door procesmonitoring, sturing en optimalisatie, of CO₂-capture;
- » Indirecte emissies van het gebruik van metaalzouten en polymeren zijn de één na grootste emissiepost, ook hier liggen kansen in het vervangen van fossiele grondstoffen door biobased alternatieven;
- » Ten slotte zijn de ingebedde emissies in infrastructurele emissies relatief klein, maar liggen ook hier wel degelijk kansen voor bijvoorbeeld circulaire aanbesteding en ontwerp;



Afbeelding 3.7 Ingebedde CO₂-emissies in materiaalgebruik van assets

KANSEN EN MOGELIJKE ONTWIKKELPADEN VOOR EEN CIRCULAIR WATERSCHAP

INLEIDING OP ONTWIKKELPADEN

Uit de analyse van de energie- en grondstofstromen (hoofdstuk 3) komen diverse kansen naar voren om de impacts van Waterschap Vallei en Veluwe op het klimaat en verbruik van grondstoffen te reduceren, en worden kansen inzichtelijk gemaakt om hergebruik van reststromen te stimuleren. Een groot deel van deze kansen zijn gerelateerd aan het reduceren van het energie- en grondstoffengebruik en het verduurzamen van de inkoop van energie- en grondstoffen, dan wel de eigen duurzame energieopwekking te vergroten. Met verzilvering van deze kansen kan Vallei en Veluwe grote stappen zetten richting een energie- en klimaatneutraal waterschap en daarmee ook een belangrijke bijdrage leveren aan de doelen van het circulair waterschap, zoals geformuleerd in hoofdstuk 2, namelijk:

1. Zo min mogelijk gebruik van energie en grondstoffen.
2. Gebruik van hernieuwbare bronnen voor de productie energie en materialen.
3. Het voorkomen van schadelijke emissies.
4. Kansen voor ketensluiting op lokaal en regionaal niveau.
5. Het leveren van versterken van menselijk en natuurlijk kapitaal.

Echter, de kansen voor ketensluiting en het versterken van menselijk en natuurlijk kapitaal komen vanuit deze benadering nog onvoldoende naar voren. Dit laatste komt doordat vooral is gekeken naar kansen binnen het huidige systeem en binnen de huidige grenzen van het waterschap (waar het directe invloed op heeft). Zoals al benoemd in de werkprincipes en een circulair waterschap (hoofdstuk 2), is het belangrijk om niet alleen te kijken naar optimalisatie van het huidige systeem, omdat dit ook een belemmering kan vormen voor de overstap naar meer efficiëntere en circulaire systemen.

Om verder stappen te maken richting een circulair waterschap is het van belang om te kijken naar de kringlopen waar Vallei en Veluwe een schakel in vormt. Het waterschap heeft een sleutelpositie in de waterkringloop, en vormt ook een belangrijke schakel in de organische stof- en nutriëntenkringlopen. De kansen voor verdere sluiting van deze kringlopen liggen op (of over) de grenzen van het huidige systeem van Vallei en Veluwe. Voor verdere kringloopsluiting zijn er in feite twee aangrijpingspunten:

- » Sturen op de stromen die het waterschap binnen komen (inputzijde), met als doel om vieze en schone stromen te scheiden en zoveel als mogelijk de waterkringloop lokaal te sluiten;
- » Sturen op hoogwaardig hergebruik van reststromen (outputzijde), met als doel om grondstoffen (waaronder water, maar ook organische stof en nutriënten) te produceren voor benutting in andere waardeketens.

De huidige wijze van waterzuivering en kansen voor energie- en grondstofwinning worden in sterke mate door de huidige wijze van inzameling en samenstelling van rioolwater bepaald. Influent dat centraal binnenkomt bij zuiveringen bestaat voor een substantieel deel (31 %) uit regenwater. Door regenwater verder af te koppelen en het scheiden van stromen aan de bron kunnen nieuwe mogelijkheden ontstaan voor het sluiten van de waterkringloop, en ook hoogwaardig hergebruik van organische stof en nutriënten.

Anderzijds worden op dit moment vooral grondstoffen teruggewonnen omdat dit een operationeel en financieel voordeel oplevert voor het zuiveringsproces, zoals bijvoorbeeld de productie van struviet. Voor verdere kringloopsluiting zal Vallei en Veluwe grondstoffen moeten gaan winnen en produceren en meer vraaggestuurd moeten werken. Bijvoorbeeld door op een zuivering (effluent)water te produceren dat is afgestemd op behoeften vanuit het watersysteem of vanuit industrie (bijv. giet- of proceswater), in plaats van de huidige praktijk waar het zuiveren van rioolwater is gericht op het verwijderen van ('afval')stoffen. Om verder bij te dragen aan ketensluiting en het leveren van versterken van menselijk en natuurlijk kapitaal zal Vallei en Veluwe dus een ketenbenadering moeten volgen waarin actief gestuurd wordt op de input en de output van haar systeem.

Dit betekent ook dat zij hierin proactief zal moeten samenwerken met haar ketenpartners. Vallei en Veluwe zal actief invloed moeten uitoefenen op de kwaliteiten kwantiteit van binnenkomende grondstofstromen. Bestaande initiatieven zoals het actief inwinnen van organische reststromen zoals het initiatief van 'Berm tot bladzijde' waarbij partners uit de hele regio (e.g. natuurbeheerders, gemeenten) samenwerken om zo op schaal een vezels te winnen voor de Gelderse papierindustrie. Soortgelijke initiatieven zouden kunnen worden ontwikkeld voor bijvoorbeeld het produceren van bioplastics uit zuiveringslib of het benutten van cellulose voor infrastructurele toepassingen. Een goed relatiebeheer en weten wat er bij partners in de markt speelt is daarbij essentieel. Voor de organisatie betekent dit dat naast circulair inkoop beleid, er ook

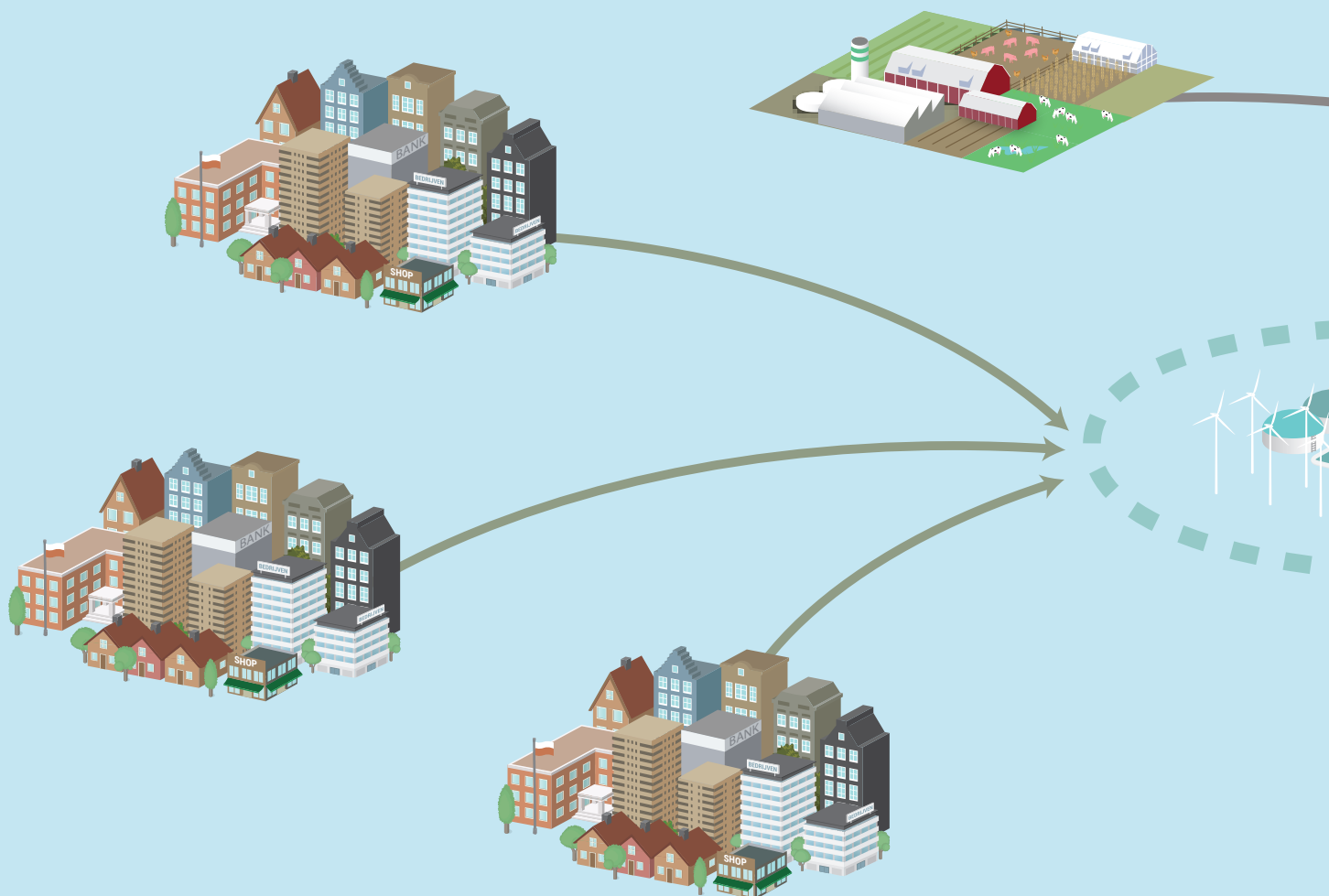
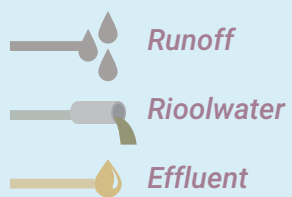


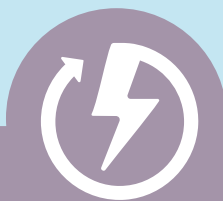
‘verkoop’ onderdeel moet komen die zich richt op de verwaarding en marketing van uitgaande stromen. Rijkswaterstaat heeft sinds kort een afdeling die zich specifiek richt op het verwaarden van grondstoffen en ecosysteemdiensten (natuurlijk kapitaal).

Vallei en Veluwe zal dus op verschillende schaalniveaus moet samenwerken om haar doelen te bereiken en zal hiervoor ook de mogelijkheden buiten het bestaande systeem moeten onderzoeken. Dit betekent dat een eendimensionale strategie niet zal werken. Wij hebben daarom drie ontwikkelpaden beschreven die elk vanuit een eigen invalshoek de kansen voor kringloopsluiting beschrijven:

1. Optimalisatie en verduurzaming van het huidige systeem;
2. Sturen op input: verdergaande bronaanpak en scheiden van stromen;
3. Sturen op output: hoogwaardig hergebruik van grondstoffen in andere waardeketens.

In afbeelding 4.1 zijn de hoofdkenmerken van de drie ontwikkelpaden visueel weergegeven. Hierna worden de drie ontwikkelpaden nader toegelicht, waarbij wordt ingegaan op de belangrijkste circulaire kansen, schaalniveau, invloed en strategische partners en impact, beperkingen en risico's. De circulaire kansen zijn afgeleid op basis van de circulaire werkprincipes zoals beschreven in hoofdstuk 2. Hierbij is het goed te realiseren dat het niet gaat om een keuze te maken tussen één van de drie ontwikkelpaden, maar dat het juist gaat om het optimum te vinden tussen de kansen die de drie ontwikkelpaden bieden. Hiervoor zullen de potentie en beperkingen van de ontwikkelpaden eerst nader onderzocht moeten worden. Hiervoor worden onder het kopje ‘vervolgstappen’ aanbevelingen gegeven.





