



2021-121 Bijlage 3

QuickScan afvalwatersystemen voor City West

In opdracht van gemeente Nieuwegein
Dhr. Marco van Hedel
(m.vanhedel@nieuwegein.nl)



Titel: QuickScan afvalwatersystemen voor City West

Status: Definitief

Datum: 9 december 2020

Opdrachtgever: Gemeente Nieuwegein
Marco van Hedel (m.vanhedel@nieuwegein.nl)

Auteur(s): Tiemen Nanninga, Sanna Melita, Iemke Bisschops

LeAF projectnummer: 20-378

Aantal pagina's: 73

LeAF B.V.
Postbus 500
6700 AM Wageningen
0317 484208
info@leaf-wageningen.nl
<http://www.leaf-wageningen.nl>

Samenvatting

Inleiding

Gemeente Nieuwegein is bezig met het herontwikkelen van het stadsdeel City West. Hiervoor is de ambitie uitgesproken de duurzaamste binnenstad van Nederland te realiseren. De ambities zijn uitgewerkt in het Koersdocument en Ontwikkelplan.

Een van de ambities van de gemeente is om in City West een groen-blauw systeem te realiseren waar grondstoffen gewonnen uit het afvalwater bijdragen aan een groene, comfortabele, energie neutrale en klimaatbestendige leefomgeving. Om onderbouwde beslissingen te nemen is er behoefte aan meer informatie over de randvoorwaarden voor, en consequenties van verschillende afvalwatersystemen.

Het doel van deze QuickScan is om informatie te genereren op basis waarvan de gemeente een weloverwogen besluit kan nemen of het zinvol is om circulaire afvalwaterconcepten voor City West verder uit te werken, om inzichtelijk te maken wat nodig is voor die uitwerking, en om synergiën met de thema's energie en klimaatadaptatie te onderzoeken.

Er zijn vier afvalwaterscenario's uitgewerkt op schets- en voorontwerpniveau. Op basis hiervan zijn kosteninschattingen gemaakt, en is berekend hoeveel water, nutriënten en energie teruggewonnen kan worden uit de verschillende afvalwaterstromen. De scenario's zijn gebaseerd op kenmerken die in het proces door de gemeente zijn genoemd (circulair, duurzaam, lokaal en innovatief), en op verschillende ambitieniveaus uitgewerkt (Goed, Beter en Best). Ook zijn de nu geldende wettelijke kaders en planologische ontwikkelingen voor City West medebepalend geweest voor de systeemontwerpen.

Afvalwaterscenario's

De uitgewerkte afvalwaterscenario's zijn Conventioneel, Phytoparking, Hydraloop, en Lokaal Circulair. Deze zijn uitgewerkt voor Blok B1, en West, bouwblokken C1 tot en met C5. Dit zijn 1.250 appartementen, overeenkomend met 2.250 inwoners.

Conventioneel

In het Conventionele afvalwaterscenario (Hoofdstuk 4) wordt al het huishoudelijk afvalwater in pandig gemengd ingezameld en uitpandig onder vrijerval afgevoerd via het gemeentelijke vrijvervalrioolstelsel (DWA). Het hemelwater wordt apart ingezameld en getransporteerd naar een infiltratievoorziening. Het afvalwater wordt op RWZI Nieuwegein gezuiverd, waarna het op de Lek wordt geloosd. Dit is een doelmatige invulling van de gemeentelijke zorgplicht voor het inzamelen van afvalwater en de borging van de volksgezondheid. Maar er worden geen grondstoffen lokaal teruggewonnen of hergebruikt. Op grotere schaal wordt het gezuiverde water wel weer de waterkringloop ingebracht, maar komt het niet ten goede aan Nieuwegein. Dit scenario heeft het laagste ambitieniveau (Goed).