ONTWIKKELPAD 1

OPTIMALISATIE EN VERDUURZAMING HUIDIGE SYSTEEM

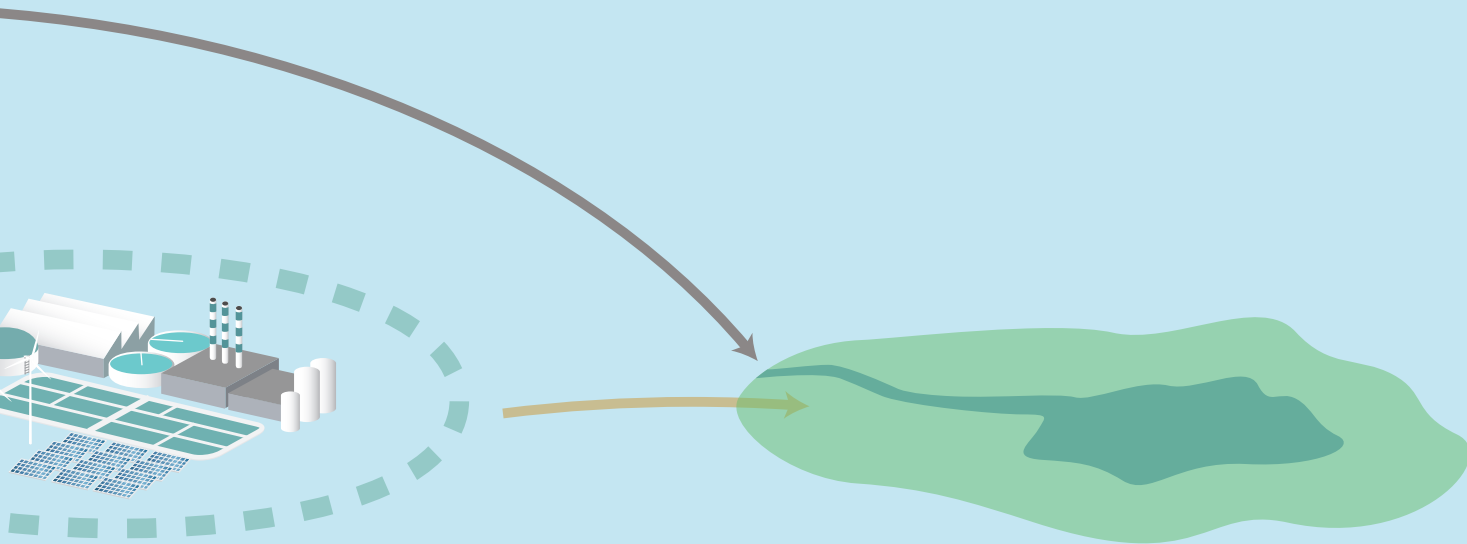
Het eerste ontwikkelpad heeft als uitgangspunt om het bestaande systeem voor de waterketen en watersysteem maximaal te verduurzamen, door systeemoptimalisatie, besparing op energie en grondstoffen, gebruik van hernieuwbare energie en grondstoffen, en benutten van restwarmte. De kansen in dit ontwikkelpad berusten met name op de circulaire werkprincipes:

⬇ *Reductie:*

Reductie van energie en grondstoffengebruik.

⚙ *Productie en inkoop*

Inkoop van hernieuwbare energie en grondstoffen.





Circulaire kansen

Navolgend worden een aantal kansen voor het optimaliseren en het verduurzamen van het huidige systeem nader toegelicht.

Energiebesparing beluchting

Reductie van energiegebruik geldt vanzelfsprekend voor alle onderdelen van het waterschap. Vanuit de meerjarenafspraak energie-efficiëntie (MJA3 / MEE) wordt al structureel gewerkt aan energiebesparing. De kansen voor energiebesparing van de beluchting in de RWZI wordt hier specifiek genoemd omdat de beluchting verantwoordelijk is voor circa 60 % van het elektriciteitsverbruik van de zuiveringen. Zevormt daarmee de grootste post van het totale elektriciteitsverbruik van Vallei en Veluwe. Het elektriciteitsverbruik van de beluchting kan worden gereduceerd door gebruik van efficiëntere beluchtingsmethoden (innovaties in plaatbeluchting) en verdere optimalisatie door dynamische modelgestuurde beluchting. Een reductie van het elektriciteitsverbruik van 10 tot 30 % is in theorie mogelijk, maar het daadwerkelijke reductiepotentieel is sterk afhankelijk van huidige wijze van beluchten en dat verschilt per RWZI.

Reduceren emissies zuivering en WKK's

De verwachting is dat de broeikasgasemissies tijdens het zuiveringsproces voor een deel zijn te reduceren door gerichte processturing. Tot op heden is er echter vrij weinig aandacht hiervoor geweest en is er maar in beperkte mate meetdata beschikbaar. Daarom zal eerst specifieke monitoring en modellering uitgevoerd moeten worden om actueel inzicht te krijgen in de emissies. En vervolgens moet worden bekeken hoe deze het best kunnen worden gereduceerd. Een mogelijkheid is om broeikasgasemissie te reduceren is om ventilatielucht van de na-indikers en andere zuiveringsonderdelen af te vangen en te verbranden in de WKK's, waardoor methaan en lachgas worden omgezet in CO₂ (dat een lagere broeikasgasemissiefactor heeft). Overigens zijn de broeikasgasemissies inherent gekoppeld aan het aerobe zuiveringsproces en dus bij het huidige proces ook niet volledig te vermijden. Ook de CO₂-emissies uit het verbrandingsproces in de WKK's zijn uiteindelijk niet te vermijden, want vroeg of laat ontstaan bij het gebruik van het biogas CO₂-emissies. Dit geldt ook als het wordt omgezet in groengas. Alternatieve innovatieve verwaardingsroutes van organische stof (bodemverbeteraar, bioplastics, vetzuren, power to protein) zijn in potentie wel CO₂-emissiereducerende grondstofroutes.

Reduceren en verduurzamen brandstofverbruik slibtransport

Het brandstofverbruik voor het slibtransport is te beperken door het slibvolume te reduceren door (verdere) lokale ontwatering van het slib, maar dat kost ook weer extra energie van ontwateringsapparatuur en/of polymeren. Het zal dus onderzocht moeten worden of hiermee milieuwinst is te behalen. Ten tweede is het interessant om te onderzoeken of de transportafstand kan worden beperkt dichterbij en/of in eigen beheer het slib te verwerken. Al het vergiste slib, ook het slib dat wordt gecomposteerd door GMB, wordt namelijk op dit moment verbrandt in kolencentrales in Duitsland. De aanwezigheid van verontreinigde stoffen (m.n. zware metalen) vormt de grootste belemmering voor alternatieve verwerking van vergist slib. Voor het verbranden van vergist slib op een alternatieve locatie is de aanwezigheid van voorzieningen om rookgassen op verantwoorde wijze te reinigen een voorwaarde. Naast mono slibverbranding door SNB (Moerdijk) en HVC (Dordrecht), zou gekeken kunnen worden of afvalverbrandingsinstallaties (bijvoorbeeld AEB Amsterdam) of bijvoorbeeld drogen bij of verbranden in hoogovens van TataSteel (Beverwijk). Mogelijk biedt de biocentrale in Ede ook kansen, indien hier ook de rookgassen kunnen worden gereinigd. Ten derde, kan het transport zelf worden verduurzaamd (groengas of elektrisch).

Reductie grondstofgebruik: biobased polymeren en reductie metaalzouten

De 'ingebbede' CO₂-emissies gerelateerd aan het gebruik van polymeren en metaalzouten kunnen worden voorkomen door het gebruik te beperken of door duurzamere alternatieven in te kopen. Recent onderzoek laat zien dat er biobased vervangers in opkomst zijn voor polymeren [ref. 13]. Deze verkenning laat zien dat er in potentie biobased alternatieven zijn met een lagere milieu-impact, maar door het ontbreken van een marktvraag stagneren de R&D-activiteiten hiervoor. Daarnaast zijn er recentelijk ontwikkelingen in het ontwateren van slib zonder of met lager gebruik van polymeren (lopende STOWA-onderzoek naar borstelontwatering, schroefontwatering). Voor metaalzouten liggen op de korte termijn in de eerste plaats kansen om het verbruik te verminderen door procesoptimalisatie.

Vergroten duurzame energieopwekking op eigen terrein

Vallei en Veluwe is koploper in Nederland in de productie van biogas (19 miljoen m³ in 2016) en voorziet hiermee al 65 % van haar eigen elektriciteitsverbruik. Waterschap Vallei en Veluwe is al bezig om de vergisting van externe biomassa stromen te vergroten. Vallei en Veluwe is voor 50 % aandeelhouder (via Besloten Vennootschap) van de Bio Energiecentrale Harderwijk (BECH). Met de realisatie van de BECH wordt er jaarlijks 8 miljoen m³ biogas extra geproduceerd. Hiermee wordt de eigen energieproductie met 30 % wordt vergroot, omdat volgens de samenwerkingsovereenkomsten waarvan de energie certificaten voor 100 % worden toegekend aan Vallei en Veluwe (bron: presentatie Bio Energiecentrale Harderwijk, Waterschap Vallei en Veluwe 15 november 2017). Daar staat tegenover dat vanaf 2018 de huidige wijze van inkoop van groene stroom op basis van groene stroom certificaten van waterkrachtcentrales uit Scandinavië als 'grijze' stroom wordt gecategoriseerd. Dit kan worden ondervangen door inkoop van groene stroom dat wel voldoet aan de criteria, maar hier ligt juist ook een kans voor benutting van het eigen areaal voor de opwekking van duurzame energie (zon, wind, bodemenergie of waterkracht). Vallei en Veluwe is hiervoor al de eerste stappen aan het zetten. Uit een (interne) inventarisatie kwam naar voren dat op hun eigen terreinen ongeveer 29 hectare aan ruimte beschikbaar is rondom haar RWZI's en gemalen voor plaatsing van PV-panelen. In aanvulling hierop liggen er kansen in het benutten van dijktrajecten voor zon of wind. Daarnaast kan het watersysteem ook bijdragen aan door de opwekking van waterkracht of voor de opslag van energie of warmte en koude. Overigens kan op korte termijn al deel van de inkoop van elektriciteit worden verduurzaamd door het aandeel elektriciteit (circa (29.462 GJ) die nu aan het net wordt geleverd te benutten voor eigen gebruik.

De eigen energieopwekking biedt op termijn ook mogelijkheden om meer energie uit biogas (elektriciteit of groengas) aan derden te leveren, waarmee een bijdrage wordt geleverd aan de energie-transitie van huishoudens en bedrijven. Oftewel, de zuiveringen krijgen een schakelfunctie (energiehubs) in het nieuwe duurzame energie netwerken (Smart Grid). Voor de verduurzaming van de energievoorziening is het vooral de uitdaging om per RWZI het optimum te vinden tussen energievraag, energieopwekking, levering aan derden en (eventuele) opslag. In dit kader is het ook goed om te kijken naar ontwikkelingen rondom groengas. De

vraag naar groengas zal toenemen in de zoektocht naar alternatieven voor aardgas en als biobrandstof voor transportsector. De levering van groengas aan derden kan dus mogelijk een interessant alternatief zijn voor de productie van elektriciteit uit WKK, mits Vallei en Veluwe op andere wijze in haar eigen behoefte aan elektriciteit kan voorzien en de organische stof in rioolwater niet (op termijn) gaat worden benut voor winning van cellulose of productie van vetzuren.