Phytoparking

In het afvalwaterscenario Phytoparking (Hoofdstuk 5) wordt het huishoudelijk afvalwater gescheiden ingezameld. Beide afvalwaters (douche-, was- en keukenafvalwater [grijswater] en toiletafvalwater [zwartwater]) worden in aparte leidingen onder vrijverval getransporteerd. Het grijswater wordt lokaal behandeld met een Phytoparking, en het zwartwater op RWZI Nieuwegein. Hemelwater wordt apart ingezameld en getransporteerd. Een deel van de warmte wordt met een douche-WTW uit het douchewater herwonnen. Het gezuiverde grijswater draagt lokaal bij aan de groen-blauwe infrastructuur die onderdeel is van de klimaat-adaptieve maatregelen. Grondstoffen in het zwartwater worden niet lokaal herwonnen. Dit scenario heeft het middelste ambitieniveau (Beter).

Hydraloop

In het afvalwaterscenario Hydraloop (Hoofdstuk 6) wordt het huishoudelijk afvalwater gescheiden ingezameld in drie stromen: douchewater, overig grijswater en zwartwater. Het douchewater wordt, na een zuiveringsstap met een Hydraloop Cascade, gebruikt voor toiletspoeling. Het overige grijswater wordt onder vrij verval ingezameld en getransporteerd naar een Phytoparking. Een deel van de warmte wordt met een douche-WTW uit het douchewater herwonnen. Het grijswater wordt het lokaal gezuiverd, waarna het bijdraagt aan de groen-blauwe infrastructuur die onderdeel is van de klimaat-adaptieve maatregelen. Het zwartwater wordt via een apart vrij verval rioolstelsel naar RWZI Nieuwegein getransporteerd voor verwerking, hier worden geen grondstoffen lokaal uit herwonnen. Hemelwater wordt apart ingezameld en getransporteerd. Dit scenario heeft het middelste ambitieniveau (Beter).

Lokaal Circulair

In het afvalwaterscenario Lokaal Circulair (Hoofdstuk 7) worden zwart en grijswater gescheiden ingezameld en getransporteerd. Ook wordt het GFe-afval (groente, fruit en etensresten) met het zwartwater ingezameld. Het grijswaterrioolstelsel is vrij verval en het zwartwater en GFe-afval worden met een gezamenlijk vacuümriool getransporteerd. Een deel van de warmte wordt met een douche-WTW uit het douchewater herwonnen. Alle reststromen worden lokaal behandeld, met het doel om grondstoffen (water, biogas en nutriënten) zo efficiënt mogelijk terug te winnen. De zuivering heeft als laatste stap een nanofiltratie, hierdoor wordt het merendeel van de microverontreinigingen, pathogenen en virussen verwijderd. Het gezuiverde afvalwater wordt lokaal ingezet voor de klimaat-adaptieve maatregelen. Organische stof en nutriënten uit het afvalwater en GFe-afval worden lokaal herwonnen in de vorm van biogas en struviet (een meststof). Het biogas kan worden ingezet voor het verwarmen van het zwartwater (nodig voor de zuivering), en/of productie van elektriciteit. Dit scenario heeft het hoogste ambitieniveau (Best).

Circulariteit

Water

De afvalwatervolumes verschillen per afvalwaterscenario (Tabel 0-1). In afvalwaterscenario Hydraloop wordt het meeste leidingwater bespaard (76m³/dag). Het meeste water wordt lokaal beschikbaar gesteld voor klimaat-adaptieve maatregelen in het afvalwaterscenario Lokaal Circulair (202m³/dag).

Tabel 0-1. Afvalwatervolumes en vermindering ten opzichte van het Conventionele scenario, per afvalwaterscenario voor City West. Dikgedrukt is aangegeven welke stromen lokaal beschikbaar zijn gemaakt.

		Conventioneel	Phytoparking		Hydraloop		Lokaal Circulair	
			zwart	grijs	zwart	grijs	zwart	grijs
Afvalwater-productie	m ³ /d	262	81	181	81	105	21	181
Totaal	m ³ /d	262	262		186		202	
Verminderde afvalwaterproductie t.o.v. Conventioneel	%	-	0%		29%		23%	

Nutriënten

Alleen in het Afvalwaterscenario Lokaal Circulair worden nutriënten teruggewonnen. Er wordt circa 12kg/d struviet (omgerekend naar pure kristallen) geproduceerd. Dit komt overeen met 57% van de fosfaat uit het zwartwater en GFe-afval en 52% van de fosfaat in de gehele afvalwaterstroom (inclusief grijswater). Ruim 3% van de stikstof uit het zwartwater en GFe-afval wordt teruggewonnen, wat ook ongeveer 3% van de stikstof in de gehele afvalwaterstroom is.