Hiervoor is actueel inzicht nodig van eigen energiesystemen. Als voorbeeld worden de ontwikkelingen rondom RWZI Horstermeer bij Waternet benoemd waar een PV-weide gerealiseerd gaat worden met gebruik van een dynamisch energiemodel voor afstemming van vraag, aanbod en externe levering van elektriciteit, warmte en productie van biogas. Maar ook inzicht in energie vraag en aanbod van omgevingspartijen is hiervoor relevant.

Benutten restwarmte WKK's

Daar waar grote warmteoverschotten ontstaan bij WKK's (Amersfoort, Ede en eventueel Harderwijk) dient verkend te worden waar welke warmte (laagwaardige, hoogwaardige) benut of geleverd kan worden, bijvoorbeeld zoals reeds in Apeldoorn aan een woonwijk gebeurt. Voor de benutting van restwarmte van WKK's op RWZI Amersfoort is inmiddels een verkenning hiervoor uitgevoerd.

Benutten thermische energie uit oppervlaktewater en rioolwater

Uit de in 2016 uitgevoerde landelijke verkenning 'Warmte en Koude uit het Watersysteem' [ref. 16] blijkt, dat thermische energie uit oppervlaktewater een potentieel belangrijke duurzame energiebron is. Dit eerste potentieelonderzoek laat zien dat thermische energie uit oppervlaktewater kan voorzien in circa 12 procent van de warmtevraag en circa 54 procent van de koudevraag in Nederland. Hiermee kan worden bijgedragen aan de warmte voorziening voor huishoudens. Om deze potentie optimaal te benutten is wel nodig dat (open) warmtenetten uitgebreid en ontwikkeld worden.

Ook de benutten van thermische energie uit effluentwater kan interessant zijn. Uit verkennend onderzoek van Waterschap Vallei en Veluwe blijkt dat er bij alle RWZI's potentie is voor de winning van warmte uit effluent. Of er ook behoefte is aan deze warmte in de nabijheid van de RWZI's zal nog nader onderzocht moeten worden.

Schaalniveau, invloed en partners

De hierboven genoemde kansen voor verduurzaming liggen allemaal binnen het systeem en domein van Vallei en Veluwe. Zij kan er direct invloed op uitoefenen en kan zelfstandig het initiatief nemen. Voor het grootste deel gaat het dan ook om de kringlopen waarvan in hoofdstuk 2 is geconcludeerd dat lokale sluiting optimaal is. Dit neemt niet weg dat er wel degelijk ook strategische partners nodig zijn om de kansen te kunnen verzilveren. Bijvoorbeeld potentiële afnemers van energie en warmte. Te denken valt aan industrie, zwembaden, gemeenten, woningcorporaties of energiebedrijven.

Impact, beperkingen en risico's

De genoemde maatregelen hebben directe impact op de (directe en indirecte) emissies van het waterschap. Bij een volledige overstap naar hernieuwbare energie en grondstoffen, samen met verduurzaming van het wagenpark, worden de CO₂-emissies vergaand gereduceerd. Daarnaast wordt bij levering van energie aan derden bijgedragen aan de energie-transitie van huishoudens en bedrijven, en kan hiermee ook indirect een deel van broeikasgasemissies van de zuivering worden gecompenseerd. De ambitie van een energie- en klimaatneutraal waterschap komen hiermee binnen handbereik. De belangrijkste beperking van dit ontwikkelpad is dat maar in beperkte mate wordt bijgedragen aan het sluiten van grondstofketens.

Vervolgstappen

Voor verdere uitwerking en concretisering van ontwikkelpad 1 zijn de volgende stappen van belang:



Reductie, optimalisatie van het huidige systeem:

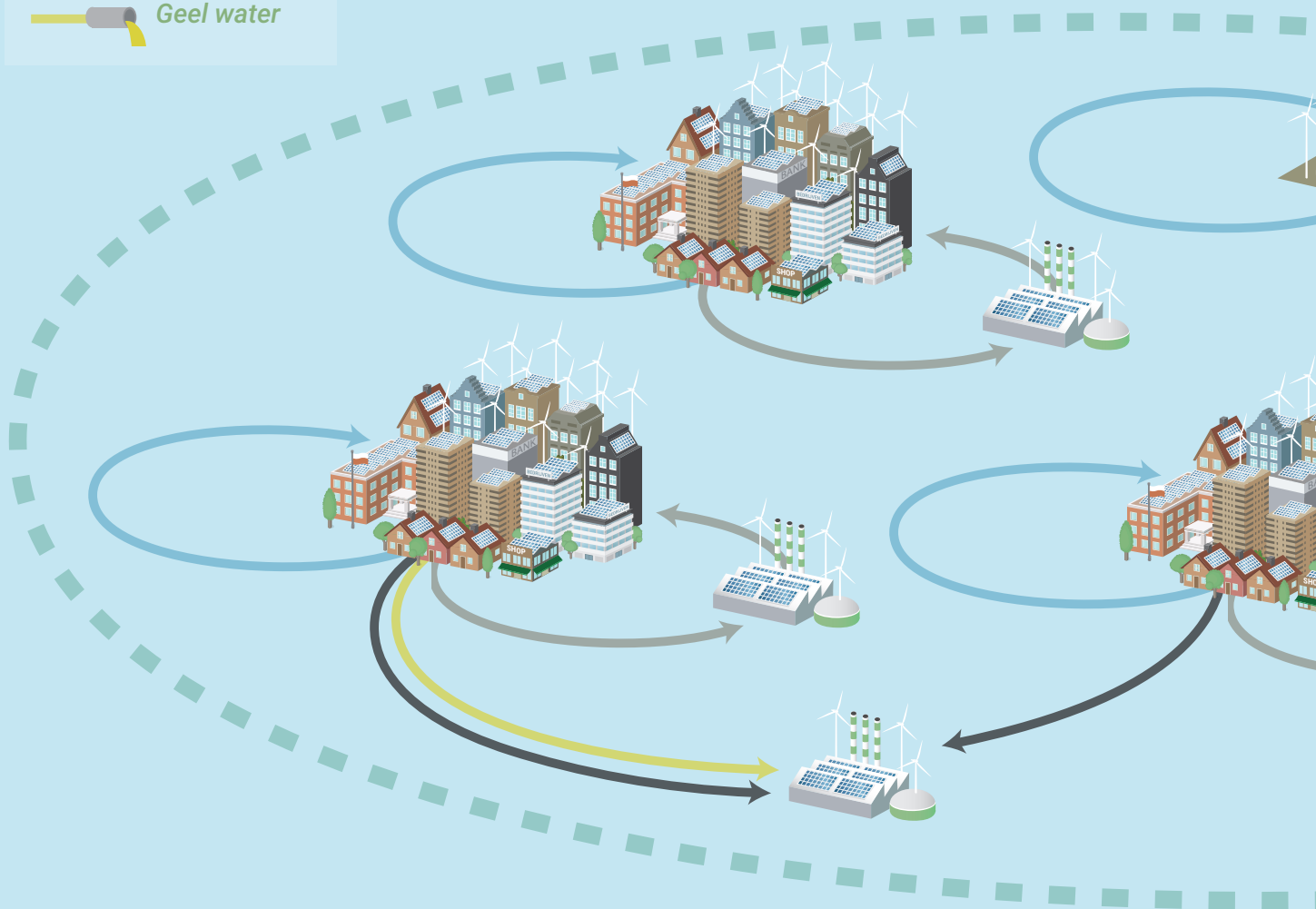
- » Nader onderzoek op de zuiveringen naar het reduceren van energieverbruik door o.a. beluchting;
- » Onderzoek naar emissies tijdens het zuiveringsproces en mogelijkheden om deze te reduceren;
- » Onderzoek om mogelijkheden om het brandstofverbruik van het slibtransport te reduceren en te verduurzamen;
- » Verdergaand onderzoek naar realisatie van opwekking van energie op eigen areaal (zon, wind en geo) en verkennen van kansen voor benutting van thermische energie uit oppervlaktewater en rioolwater;
- » Benutten van het warmteoverschot van WKK's (Amersfoort, Ede en eventueel Harderwijk);
- » Onderzoek naar doorontwikkeling van Energiefabrieken naar Energiehubs, met als opgave om per RWZI de optimale mix te vinden tussen energievraag, energieopwekking, levering aan derden en (eventuele) opslag, hierbij zal ook nadrukkelijk moeten worden gekeken naar de vraag naar energie en warmte van partijen in de nabije omgeving van de RWZI's.



Duurzame productie en inkoop:

- » Zorgen dat Vallei en Veluwe ook in 2018 daadwerkelijk 100% groene stroom inkoopt;
- » Onderzoek naar reductie en duurzame alternatieven van het gebruik van polymeren en metaalzouten.







ONTWIKKELPAD 2

STUREN OP INPUT: BRONAANPAK EN SCHEIDEN STROMEN

Het uitgangspunt voor het tweede ontwikkelpad is bronaanpak, waarbij schone en vervuilde stromen worden gescheiden, zodat 'schone' stromen zoveel als mogelijk lokaal kunnen worden benut, en 'belaste' stromen optimaal kunnen worden verwerkt. Dit ontwikkelpad richt zich op de inputzijde van de waterketen en het watersysteem, en probeert juist daar synergie te creëren voor het lokaal sluiten van waterkringloop. Van de werkprincipes uit hoofdstuk 2 richten de genoemde kansen zich daarmee met name op:

⬇ *Reductie:*

Door de totale hoeveelheid te behandelen influent sterk te verminderen.

⚙ *Synergie:*

Door de kansen voor kringloopsluiting op decentraal niveau te vergroten.





Circulaire kansen

Navolgend worden de kansen voor bronaanpak en lokaal scheiden van stromen nader toegelicht:

Afkoppelen hemelwater

De eerste kans is het afkoppelen van hemelwater. Alhoewel al jaren beleid wordt gevoerd op het afkoppelen van hemelwater, bestaat het rioolwater binnen waterschap Vallei en Veluwe nog steeds voor 31 % uit regenwater en 14 % uit rioolvreemd water (o.a. grondwater). Dit betekent dat jaarlijks circa 53 miljoen m³ schoon en zoet water onnodig gemengd wordt met nutriënten, organisch materiaal en verontreinigde stoffen. En dus ook onnodig getransporteerd en gezuiverd moet worden. Dit watervolume wordt daardoor ook onthouden/onttrokken aan het lokale (grond)watersysteem. In periodes van neerslagtekort kan dit bijdragen aan verdroging en hittestress in de steden. Afkoppelen van hemelwater is gebruikelijk bij nieuwbouw. De uitdaging ligt in de aanleg van gescheiden rioolssystemen in bestaande stedelijke gebieden. Er zijn ook meekoppelkansen die mogelijk dit proces kunnen versnellen. Een groot deel van de riolering in Nederland is de komende jaren aan vervanging toe. Daarnaast zal mede als gevolg van de energie-transitie het elektriciteitsnetwerk moeten worden aangepast en uitgebreid en zullen (gas)leidingen worden vervangen of komen te vervallen. Alhoewel riolering en leidingen op dit moment vaak in verschillende leidingtracés liggen, biedt het combineren van opgaven wel een kans om gezamenlijk een nieuw 'circulair' nutsnetwerk aan te leggen.