Energie

In afvalwaterscenario's Phytoparking, Hydraloop en Lokaal Circulair wordt warmte op appartementsniveau teruggewonnen met een douche-WTW. Hiermee wordt de warmtevraag van City West verlaagd, en besparen huishoudens circa €100-150 per jaar. Daarnaast heeft het afvalwater dat de appartementen verlaat een bepaalde restwarmte die gebruikt zou kunnen worden voor een lokaal energiesysteem. De totale theoretische warmtepotentie van het afvalwater is afhankelijk van het volume en de temperatuur en verschilt per scenario (zie Tabel 0-2). In de berekeningen is rekening gehouden met dat de douche-WTW al een deel van de warmte uit het douchewater heeft teruggewonnen. Het afvalwater koelt af in het riool, dit is afhankelijk van de afstand en de omgevingstemperatuur. Bij het berekenen van de energie potentie wordt uitgegaan van een gemiddelde afkoeling naar 21°C voordat het de warmtewisselaar ingaat.

Tabel 0-2. Volumes en energiepotentie van het afvalwater met een aangenomen temperatuur van 21°C, in de verschillende afvalwaterscenario's voor City West.

		Conventioneel	Phytoparking	Hydraloop	Lokaal Circulair
		Huishoudelijk afvalwater	Ruw grijswater*	Ruw grijswater*	Gezuiverd water
Warmte potentie bij 21°C (tot 12°C)	GJ/d	9,9	6,8	4,0	6,8**
Aandeel van benodigde warmte	%	45	31	18	31

* Er is alleen met ruw grijswater gerekend omdat het zwart- en grijswater apart worden ingezameld en getransporteerd, en de thermische energiepotentie van het zwartwater beperkt is (circa 10% van warmtevraag, 2GJ/d).

** Temperatuur van dit water is circa 20°C.

In Tabel 0-2 komt naar voren dat de energiepotentie van alle scenario's niet voldoende is om aan de warmtevraag van City West te voldoen (22GJ/d), maar dat dit bijvoorbeeld in afvalwaterscenario's Phytoparking en Lokaal Circulair wel een substantieel aandeel is. In het afvalwaterscenario Lokaal Circulair is het wel mogelijk om deze warmte, en de herwonnen energie uit het biogas (60m³/dag) te

gebruiken om het zwartwater mee op te warmen (nodig voor de zuivering) en elektriciteit te produceren.

Ruimtebeslag

In de afvalwaterscenario's worden verschillende technieken toegepast die elk een ruimtebeslag en kosten met zich meebrengen (Tabel 0-3). Van de zuiveringstechnologieën is het ruimtebeslag van de Phytoparking veruit het hoogst. Dit kan echter ook ingezet worden als parkeerplaats. De ruimte die nodig is voor de zuiveringstechnologieën voor afvalwaterscenario Lokaal Circulair kunnen in de kelder van een gebouw, of in een apart nutsgebouw, gesitueerd worden.

Tabel 0-3. Ingeschatte benodigde oppervlaktes voor de zuiveringstechnologieën, per afvalwaterscenario, voor City West.

		Conventioneel	Phytoparking	Hydraloop	Lokaal Circulair
Ingeschat benodigd oppervlak	m ²	0	1.300	1.200	150

Kostenvergelijking

De berekende totale kosten voor elk scenario zijn inclusief 41.7% toeslagen en 20% onvoorzien. De jaarlijkse kosten zijn voor afschrijving en exploitatie, inclusief de kosten voor het zuiveren van het afvalwater op de RWZI. Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de gebruikte uitgangspunten, kentallen en aannames. De kosten voor elk scenario zijn samengevat in Tabel 0-4.

Tabel 0-4. Samenvattende tabel van de kostenraming afvalwaterscenario's City West.

	Investering (€)				Jaarlijkse kosten (€/j)			
	Conventioneel	Phytoparking	Hydraloop	Lokaal Circulair	Conventioneel	Phytoparking	Hydraloop	Lokaal Circulair
Totaal sanitair en riolering in pandig	1.430.000	3.460.000	5.230.000	7.610.000	0	0	4.000	6.000
Baten in pandig						-188.000	-235.000	-225.000
Totaal riolering uit pandig	1.340.000	1.490.000	1.490.000	1.650.000	30.000	34.000	34.000	59.000
Baten GF-afval verwerking								-15.000
Totaal zuivering	0	350.000	350.000	1.430.000	34.000	60.000	60.000	131.000
Baten struviet								-500
Totaal inclusief toeslagen	2.770.000	5.300.000	7.070.000	10.690.000	64.000	94.000	98.000	196.000
Totaal inclusief baten						-94.000	-137.000	-6.000

De kosten voor het Conventionele scenario bevatten de aanleg van sanitair, in pandig riool en het gemeentelijke DWA- en HWA-stelsel. RWZI Nieuwegein kan momenteel het afvalwater van City West zuiveren zonder extra investeringen. Voor het zuiveren van het afvalwater is dus alleen een toename in de exploitatiekosten voorzien.

In afvalwaterscenario Phytoparking is ten opzichte van het Conventionele een extra in pandig rioolstelsel en een extra gemeentelijk DWA-stelsel nodig. Het zwartwater en grijswater worden immers gescheiden getransporteerd. Daarnaast zijn er kosten voor de douche-WTW en de Phytoparking. De douche-WTW levert ook baten op. Als alle kosten en baten worden verrekend, is het jaarlijkse totaal een baat van €94.000.

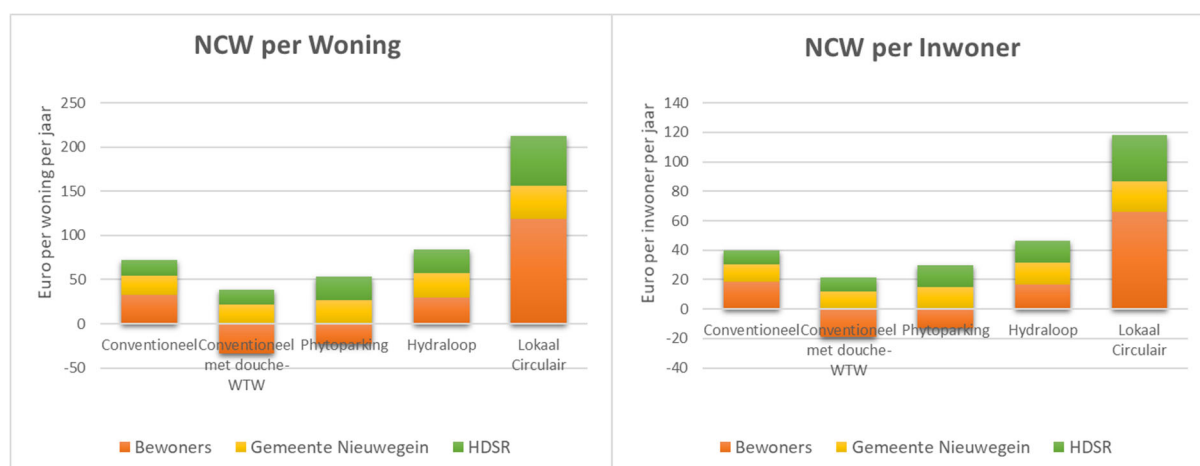
In afvalwaterscenario Hydraloop zijn twee extra inpandige rioolstelsels en één extra gemeentelijk DWA-stelsel nodig ten opzichte van het Conventionele scenario. Daarnaast zijn er kosten voor de douche-WTW, Hydraloop Cascade en Phytoparking. De douche-WTW en Hydraloop leveren baten op. Als alle kosten en baten worden verrekend, is het jaarlijkse totaal een baat van €137.000.