Verder scheiden van stromen en nieuwe sanitatie

In navolging van het afkoppelen van regenwater, liggen er ook kansen in het afkoppelen van 'grijs' water bestaande uit douche-, bad-, was- en keukenwater. Het aandeel 'grijs' water in het rioolwater is circa 70 procent (86 liter per persoon per dag). Wat overblijft is 'zwart' water wat bestaat uit circa 1,5 liter aan urine en fecaliën gemengd met 39 liter spoelwater. Nog een stap verder is het gebruik van scheidingstoiletten, waarmee de 'zwarte' fractie is te scheiden in 'gele' fractie (urine) en 'bruine' fractie (fecaliën) [ref. 15].

Door het scheiden van stromen worden ook zuiveringstechnieken mogelijk die niet gebaseerd zijn op het actief-slibzuiveringsproces, en hiermee kunnen de bijbehorende broeikasgasemissies en ook het energieverbruik van de beluchting worden beperkt. In ultimo kan een volledig lokaal gesloten systeem worden gecreëerd.

In Almere Oosterwold wordt bijvoorbeeld een wijk ontwikkeld waarbij de huishoudens volledig in hun eigen

sanitatie moeten voorzien (dus 'off grid'). Maar er zijn ook hybride vormen mogelijk, waarbij grijswater lokaal wordt behandeld en het zwarte water centraal wordt vergist. Het voordeel hiervan is dat niet iedere wijk zijn eigen vergistingsinstallatie hoeft te hebben. Een belangrijk nadeel is de extra kosten voor de aanleg van vacuümleidingen voor transport van de dikke zwarte fractie.

Wat op dit moment ontbreekt is een vergelijking van de verschillende sanitatie systemen (centraal, decentraal en hybride) worden vergeleken op energie- en grondstofverbruik tijdens de gehele levenscyclus (aanleg, gebruik, onderhoud en ontmanteling). Er zijn tot nu toe vooral vergelijkingen gemaakt op kosten. In een recente uitgevoerde modelstudie van Wageningen Universiteit zijn drie sanitatiesystemen (centraal, decentraal en hybride) met elkaar vergeleken qua kosten [ref. 18]. Hieruit kwam naar voren dat het centrale systeem economisch het meest voordelig is en het hybride systeem het minst voordelig, doordat daarvoor extra leidingen moeten worden gelegd. Dit beeld komt overeen ook met ervaringen in andere praktijkonderzoeken. Echter, uit de studie bleek ook dat als de bevolkingsgroei minder is dan aangenomen het decentrale systeem economisch voordelig is, omdat bij het centraal systeem dan sprake is van overcapaciteit. In het beheergebied van Vallei en Veluwe is, net als in heel Nederland, sprake van stagnatie van de bevolkingsgroei. Binnen Vallei en Veluwe zijn wel grote regionale verschillen: in het westelijk deel blijft de bevolking groeien, terwijl regio's in het oostelijk deel te maken krijgen met krimp [ref. 19]. Bevolkingsontwikkeling is dus een factor om rekening mee te houden. Maar het is vooral nodig dat de milieu-impact en circulariteit van de verschillende systemen integraal worden vergeleken, zodat inzichtelijk wordt welk systeem per situatie vanuit circulair oogpunt de voorkeur heeft.

In Jeugddorp De Glind nabij Barneveld doet Vallei en Veluwe momenteel onderzoek naar mogelijkheden van decentrale zuivering op basis van innovatieve ecologische zuivering concepten. In Woudenberg en Nijkerk worden op dit moment ook verkenningen uitgevoerd naar mogelijkheden voor nieuwe sanitatie.

Aanpak nieuwe stoffen

Bronaanpak speelt ook een rol bij de aanpak om te voorkomen dat probleemstoffen zoals medicijnresten in het (water)milieu terecht komen door een decentrale zuivering van afvalwaterstromen, zoals bijvoorbeeld in ziekenhuizen en verpleeghuizen. Overigens kan hiermee

maar een beperkt deel van de emissie van medicijnresten worden voorkomen. Het overgrote deel (circa 90 %) van de medicijnresten komt namelijk via huishoudens in het afvalwater, en niet via 'geconcentreerde' bronnen als ziekenhuizen. Ten eerste, zal via voorlichting moeten worden gewerkt aan het voorkomen dat medicijnresten in het afvalwater terecht komen, en mogelijkheden om medicijnresten op huishouden niveau uit het afvalwater te halen. Maar voorlopig zal een gecombineerde aanpak nodig zijn, decentraal waar mogelijk en centraal waar nodig.

Social design

Het is goed om te realiseren dat voor veel maatregelen de medewerking van bedrijven en burgers cruciaal is. Het is daarom goed om naast technische maatregelen ook te kijken naar maatregelen die ingrijpen op het gedrag van mensen en/of de hun sociaaleconomische omstandigheden (social design). Een voorbeeld is het stimuleren van het scheiden aan de bron via een gedifferentieerde heffing van waterschapslasten, vergelijkbaar aan Diftar (gedifferentieerd tarief) bij de inzameling van huishoudelijk afval.

Schaalniveau, invloed en partners

De kansen voor bronaanpak voor het scheiden van stromen liggen allemaal buiten het systeem en domein van Vallei en Veluwe, maar wel binnen hun beheergebied. Vallei en Veluwe kan hier dus niet direct invloed op uitoefenen en kan het lokaal scheiden van stromen niet direct afdwingen. Het waterschap zal dus proactief moeten participeren en onderhandelen met gemeenten en projectontwikkelaars om invloed uit te oefenen welke stromen (kwaliteit en kwantiteit) haar systeem binnenkomen. De komst van de Omgevingswet (OW) biedt kansen om vroeg in de planvorming inspraak te hebben. Gemeenten hebben namelijk door de OW geen 'plicht' meer voor het maken van Gemeentelijke Rioleringsplannen, Gemeentelijke AfkoppelPlannen en Gemeentelijke Waterplannen. Waterschappen moeten hun inbreng dus op een meer strategische wijze aanwenden in omgevingsvisies, omgevingsplannen en initiatieven van private partijen. Dit biedt kansen voor preventie, bronaanpak, integrale benadering en niet alleen voor nieuwbouwsituaties (bijv. nieuwe sanitatie) maar ook voor de vernieuwing van bestaand stedelijk gebied]. De gemeente, projectontwikkelaars en nutsbedrijven zijn belangrijke strategische partners voor het vormgeven van de water (en energie) netwerken van de toekomst. Ten tweede, zal het waterschap zich ook meer moeten richten op maatregelen die ingrijpen op het gedrag van mensen en/of de hun sociaaleconomische omstandigheden (social design). Bijvoorbeeld een gedifferentieerde waterschapsbelasting, waarbij een lager tarief wordt betaald indien lokaal stromen worden gescheiden.

Impact, beperkingen en risico's

Het scheiden aan de bron en nieuwe sanitatie kunnen, mits het op grote schaal wordt geïmplementeerd, een grote invloed op de gehele waterketen. Het gehele proces van huis tot en met de lozing van effluent op het oppervlaktewater ondervindt hierdoor veranderingen. Het is lastig te voorspellen of het een vlucht het gaat nemen, en op welke termijn. Op dit moment wordt her en der in Nederland op kleine schaal in pilots ervaring opgedaan met nieuwe decentrale sanitatie. Het is sterk de vraag of het qua ruimtebeslag en techniek mogelijk is om dit op te schalen naar bestaande bebouwing in steden. Ook is nog niet duidelijk of het ook echt een voordeel oplevert vanuit oogpunt van duurzaamheid. Een centraal systeem biedt veel schaalvoordeel wat betreft materiaalgebruik en blijkt tot nu toe economisch gezien het voordeligst. Daartegen bieden decentrale systemen mogelijk meer flexibiliteit om in te spelen op bijvoorbeeld bevolkingskrimp of de grondstoffen- en energie-transitie.

Vervolgstappen bronaanpak en scheiden stromen

Voor verdere uitwerking en concretisering van ontwikkelpad 2 zijn de volgende stappen van belang:



Reductie:

- » Strategische samenwerking opzetten met gemeenten en nutsbedrijven om meekoppelkansen te creëren via energietransitie opgaven, gebiedsontwikkelingen of door gecombineerde herstructurering van riolering, afkoppelen hemelwater, elektriciteitskabels en gasleidingen. Met als doel te komen tot een 'circulair' nutsnetwerk;
- » Mogelijkheden onderzoeken om lokaal scheiden van stromen te stimuleren met maatregelen die ingrijpen op het gedrag van mensen en/of de hun sociaaleconomische omstandigheden (social design).



Synergie:

- » Het opdoen van praktijkervaring met nieuwe sanitatie voorzieningen en deze evalueren op alle duurzaamheidsaspecten.
- » Uitvoeren van een onderzoek waarin de milieu-impact en circulariteit van de verschillende sanitatie systemen (centraal, hybride en decentraal) integraal worden vergeleken over de gehele levenscyclus.
- » Een proactieve rol pakken in het nieuwe 'beleidspeelveld' dat ontstaat door de komst van de Omgevingswet.

-  *isolatie materiaal*
-  *zuiveringsslib*
-  *vezels*
-  *cellulose*
-  *struviet*
-  *biomassa*
-  *woodchips*
-  *papier*
-  *biogas*
-  *materiaal voor infrastructuur*
-  *rioolwater*





ONTWIKKELPAD 3

STUREN OP OUTPUT: HOOGWAARDIG HERGEBRUIK VAN GRONDSTOFFEN IN ANDERE WAARDEKETENS

Het derde ontwikkelpad richt zich op outputzijde van de waterketen en het watersysteem met als doel vraaggestuurd grondstoffen te produceren voor hoogwaardig hergebruik. Van de werkprincipes uit hoofdstuk 2 richten de genoemde kansen zich daarmee met name op:

 Synergie:

Door vraaggestuurd grondstoffen te produceren voor verwaarding in andere waardeketens.



Voor het uitgegist en ontwaterd zuiveringsslib dat ontstaat bij andere organische reststromen mag uitgegist en ontwaterd zuiveringsslib vaak wel worden toegepast. Op dit moment worden de uitgegist en ontwaterd zuiveringsslibstromen bij waterschap Vallei en Veluwe niet gescheiden gehouden. Dus hier liggen kansen om deze stromen wel gescheiden te houden, waardoor het uitgegist en ontwaterd zuiveringsslib van de vergisting van externe biomassa wel kan worden hergebruikt binnen Nederland.

Waar mogelijk ook kansen liggen is de winning van grondstoffen uit de verbrandingsassen. Een voorbeeld is de winning van fosfaat uit asresten via de Ecophos-route. Mogelijk liggen op termijn ook kansen voor winning van andere metalen uit asresten. Het is hiervoor in ieder geval belangrijk dat de asresten apart worden opgeslagen, en niet worden gemengd met andere afvalstromen zoals op dit moment het geval is. Door het tijdelijk opslaan van verbrandingassen kan een voorraad (stock) worden gecreëerd voor terugwinning in de toekomst, zodra er wel technieken beschikbaar zijn om fosfaat of andere metalen hier uit terug te winnen. Het aanleggen van dergelijke voorraden geeft ook een impuls om deze technieken (versneld) te ontwikkelen. Waterschappen zouden samen met slibverwerkers hier een gezamenlijke strategie in kunnen uitwerken, zodat deze grondstoffen wel beschikbaar blijven voor terugwinning in de toekomst.