De kosten van het afvalwaterscenario Lokaal Circulair zijn voor de aanleg van vacuümtoiletten en voedselrestenvermalers, twee inpandige rioolstelsels (één vacuüm en één vrijval), één gemeentelijk DWA-stelsel, een uitpandig vacuümstelsel, een HWA-stelsel, en de zuiveringstechnische installaties. De douche-WTW, de waterbesparing door het gebruik van vacuümtoiletten en het in dezelfde installatie inzamelen en verwerken van GFe-afval levert baten op. Als alle kosten en baten worden verrekend, is het jaarlijks totaal een baat van €6.000.

Uit Tabel 0-4 komt naar voren dat de kosten met name inpandig zijn, en dus voor de bewoners. Een groot deel van de baten komt voornamelijk door de besparingen op warmte en water, en komen dus ook toe aan de bewoners. Hoe hoger het ambitieniveau hoe hoger de investeringskosten. Dit is verklaarbaar doordat de circulair betere scenario's technologisch complexer zijn, met meer infrastructuur, en daardoor ook duurder. De vergelijking met een conventioneel scenario is echter scheef. Op de bestaande RWZI is namelijk al geïnvesteerd de zuivering, en hier is geen uitbreiding nodig. De vergelijking in een *greenfield* situatie, waarbij het waterschap de RWZI zou moeten uitbreiden of er een zou moeten aanleggen, zou gunstiger uitpakken voor de niet-conventionele scenario's.

Kosten en heffingen

Om de totale kosten voor investeringen, herinvesteringen, en de jaarlijkse kosten voor een langere periode te vergelijken, zijn de netto contante waarden (NCW) per afvalwaterscenario berekend. Dit is per afvalwaterscenario, per stakeholder, gedaan, om de kostenverdeling inzichtelijk te maken. Grofweg zijn er in de afvalwaterscenario's drie stakeholders te onderscheiden: toekomstige eigenaren (bewoners [en woningcorporatie]), gemeente, en het waterschap. Figuur 0-1 toont de NCW's per jaar per woning, en per jaar per inwoner.



Figuur 0-1 NCW per jaar, per woning (links) en per inwoner (rechts), uitgesplitst naar stakeholder.

Hieruit is op te merken dat de bewoners baat hebben bij de toepassing van de douche-WTW's. Om het effect hiervan te zien, is er een vierde scenario aan Figuur 0-1 toegevoegd, waar de douche-WTW's ook in het conventionele scenario zijn ingepast. De NCW voor de afvalwaterscenario's Conventioneel, Phytoparking, Hydraloop en Lokaal Circulair zijn respectievelijk €40, €17, €46 en €118 per inwoner per jaar (inclusief baten). Als er een douche-WTW in het conventionele scenario wordt toegepast daalt de totale NCW tot €5 per woning per jaar en €3 per inwoner per jaar.

De NCW's kunnen met de jaarlijkse opbrengsten van de riool-, zuiverings- en afvalstoffenheffingen worden vergeleken (€593 per woning, €329/inwoner). De heffingen worden niet alleen gebruikt voor afschrijving en exploitatie maar ook voor andere taken van de gemeente en het waterschap. Om deze reden is een vergelijking gemaakt met het gedeelte van de heffingen dat hiervoor is gereserveerd (€46/woning/jaar, €26/inwoner/jaar). Een kritische kanttekening is dat de afschrijvingskosten niet in het exploitatie-deel van de heffingen zijn opgenomen, maar dat deze wel in de NCW zijn verwerkt.

De opbrengst van de totale heffingen kan de NCW ruimschoots dekken (€329 per jaar), ook als gekeken wordt naar alleen de inkomsten van de riool- en zuiveringsheffing (€154 per jaar). Echter, als wordt vergeleken met enkel het exploitatie-deel van de heffingen, valt de NCW voor afvalwaterscenario's Conventioneel en Phytoparking binnen de heffing, maar de NCW van afvalwaterscenario's Hydraloop en Lokaal Circulair er ruim 65% en ruim 400% boven.