Productie en vermarkten struviet

Uit de stofstroomanalyse komt duidelijk naar voren dat nog maar in beperkte mate grondstoffen (terug)gewonnen worden uit rioolwater. In 2016 werd binnen Vallei en Veluwe circa 6 % van het fosfaat in het influent teruggewonnen door de productie van struviet. Hierbij is goed te realiseren dat de (oorspronkelijke) aanleiding voor de struvietwinning vooral ligt in het operationele en financiële voordeel dat het oplevert voor het zuiveringsproces, en dus niet gericht is op het maximaal terugwinnen van fosfaat. De omslag die nodig is, is dat de winning en productie struviet wordt ingericht op optimale verwaarding. Uit een recent uitgevoerde levenscyclusanalyse (LCA) voor de winning van grondstoffen uit rioolwater blijkt dat zowel biologische fosfaat-terugwinning op de RWZI (via BioP), en de winning vanuit fosfaat uit verbrandingsassen (Ecophos), een positief milieurendement hebben [ref. 20]. Hierbij is het (extra) gebruik van grondstoffen en energie meegenomen. De winning van struviet uit rioolwater levert dus per definitie een milieuvoordeel op, en zou vanuit dit oogpunt moeten worden gemaximaliseerd. Voor fosfaat is lokale afzet geen must, maar hier liggen wel kansen. De transportafstanden van kunstmest kunnen worden verkleind, en wellicht nog belangrijker kan worden bijgedragen aan de bewustwording om de import van kunstmest te reduceren.

Vallei en Veluwe produceert twee soorten struviet, namelijk een slow-release P-kunstmest product en P-houdende grondstof voor de bulk-kunstmestindustrie. Op dit moment worden beide struviet producten afgezet in de mondiale kunstmestmarkt, waarin het wordt

ongemengd met kunstmest gewonnen in de mijnbouw. Recent is de afvalstatus van struviet komen te vervallen, waarmee de mogelijkheden voor lokaal gebruik van struviet worden vergroot. De slow-release P-kunstmest kan interessant zijn voor bemesting van grasland. Beheerders van dijken (waterschap), openbaar groen (gemeenten) en particulieren vormen een potentiële lokale afzetmarkt voor struviet. Maar ook voor het sluiten van kringlopen in de landbouw liggen kansen. Uit een studie voor de aardappelindustrie blijkt dat indien een aardappelverwerker struviet terugwint uit zijn afvalwater en hier struvietkoek van maakt dat wordt ingezet als kunstmest, dit een energiebesparing oplevert van 32,54 GJ/ton struviet en een CO₂-besparing van 1,5 ton CO₂-eq. per ton struviet [ref. 21].

Terugwinning overige grondstoffen: ALE, biomassa, cellulose en PHA-plastics

De terugwinning van andere grondstoffen zit nog in het begin stadium van de ontwikkeling tot een marktwaardig product. Voor alginate-like exopolysaccharides (ALE) vanuit Nereda®-korrelslib en de winning van vezels uit biomassa is het 'proof of principle' aangetoond. Waterschap Vallei en Veluwe is voor beide grondstoffen betrokken bij initiatieven gericht op ontwikkeling van waardeketens. De huidige bottleneck in de verdere ontwikkeling van aanbod van ALE is voldoende schaalgrootte om de kostprijs voor ALE laag te houden [ref. 21]. In het project van 'Berm tot bladzijde' werkt Vallei en Veluwe samen met andere terreinbeheerders aan de benutting van maaisel als grondstof voor de productie van papier. Ook hier berust de samenwerking op het creëren van voldoende en liefst continu groot volume voor verdere verwerking door een marktpartij.

Het terugwinnen van cellulose wordt ook als interessant gezien, omdat het relatief eenvoudig kan worden ingepast in de bestaande zuivering. De route als afdruiptremmer in asfalt heeft veel aandacht gekregen in de media en lijkt veelbelovend, maar vereist nog optimalisatie om de financiële haalbaarheid te verbeteren [ref. 22]. Tevens is dit een relatief laagwaardige toepassing van cellulose. De markt voor PHA-bioplastics is op dit moment nog niet volwassen genoeg voor een commercieel haalbare productieroute. De kosten zijn globaal 2x zo hoog als de winning van bioplastics uit voedergewassen. Aan de andere kant laat de LCA van grondstoffen uit rioolwater zien dat winning van PHA-bioplastics uit zuiveringsslib een positief milieurendement heeft [ref. 20]. De overheid kan vanuit ambities voor duurzaam inkopen ook een marktontwikkeling stimuleren door in te zetten op circulair materiaalgebruik. Door hierin ook gericht te sturen op inkoop van circulaire grondstoffen die lokaal worden geproduceerd kan een specifieke marktvraag worden gestimuleerd. Waterschap Vallei en Veluwe kan hierin een proactieve rol innemen door te zorgen dat grondstoffen die zij kan (of wil gaan) terugwinnen door andere regionale overheden worden ingekocht. Bijvoorbeeld de inkoop van kunststofproducten geproduceerd uit PHA-bioplastics uit zuiveringsslib.

Biomassa uit watersysteem

Naast benutting van biomassa als biobrandstof of voor als grondstof voor papier, liggen er ook kansen voor om biomassa uit watersysteem te benutten als compost voor bodemverbetering, mits niet verontreinigd. Dit kan via reguliere afzetkanalen, maar het is ook interessant om te kijken of de compost gericht kan worden ingezet om op hoge zandgronden binnen waterschap Vallei en Veluwe het koolstofgehalte in de bodem te vergroten. Dit draagt bij aan het vochtvasthoudend vermogen, waarmee gronden minder verdrogingsgevoelig worden en dus minder beregening nodig is. Het verbeteren van koolstofhuishouding van landbodems is één van de actiepunten uit transitie-agenda 'biomassa en voedsel'.

Industriële symbiose

Waterschap Vallei en Veluwe is al bezig om de vergisting van externe biomassa stromen te vergroten. In de BECH installatie zal mest worden vergist, samen met andere organische reststromen. Interessant aan dit project is dat hier ook CO₂ zal worden geproduceerd en geleverd aan naast gelegen kalsteenproducent Calduran. Hiermee wordt direct een grondstof geleverd als productie in een andere waardeketen, zonder tussenkomst van distributie en verwerkingsketen. Dit is een mooi voorbeeld van industriële symbiose. Van oudsher wordt er vooral samengewerkt in toeleveringsketens. Bij industriële symbiose wordt onderling samengewerkt om reststromen vanuit energie, water en grondstoffen lokaal te verwaarden in andere product- of consumptieketens.



Afbeelding 4.3 Schematische weergave Bio Energiecentrale Harderwijk (BECH)

Schaalniveau, invloed en partners

Met het waterfabriek concept wordt effluent hoogwaardig benut. Met Waterfabriek Wilp wordt hier nu ervaring opgedaan. Het is interessant om voor de andere RWZI's samen met potentiële afnemers van water, zoals natuurbeheerders, landbouwbedrijven of bedrijven, te onderzoeken of hiervoor kansen zijn. Het schaalniveau voor kringloopsluiting van overige grondstoffen die gewonnen kunnen worden uit de waterketen en het watersysteem is afhankelijk van in hoeverre er lokaal vraag en/of aanbod is, en op welke schaal verwerking en hergebruik economisch rendabel is ('economy of scale'). Hiervoor zal in sommige gevallen buiten de eigen grenzen van het beheergebied samenwerking moeten worden gezocht. Voor potentieel interessante grondstoffen zoals bioplastics, ALE en biomassa is voldoende schaalgrootte een van de uitdagingen en is samenwerking met andere waterschappen, kennisinstellingen en bedrijfsleven cruciaal. Daarnaast kunnen overheden een 'market pull' geven door gericht producten gemaakt van lokaal geproduceerde circulaire grondstoffen in te kopen. Voor Vallei en Veluwe ligt er kans om samen met andere regionale overheden 'circulaire inkoop coalities' te vormen. De samenwerking zal in veel gevallen ook betekenen samen ontwikkelen (co-creatie), waarbij ook vergaande en bindende samenwerkingen moeten worden aangegaan.

Impact, beperkingen en risico's

Het benutten van effluent water als grondstof is nog maar beperkt toegepast en liggen zeker kansen om dit ook voor andere RWZI's toe te passen. Hierbij is het wel van belang om te kijken naar andere manieren om in water te voorzien, zoals het afkoppelen en/of periodiek opslaan van regenwater. De vraag naar hernieuwbare en gerecycleerde grondstoffen ter vervanging van fossiele grondstoffen (en brandstoffen) zal de komende jaren toenemen. Dit biedt kansen voor het verder opschalen van het terugwinnen van grondstoffen door waterschappen. Tegelijkertijd zijn er nog een aantal technische en juridische drempels die moeten worden overwonnen. Verder geldt dat bij de terugwinning van koolstofhoudende grondstoffen, zoals cellulose, PHA voor bioplastics en korrelslib-ALE, deze hoeveelheid koolstof niet meer beschikbaar is voor energieproductie in de vorm van biogas. Ter indicatie, als al het cellulose uit het afvalwater water worden gehaald,

dan daalt de biogasproductie met circa 15 %. En als alle vetzuren uit het afvalwater worden gehaald voor de winning van bioplastics of ALE dan kan biogasproductie dalen met 50 %. Daarnaast vergt de terugwinning van grondstoffen extra processtappen en chemicaliëngebruik. Dat geldt voor koolstof bevattende grondstoffen en voor andere grondstoffen zoals fosfaat. Extra processtappen en chemicaliëngebruik vergen extra (ingebodde) energie. Het is daarom van belang om voor de terugwinning van grondstoffen een levenscyclusanalyse (LCA) te maken. Overigens laat de recent uitgevoerde levenscyclusanalyse zien dat winning van fosfaat, PHA, cellulose en korrelslib-alginaat (ALE) uit rioolwater een milieuvoordeel hebben boven de nu gangbare productie van deze stoffen [ref. 20].

Vervolgstappen

Voor verdere uitwerking en concretisering van dit ontwikkelpad zijn de volgende stappen van belang:



Synergie:

- » Verkenning naar mogelijkheden voor doorontwikkeling en verdere uitrol van het waterfabriek concept op andere RWZI's;
- » Onderzoek naar mogelijkheden om uitgesteerd en ontwaterd slib hoogwaardiger te benutten door; extra zuiveringstap, het scheiden van uitgesteerd en ontwaterde slibstromen, en onderzoek naar mogelijkheden om verbrandingassen tijdelijk op te slaan voor terugwinning van fosfaat (en andere metalen) op een later tijdstip.
- » Het bundelen van inkoopkracht bij overheden voor grondstoffen die Vallei en Veluwe kan terugwinnen ('circulaire inkoop coalities');
- » Verkennen van kansen voor industriële symbiose met bedrijven, onderzoeks- en onderwijsinstellingen in de regio;
- » Kennisontwikkeling omtrent terugwinning en verwaarden van grondstoffen, hierbij niet alleen top-5 grondstoffen, maar juist ook aandacht voor winning van grondstoffen vanuit een vraaggestuurde winning van grondstoffen.

OVERKOEPELEND THEMA: CIRCULAIR ONTWERPEN EN ASSETMANAGEMENT

Vanuit assetmanagement zullen bestaande assets worden vervangen en gerenoveerd en er zal ook nieuwbouw plaatsvinden. Door circulair ontwerpen (modulair) en beheren van assets kan de toekomstbestendigheid van de assets worden vergroot, en kan tevens de milieu-impact van materiaalgebruik worden verminderd. In de Transitie-agenda voor de bouw zijn concrete doelstellingen rondom circulaire inkoop en CO₂-reductie van materiaalgebruik opgenomen die ook van waterschappen vragen om circulaire principes toe te passen op ontwerp en beheer van hun assets van bedrijfsvoering (b.v. wagenpark, gebouwen), watersysteem (wateren, dijken, kunstwerken) en waterketen (rwzi, persleidingen en rioolgemaal).

Voor het circulair en toekomstbestendig ontwerpen en beheren van assets is informatie over enerzijds (rest) levenslevensduur, onderhoud- en vervangingstermijnen en hergebruikswaarde (materialenpaspoort) van assets essentieel. Door vervolgens ook de R&D onderzoeksagenda van het waterschap hieraan te koppelen kunnen in het traject voorafgaand aan investeringsbeslissingen duurzame alternatieven in voldoende mate worden onderzocht.





Om de gestelde doelen en de kansen voor kringloopsluiting in de verschillende ontwikkelpaden te kwantificeren en voortgang te kunnen volgen voor één of meer ontwikkelpaden, is monitoring van groot belang. In dit hoofdstuk introduceren we een set circulaire kritieke prestatie indicatoren (KPI's) waarmee de doelrealisatie kan worden gevolgd bij de programmatische aanpak van circulaire economie. Daarmee wordt ook helder welke informatie het waterschap nodig heeft om te kunnen laten zien in hoeverre ze haar doelstelling om circulair te zijn heeft gerealiseerd.

OPBOUW VAN HET RAAMWERK

Dit monitoringsraamwerk bestaat uit een aantal KPI's (Kritieke Prestatie Indicatoren) op elk van drie kringlopen (energie, water, en grondstoffen) die bij het waterschap centraal staan. In lijn met de in hoofdstuk 2 gepresenteerde definitie van een circulair waterschap, richt het raamwerk zich met name op de volgende impacts:

- » Klimaatverandering; de uitstoot van CO₂ door het gebruik van fossiele brandstoffen, en lachgas emissies uit het rioolwaterzuiveringsproces. Maar ook aan indirecte impacts zoals ingebedde CO₂ door materiaalgebruik voor zuiveringen en persleidingen van het waterschap.
- » Biochemische cycli; te weten de nutriëntencycli zoals die van fosfaat en stikstof, en organische stof (koolstof).

Het sluiten van grondstofkringlopen is een belangrijk middel op bovenstaande impacts te adresseren, en sluit aan bij de programmatische aanpak en doelstellingen zoals uiteengezet in tabel 2.1. Ook hier geldt dus dat zelfvoorzienendheid en het lokaal sluiten van kringlopen geen doel op zich is, maar een middel dat moet helpen om bovenstaande planetaire grenzen niet te overschrijden.

In lijn met de werkprincipes voor een circulair waterschap uit hoofdstuk 2 raden we aan voor kringloopsluiting voorlopig naar de volgende schaalniveaus te streven:

1. Lokaal en binnen het eigen beheersgebied: Energie (zowel warmte als elektriciteit) en zoetwater. Overschotten kunnen uiteraard aan derden worden geleverd, buiten dit gebied maar als basisprincipe geldt dat productie en consumptie zo lokaal mogelijk op elkaar afgestemd moeten worden.
2. Regionaal, soms buiten het eigen beheersgebied: organische reststromen (zowel dierlijk als plantaardig), grondstromen. Vanwege de transportkosten en

impacts wordt ook aangeraden gebouwen en infrastructuur en componenten en materialen daaruit op regionale schaal te verwaarden en her te gebruiken.

3. Buiten de regio: complexere materiaalstromen en producten als polymeren en metaalzouten.

CIRCULAIRE KPI'S VOOR WATERSCHAP VALLEI EN VELUWE

Voor elke materiaalstroom worden een aantal posten uitgerekend die de voortgang richting de ideale situatie (100 % circulair, zelfvoorzienend op een bepaald schaalniveau, of emissieloos) te kwantificeren. Hierbij is waar mogelijk gebruik gemaakt van indicatoren die kunnen worden berekend met data die ook nu al door het waterschap worden bijgehouden (bijvoorbeeld voor de Benchmark van de Unie van Waterschappen en/of de Klimaatmonitor). Onderstaande monitoringstoolkit bevat nog geen vastgestelde strategische doelstellingen (of benchmark), maar kan wel laten zien in hoeverre er ten opzichte van de huidige situatie vooruitgang wordt geboekt in de richting van het ideaalbeeld van een circulair waterschap. We maken hierbij geen onderscheid tussen de waarde van verschillende ontwikkelpaden omdat op er op dit moment nog geen keuzes in dit traject liggen. Een belangrijk punt is dat alhoewel we geen materiaalstroomanalyse van het water opgesteld hebben, we hiervoor wel indicatoren meenemen in het KPI raamwerk. In tabel 5.1 beschrijft het KPI raamwerk voor het meten van circulariteit. In de tabel is zover bekend een indicatieve score opgenomen op basis van data van het jaar 2016. Van sommige indicatoren kon nog maar gedeeltelijk of geen score worden bepaald. Deze indicatoren zijn wel opgenomen met de insteek om voor toekomstige monitoring hier wel data voor te gaan verzamelen.

De monitoringstool moet worden doorontwikkeld wanneer er meer vaststaat met betrekking tot de roadmap voor de komende jaren en ook de weging van KPI's naar een overall circulariteitscore moet nog verder worden uitgewerkt. Duidelijk is dat een integraal beoordelingsraamwerk kan helpen om de route naar kringloopsluiting en zelfvoorzienendheid vorm te geven en bij te stellen waar nodig, door gaandeweg effecten van implementaties te evalueren. Uiteindelijk liggen er ook mogelijkheden om de KPI's te gebruiken als benchmarkingstool, en om individuele maatregelen of combinaties van maatregelen te evalueren en te optimaliseren. In dat geval zouden bijvoorbeeld ook de wegingsfactoren kunnen worden aangepast, om zo specifieke beleidsprioriteiten naar voren te brengen.



Tabel 5.1 KPI raamwerk voor meten van mate van circulariteit en zelfvoorzienendheid

CIRCULAIRE SUBGROEP	KPI	RATIO	INDICATIEVE SCORE (OP BASIS VAN JAAR 2016)	OPMERKING
ENERGIE	EN1: Zelfvoorzienendheid in totaal energieverbruik (binnen eigen areaal)	Ratio eigen energieproductie en vraag	55 %	Wanneer deze indicator door levering naar derden i.p.v. eigen gebruik omlaag gaat moet dit niet worden gezien als een negatieve ontwikkeling, en dient middels weging op indicator EN4 terug te komen in overall prestaties van het waterschap
	EN2: Zelfvoorzienendheid in elektriciteitsverbruik (binnen eigen areaal)	Ratio eigen elektriciteitsproductie en vraag	46 %	Idem dito. Zie EN1.
	EN3: Zelfvoorzienendheid in warmteverbruik (binnen eigen areaal)	Ratio eigen warmteproductie (cascadering of via WKK) en vraag	95,5 %	Idem dito. Zie EN1.
	EN4: Totale energieconsumptie per m3 rioolwater behandeld	Ratio totale energieverbruik en totaal behandeld influent	3,5 MJ per m3	De score voor deze indicator gaat over het totale energieverbruik van het waterschap (incl. waterketen, watersysteem, onderhoud en vervoer)
	EN5: Percentage duurzaam ingekochte of geproduceerde energie	Ratio duurzaam ingekochte + geproduceerde energie ten opzichte van totaal energieverbruik	84 %	In toekomst deze KPI uitsplitsen duurzame opwekking via zon, wind, geo en hydro en biogas
GRONDSTOFFEN	GR1: Grondstofverbruik per volume (m3) gezuiverd rioolwater, uitgesplitst in de volgende grondstoffen:	Totale verbruik van grondstoffen benodigd voor waterzuivering (ten opzichte andere waterschappen)	0.04872961 kg/m ³ (gebaseerd op 5.030 ton metaalzouten/ 598 ton polymeren)	Deze KPI moet in toekomst worden uitgebreid met alle grondstoffen die wordt gebruikt voor bouw, operationeel beheer en onderhoud van zuivering: - beton - staal - polymeer - drinkwater - magnesium - calcium - zoutzuur - natronloog - etc./
	GR2: Percentage duurzaam gewonnen/ biobased grondstoffen benodigd voor rioolwaterzuivering	% inkoop materialen uit hernieuwbare bronnen, of circulaire bronnen (b.v. aantoonbaar door certificering)	0 %	Hierbij is van groot belang dat de duurzame herkomst van biobased materialen te controleren om probleemverschuivingen m.b.t. bijvoorbeeld landverbruik elders in de wereld voor de productie van biobased grondstoffen te voorkomen.

CIRCULAIRE SUBGROEP	KPI	RATIO	INDICATIEVE SCORE (OP BASIS VAN JAAR 2016)	OPMERKING
GRONDSTOFFEN	GR3: Hergebruik van uitgegist en ontwaterd zuiveringsslib als bodemverbeteraar zuiveringseffluent (in massa)	Percentage aantoonbaar ingezet slib ten opzichte van de totale vrijkomende stroom winning via de productie van struviet)	0 %	Dit is essentieel om de koolstofkringloop en bodemvruchtbaarheid te herstellen; fosfaat, stikstof, cellulose, vetzuren, ALE, etc.
	GR4: Terugwinning nutriënten RWZI	% nutriënten in afvalwater influent in relatie tot % nutriënten teruggewonnen zuiveringseffluent (in massa)	6 % (gebaseerd op fosfaat winning via de productie van struviet)	KPI uitbreiden naar terugwinning van alle nutriënten en organische stof fosfaat, stikstof, cellulose, vetzuren, ALE, etc.
	GR5: Hergebruik biomassa landschapsbeheer	Totale hoeveelheid verwaarde organische reststromen	12 .200 ton	
	GR6: Verwaarding biomassa landschapsbeheer	Totaal gegenereerde inkomsten door waterschap en ketenpartners in euro's uit verwaarde organische reststromen	(n.t.b.)	(in kader van dit onderzoek zijn geen financiële cijfers verzameld)
WATER	WA1: Aandeel hemelwater en rioolvreemd water in influent	Percentage hemelwater en rioolvreemdwater in influent	45 %	Door dit percentage zo laag mogelijk te houden wordt het zuiveren van een onnodig grote hoeveelheid influent voorkomen
	WA2: Hoogwaardig (her) gebruik effluent	Percentage effluent RWZI dat wordt gericht wordt geproduceerd om ecologisch kwaliteit van watersysteem te vergroten (bijv. anti-verdrogingsmaatregel) of proceswater te produceren voor industrie	0 %	
EMISSIONS	EM1: Netto CO ₂ eq emissies per m ³ behandeld influent	Ratio totale broeikasgas emissies (CO ₂ eq) en behandeld influent (m ³)	910 gram CO ₂ eq/m ³	
	EM2: Netto CO ₂ emissies per jaar voor de gehele organisatie	Netto CO ₂ emissies (scope 1 t/m 4) op jaarbasis	105.507 CO ₂ eq (gebaseerd op de in dit onderzoek gepresenteerde CO ₂ emissies)	Er is geen totale CO ₂ -footprint beschikbaar van de gehele organisatie

Met de uitvoering van dit onderzoek heeft Waterschap Vallei en Veluwe een eerste stap gezet richting een circulair waterschap. In de stofstromenanalyse is de huidige situatie met betrekking tot energie, grondstoffen en emissies in kaart gebracht, in de ontwikkelpaden zijn de kansen voor (verdere) kringloopsluiting beschreven, en in het monitoringsvoorstel zijn de KPI's afgeleid om de voortgang de komende jaren te volgen. Hiermee is het vertrekpunt vastgelegd en een strategie op hoofdlijnen neergezet.

Deze rapportage laat duidelijk het verband zien tussen de transitie naar een circulaire economie en planetaire milieuvraagstukken zoals klimaatverandering, biodiversiteitsverlies en de uitputting van schaarse grondstoffen. De noodzaak is helder: de manier waarop deze vraagstukken het beste kunnen worden aangepakt is nog niet altijd eenduidig. Het onderzoek laat zien dat de transitie naar een circulair waterschap een complexe opgave is, die (net zoals de energietransitie waarmee ze nauw verweven is) soms bijna eerder een organisatorische opgave is dan een technologische. Bovendien is met het nationaal grondstoffenakkoord weliswaar een forse ambitie neergezet, maar nog geen helder gedefinieerde doelstelling en plan van aanpak. Bovendien is het belangrijk te onthouden dat circulariteit geen doel op zich is, maar een middel: het winnen van struviet uit afvalwater heeft nut omdat het produceren van kunstmest uit virgin resources meer energie vraagt en emissies met zich meebrengt dan winning van struviet; circulair ontwerp van infrastructuur en objecten is nuttig, maar de sankey in hoofdstuk 3 laat zien dat het reduceren van de energievraag van het zuiveringsproces vele malen impactvoller zal zijn op termijn.

Met deze overwegingen in het achterhoofd doen we navolgend een aantal aanbevelingen voor te zetten vervolgstappen richting een circulair waterschap.

1. Intern uitdragen en aan de slag gaan

Wij bevelen aan om dit onderzoek intern te delen met verschillende (interne) afdelingen en samen met hen op zoek te gaan naar concrete kansen voor kringloopsluiting. Door de eigen organisatie hierbij actief te betrekken, wordt ook de betrokkenheid en het draagvlak voor de verdere uitwerking en realisatie de komende jaren vergroot. Uit de ontwikkelpaden – en gelet op de grootste stromen uit de Sankey's – volgen een aantal concrete kansen waarmee Vallei en Veluwe op de korte termijn mee aan de slag kan gaan:

Reductie:

- » Onderzoek naar energiebesparing met name t.a.v. specifiek de beluchting op RWZI;
- » Onderzoek naar emissies tijdens het zuiveringsproces en mogelijkheden om deze te reduceren.

Synergie:

- » In navolging van Waterfabriek Wilp ook voor andere RWZI's kansen verkennen om gericht water te produceren als anti-verdrogingsmaatregel en/of ter verbetering van ecologische (oppervlakte)-waterkwaliteit;
- » Onderzoek naar het vergroten van hergebruik van uitgestort en ontwaterd zuiveringsslib als bodemverbeteraar. Onder andere door het gescheiden verwerken van uitgestort en ontwaterd zuiveringsslib afkomstig van zuiveringsslib en externe biomassa (SEA).
- » Uitbreiden van de struvietproductie, en onderzoek naar kansen voor lokaal hergebruik van struviet, en onderzoek naar mogelijkheden om verbrandingsassen tijdelijk op te slaan voor terugwinning van fosfaat en metalen in de toekomst;
- » Intensiveren onderzoek naar winning en verwaarding van ALE, biomassa, cellulose en PHA-plastics;
- » Benutten van het warmteoverschot van WKK's (Amersfoort, Ede en eventueel Harderwijk);
- » Opzet van een afdeling die zich specifiek richt op de verwaarding en vermarkting van grondstoffen en ecosysteemdiensten in andere waardeketens.

Inkoop en productie:

Circulair inkoop en aanbestedingsbeleid: waarbij de grootste impact in termen van CO₂ ligt bij respectievelijk:

- » Energie, grondstoffen voor de zuiveringen, en infrastructuur en gebouwen;
- » Inkoop van energie in 2018 dat wel voldoet aan de (nieuwe) criteria voor duurzame energie.
- » Onderzoek om mogelijkheden om het brandstofverbruik van het slibtransport te reduceren en te verduurzamen;
- » Onderzoek naar reductie en duurzame alternatieven van het gebruik van polymeren en metaalzouten;
- » Realisatie van opwekking van energie op eigen areaal (zon, wind, hydro en geo) en verkennen van kansen voor benutting van thermische energie uit oppervlaktewater en rioolwater.

2. Waterstromen in beeld

Water is in feite de belangrijkste grondstof van een waterschap. Helaas was het niet mogelijk door gebrek aan informatie over het natuurlijke grond- en oppervlaktewatersysteem om de waterstromen van Vallei en Veluwe in beeld te brengen en een analyse te maken van concrete kansen voor kringloopsluiting. Wij bevelen aan om de analyse van waterstromen als nog uit te voeren.

Hierbij raden wij aan om ook te kijken naar de productie en het gebruik van drinkwater (door huishoudens) en het watergebruik door landbouw en industrie. Om de kansen en knelpunten in beeld te brengen moet zowel de jaargemiddeld situatie als ook een (extreem) droge situatie in beeld worden gebracht. Vanuit waterstromenanalyse kan vervolgens ook een vertaling worden gemaakt van kansen en knelpunten voor verschillende geografische gebieden.

3. Regionale kringloopscan: samen met de omgeving op zoek naar kansen

Wij bevelen aan om samen met een aantal strategische gebiedspartners (bijvoorbeeld gemeenten, drinkwaterbedrijf, agrariërs, afvalbedrijven en industrie) een regionale kringloopscan uit te voeren. De uitgevoerde Material Flow Analysis heeft vooral betrekking op Waterschap Vallei en Veluwe en geeft vooral inzicht in de interne kansen en knelpunten. Met een regionale scan kan inzicht worden verkregen waarvoor Vallei en Veluwe als regio circulaire hotspots liggen en kansen voor samenwerking (industriële symbiose) en lokale ketensluiting. Op die manier kan een routekaart uitgewerkt worden waarin de onderlinge samenwerking en taakverdeling helder uiteen worden gezet, en die kan helpen om regiobreed de transitie naar een circulaire economie te versnellen. Een concrete actie om samen de transitie te versnellen is het opzetten van 'circulaire inkoop coalities', waarin regionale overheden gericht grondstoffen inkopen die lokaal worden gewonnen.

4. Proactief sturen op lokaal scheiden van stromen

Waterschap Vallei en Veluwe moet proactief gaan sturen op (ten minste) het afkoppelen van hemelwater en voorkomen van rioolvreemdwater, door de kansen aan te pakken die de Omgevingswet hiervoor biedt. Daarnaast is het wenselijk zich breed te oriënteren op de mogelijkheden voor het creëren van nieuwe water en energie netwerken, in combinatie met mogelijkheden van nieuwe sanitatie concepten. Concreet worden de volgende stappen aanbevolen:

- » Het opdoen van praktijkervaring met nieuwe sanitatie voorzieningen en deze evalueren op alle duurzaamheidsaspecten.
- » Uitvoeren van een onderzoek waarin de milieu-impact en circulariteit van de verschillende sanitatie systemen (centraal, hybride en decentraal) integraal worden vergeleken over de gehele levenscyclus.
- » Strategische samenwerking opzetten met gemeenten en nutsbedrijven om meekoppelkansen te creëren door gecombineerde herstructurering van riolering, elektriciteitskabels en gasleidingen. Met als doel te komen tot een 'circulair' nutsnetwerk;
- » Een proactieve rol pakken in het nieuwe 'beleidspeelveld' dat ontstaat door de komst van de Omgevingswet;
- » Mogelijkheden onderzoeken om lokaal scheiden van stromen te stimuleren met maatregelen die ingrijpen op het gedrag van mensen en/of de hun sociaaleconomische omstandigheden (social design).

5. Circulair ontwerpen en beheren assets

In de Transitie-agenda voor de bouw is opgenomen dat vanaf 2030 alle bouw gerelateerde overheidsaanbestedingen circulair zijn. Vanaf 2023 zullen alle uitvragen van de overheid, landelijk, provinciaal en gemeentelijk circulair zijn, tenzij dit niet (volledig) mogelijk is. Daarnaast moet het CO₂-verbruik bij de winning, productie en het transport van materialen in de bouw in 2030 zijn gehalveerd. En moet er uiterlijk 2020 een systematiek voor hergebruik van bouwmaterialen (zoals materialen paspoort) verplicht. Dit betekent dat Waterschap Vallei en Veluwe op korte termijn kennis en praktijkervaringen moet gaan op doen met circulair ontwerpen en beheren van haar assets. En haar (bouw) beleid en richtlijnen voor inkoop, nieuwbouw, vervanging en onderhoud hierop moet aanpassen.

6. Opstellen van roadmap 2020-2030/2050

Wij bevelen aan om een roadmap 2020 richting 2030/2050 op te stellen, op basis van deze studie en resultaten van aanbevelingen 1 t/m 5. Hierin moeten korte en middenlangetermijn doelen worden gesteld en een programmatische aanpak voor de operationele aansturing worden uitgewerkt, waarbij ook de relevante doelstellingen uit de nationale transitie-agenda's moeten worden meegenomen. In de uitwerking zal een directe koppeling moeten worden gemaakt met andere interne programma's (energie-transitie, asset management, digitale transformatie, innovatie, duurzame inkoop), als ook meekoppelkansen met externe beleidsprogramma's (afkoppelen hemelwater) en uitvoeringsprogramma's (bijv. vervanging nutsvoorzieningen).

7. Monitoring

Wij bevelen aan om in 2018 een eerste officiële meting uit te voeren. Voor toekomstige metingen zullen ook nieuwe datapunten moeten worden toegevoegd aan huidige interne meetnet en registratie. Bijvoorbeeld het meten van organische stof gehalte in influent en broeikasgasemissies op de zuivering, en ook de registratie van verwerking van uitgegist en ontwaterd zuiveringsslib of biomassa door derden.

De monitoringstool kan vervolgens worden doorontwikkeld wanneer er meer vaststaat met betrekking tot de roadmap voor de komende jaren. En dan kan ook de weging van KPI's naar een overall circulariteitscore worden uitgewerkt. Duidelijk is dat een integraal beoordelingsraamwerk kan helpen om de routekaart naar kringloopsluiting en zelfvoorzienendheid vorm te geven en bij te stellen waar nodig, door gaandeweg effecten van implementaties te evalueren. Uiteindelijk liggen er ook mogelijkheden om de KPI's te gebruiken als benchmarkingstool, en om individuele maatregelen of combinaties van maatregelen te evalueren en te optimaliseren. In dat geval zouden bijvoorbeeld ook de wegingsfactoren kunnen worden aangepast, om zo specifieke beleidsprioriteiten naar voren te brengen.

REFERENTIES

1. Gladek, E. (2017). Imagining Circular Cities and Regions. Metabolic publication. Manuscript in preperation.
2. Raworth, K. (2017). The Doughnut of social and planetary boundaries. Retrieved from <https://www.kateraworth.com/doughnut/>
3. Voorjaarsnota 2018 - 2022, Meerwaarde als watermerk, Waterschap Vallei en Veluwe.
4. Greendeal Grondstoffen Rijk en UvW, 2014.
5. Klimaat Akkoord Rijk & UVW, 2010-2020.
6. Kamerbrief over Rijksbreed programma Circulaire Economie, 14 september 2016.
7. Greendeal Energie UVW - RIJK, 2016.
8. Beleidsnota duurzame energie en innovatie Waterschap Vallei en Veluwe, vastgesteld op 26 nov 2014.
9. Steffen et al. Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet, Science, 16 January 2015.
10. www.vallei-veluwe.nl/organisatie/kengetallen/
11. Waterbeheerprogramma 2016-2021, Waterschap Vallei en Veluwe, vastgesteld door het algemeen bestuur op 30 september 2015.
12. Dwaas/Haas analyse 16 RWZI's, 2015.
13. Klimaatmonitor Waterschappen 2016, Arcadis, 23 december 2016.
14. Nieuwbouw rwzi Weesp in 2020: is voorbezinking nog 'doelmatig duurzaam'? Hans van Fulpen, Manon Bechger (Waternet), Ronnie Berg, Berend Reitsma (Tauf), H2O-Online/7 augustus 2017.
15. STOWA-rapport 'Groene Poly-Elektrolyten' 14, 2016.
16. Landelijke verkenning warmte en koude uit het watersysteem, Eindrapportage 31 juli 2016, IF-Technologie in opdracht van Unie van Waterschappen.
17. Stowa-rapport 2008-02, Anders omgaan met huishoudelijk afvalwater II.
18. Roefs Ivar, Meulman Brendo, Vreeburg Jan H. G., Spiller Marc, Centralised, decentralised or hybrid sanitation systems? Economic evaluation under urban development uncertainty and phased expansion, Water research/ International Association on Water Pollution Research - ISSN 0043-1354 - 109(2017), p. 274-286.
19. Toekomstbeelden van ons waterschap. Bestuurlijke langetermijnvisie, Waterschap Vallei en Veluwe, april 2014.
20. Levenscyclusanalyse van grondstoffen uit rioolwater, STOWA-rapport 22, 2016.
21. Potentie struviet voor Nederlandse landbouw, CE Delft, juni 2016.
22. Top-5 Van vraag tot aanbod, Arcadis, 26 april 2017.

BIJLAGE I: VERANTWOORDING GETALLEN IN ENERGIE SANKEY

	DATA UIT SANKEY	WELKE INFO IS BESCHIKBAAR	WELK BESTAND GEBRUIKT	AANNAMES/REKENREGELS/ KENGETALLEN GEBRUIKT	WELKE INFORMATIE MIST ER
Elektriciteit	115.097 GJ	Ingekochte duurzame stroom	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	382 GJ	Eigen productie zon	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	71 GJ	Eigen productie waterkracht	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	127.066 GJ	Elektriciteit uit Wkk	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	29.462 GJ	Elektriciteit teruglevering naar het net	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	202228 GJ	Elektriciteit verbruik door RWZI	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	7.797 GJ	Elektriciteit verbruik watersysteem	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	3182 GJ	Elektriciteits verbruik huisvesting	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
Warmte	93.786 GJ	Warmte uit WKK	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		Er miste rendementsverlies van de WKK, deze wordt in de Sankey met een voetnoot aangegeven
	76.643 GJ	Warmte WKK afgeblazen	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	23.649 GJ	Biogas afgefakkeld	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	158 GJ	Biogas direct gespuid	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	31.547 GJ	Cv	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad	Aanname dat warmte die niet wordt opgewekt door de WKK maar wel wordt gebruikt door een CV wordt opgewekt	
	4.732 GJ	Verlies CV	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad	Aanname dat het rendementsverlies van de CV 15% is.	
	26000 GJ	Doorgeleverde warmte (totaal, dus incl. duurzaam en WKK)	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	5.872 GJ	Netto verbruik Aardgas	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	4.290 GJ	Aardgas verbruik Vergister	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	934 GJ	Aardgas verbruik voor overige	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	648 GJ	Aardgas verbruik door watersysteem	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		

	DATA UIT SANKEY	WELKE INFO IS BESCHIKBAAR	WELK BESTAND GEBRUIKT	AANNAMES/REKENREGELS/ KENGETALLEN GEBRUIKT	WELKE INFORMATIE MIST ER
Brandstoffen					
	58.634 GJ	Brandstoffen			
	53.083 GJ	Diesel	Uitvraag Klimaat Monitor, vervoer/energie tabblad	We hebben hier al het gebruik van de brandstof diesel bij elkaar op geteld	
	5.288 GJ	Benzine	Uitvraag Klimaat Monitor, vervoer/energie tabblad	We hebben hier al het gebruik van de brandstof Benzine bij elkaar op geteld.	
	209 GJ	Kerosene	Uitvraag Klimaat Monitor, Vervoer/ nergie tabblad		
	54 GJ	CNG	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	18.157 GJ	Personenvervoer/ vrachttans- port	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	3.100 GJ	Woon-werk	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad	We hebben hier als aanname gebruikt dat de woon-werk prive auto;s op benzine rijden.	
	9.494 GJ	Werk-werk	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	5.563 GJ	Derden	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	17995 GJ	Brandstof verbruik voor watersysteem	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	22.482 GJ	Slibtransport	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
Biogas					
	320438 GJ	Biogas uit zuiveringslib	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	124601 GJ	Biogas uit co-producten(SEA stroom)	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		
	445.038 GJ	Totale biogas productie	Uitvraag Klimaat Monitor, Energie tabblad		

BIJLAGE II: VERANTWOORDING GETALLEN IN GRONDSTOFSTROMEN SANKEY

	DATA UIT SANKEY	WELKE INFO	UIT WELK BESTAND GEBRUIKT	AANNAMES/REKENREGELS/ KENGETALLEN GEBRUIKT	WAT MIST ER
Slib	321747 ton	ton slib (primair + secundair)	Jaarverslag tabellen, gebiedstotalen tabblad	Opgeteld per RWZI	
	28000 ton ds	ton slib (primair + secundair)	Jaarverslag tabellen, gebiedstotalen tabblad	Opgeteld per RWZI	
N balans	6000 ton	N -influent	Jaarverslag tabellen, gebiedstotalen tabblad	Extra kolom toegevoegd en berekening doorgetrokken voor 2016)	
	960 ton	N -effluent	Jaarverslag tabellen, gebiedstotalen tabblad		
	-	Uitstoot NOx	eMJverslagen		Info niet opgenomen in sankey
	4000 ton	N2 + N2O	eMJverslagen	N2O uit eMJV ; N massabalans kloppend gekregen door 'overgebleven N' aan N2 toe te schrijven	N2 data
	580-880 ton	N -zuiveringsslib	kengetal gebruikt en hoeveelheid ds slib	Geschat met kengetal 38 g N/ kg ds slib	N meetgegevens van het zuiveringsslib
	378 ton	N -centraat stroom	Info Mark dd 23 en 25 jan 2018	Obv kengetal N 2000 mg/l en 189.000 m³/j	
	40 ton	N -filtraatstroom	Info Mark dd 23 en 25 jan 2018, gemeten data	125 mg ammonium/l en 316.000 m³/j	
	-	N-slib GMB	-		Meetgegevens van het digestaat
P balans	857 ton	P -influent	Jaarverslag tabellen, gebiedstotalen tabblad		
	103 ton	P -effluent	Jaarverslag tabellen, gebiedstotalen tabblad		
	400 ton	P -zuiveringsslib	Kengetal gebruikt en hoeveelheid ds slib	Geschat met kengetal 14 g PO4/ kg ds slib	P data van het zuiveringsslib
	?	P - slib GMB			meetgegevens van het digestaat
	126 ton	P -filtraatstroom	Info Mark dd 23 en 25 jan 2018, gemeten data	P 400 mg/l en 316.000 m³/j	
	45 ton	P -centraat stroom	Info Mark dd 23 en 25 jan 2018, gemeten data	P 225 mg/l en 189.000 m³/j	
	52 ton	P-struviet	marap (134 ton struviet)	Hoeveelheid fosfaat berekend obv kengetal (39% PO4 in struviet, op molbasis)	
C-balans	72600 ; 430 ton CZV	CZV stromen in de waterlijn (influent en effluent)	Jaarverslag tabellen, gebiedstotalen tabblad		Org C concentraties voor iedere stroom
	42500; 21500; 11550; 9450; 330 ton CZV	CZV in verschillende stromen in de sliblijn	Geschat op basis van kengetallen en gegevens Jaarverslag tabel	Aanname: CZV secundair slib is ongeveer 50% van primair slib, zie exel berekening	CZV van de secundaire slibstroom
	24000 ton	Uitstoot naar atmosfeer (CO2+CH4)	Geschat op basis van kengetallen en gegevens Jaarverslag tabel	zie berekening exel berekening (massabalans opgesteld)	
Polymeren & metaalzouten	590; 8; 598 ton	Polymeren	Klimaat monitor		
	2220; 1850; 960; 4070	Metaalzouten	Klimaat monitor en marap rapport voor info over verdeling over de waterlijn		
SEA	8500 ton		kKlimaat monitor		
Onderhoud	600; 200; 400 ton	Hout	Email: 27.11.2017 gerardroemers - Rob		
	4600; 3880; 120; 600 ton	Maaisel	Dijcker - circulaire stromen dd. 23 november 2017 afval vanuit de zuiveringen en groenbeheer vanuit het watersysteem		
	7000 ton	Waterplanten			

BIJLAGE III: VERANTWOORDING GETALLEN IN CO2 EMISSIES

	DATA UIT SANKEY	WELKE INFO	UIT WELK BESTAND GEBRUIKT	AANNAMES/REKENREGELS/ KENGETALLEN GEBRUIKT	WAT MIST ER
Uitstoot als broeikasgas	45.188	Proces emissies (CO2, methaan en lachgas)	eMJV	Gegevens eMJV omgerekend naar Co2-eq	
	35.351	Emissies Wkk (Co2, gespuis en afgekkeld biogas)	eMJV	Gegevens eMJV omgerekend naar Co2-eq	
	-7.522	Biogas nuttig gebruikt	Klimaatmonitor		
Energieverbruik	24872		Klimaatmonitor		
Grondstoffenverbruik	7618	Metaalzouten en polymeren	Klimaatmonitor		
CO2 ingebed in materiaal	1562	RWZI (inclusief vergister)	Berekend obv kengetal H2O artikel	Berekend obv kengetallen uit het H2O artikel	
	1103	Persleidingen	GIS bestand en dubocalc	Obv gegevens uit GIS bestand hoeveelheid materiaal berekend en vervolgens CO2 uitstoot bepaald met Dubo- calc kengetallen	Van andere assets zoals stuwen, gemalen etc ontbreekt voldoende ge- gevens om hoeveelheden te kunnen berekenen