Concluderend

Uit de QuickScan is gebleken dat het goed mogelijk is om lokaal, voor verschillende ambitieniveaus, een afvalwatersysteem te ontwikkelen waarmee wordt bijgedragen aan het verwezenlijken van de ambities van de gemeente. Afvalwater kan dusdanig gezuiverd worden dat het lokaal geloosd mag worden, en energie en nutriënten kunnen worden teruggewonnen.

Met name de bijdragen aan de groen-blauwe infrastructuur die onderdeel zijn van de klimaat-adaptieve maatregelen is interessant gebleken. De synergie met het Energie-thema lijkt vooralsnog minder interessant, voornamelijk omdat er voor de WKO één warmtebron gezocht wordt. De thermische energie in het afvalwater is niet voldoende om volledig aan de warmtevraag te voldoen. Wel is inzet van een douche-WTW (economisch) een zeer interessante optie voor de bewoners. De terugverdientijden van de douche-WTW zijn 6 tot 9 jaar. Voor de Hydraloop is dit 19 tot 60 jaar, afhankelijk van hoeveel extra inpandig riolering en leidingwerk voor de Hydraloop nodig zal zijn.

Het proces en de bevindingen geven aanleiding om vervolgstappen te overwegen. De resultaten van de QuickScan hebben echter een onzekerheidsmarge van 40%, omdat nu is uitgegaan van algemene kentallen en aannames. In een vervolgetraject kan een detailontwerp van de rioolstelsels en zuiveringstechnologieën gemaakt worden, waarbij ook het ontwerp van de wijk, locatie van gebouwen, de gefaseerde en eventueel modulaire, aanleg en integratie met groen-blauwe infrastructuur wordt meegenomen.

De aanbevelingen voor het vervolg zijn:

- *Versterken van samenwerking: vinden van gedeelde doelen en ambities*

Een dergelijk project als deze QuickScan is een uitgelezen kans om de samenwerking in de waterketen in de praktijk toe te passen. Juist praktijkervaringen kunnen die samenwerking verstevigen en

verbeteren. Dit zal op bestuurlijk niveau moeten worden ondersteund bij gemeente, waterschap én projectontwikkelaars. Het opzetten van dergelijke projecten is niet eenvoudig, en de kosten en baten zijn niet conform de traditionele verdeling. Ervaring leert dat dergelijke innovatieve trajecten vaak stuklopen op (gebrek aan) samenwerking en het collectief toewerken naar een doel.

- *Uitwerken van het energiesysteem van het afvalwaterscenario Lokaal Circulair*

Uit deze QuickScan is gebleken dat er in het Lokaal Circulair afvalwaterscenario een warmtekort is voor de lokale zuivering, maar ook dat het gezuiverde water nog thermische energie bevat. Door deze energie in te zetten om het inkomende zwartwater te verwarmen, en het biogas om te zetten naar elektriciteit, kan voldoende energie worden opwekt om het afvalwater in te zamelen, te transporteren en te verwerken. Op basis van de biogas- en elektriciteitsproductie, evenals thermische energie in het effluent, lijkt dit een interessant concept om verder uit te werken.

- *Integreren van water, energie en klimaatadaptatie in het ruimtelijke plan*

Gedurende de uitvoer van de QuickScan werd duidelijk dat de verschillende ontwerpen voor City West (riolering, ruimtelijke ordening), steeds meer vorm krijgen. Er ontstaat een risico dat de wijk ontworpen zal worden voordat de visie en ambities verder zijn uitgewerkt. In dat geval zullen de ambities worden ingehaald door de praktijk. Aanbevolen wordt om gedurende de uitwerkingen ook de ambities en verschillende doelstellingen scherp te blijven houden, en daarbij de integratie van verschillende thema's actief te blijven zoeken. Als dit niet wordt gedaan, is er een reële kans dat de ambities voor de binnenstad uiteindelijk niet waargemaakt kunnen worden.

- *Maken van meer gedetailleerd ontwerp*

Mogelijk dat gedurende het proces zal blijken dat de uitgewerkte afvalwaterscenario's niet toepasbaar zijn in bepaalde deelgebieden, of dat de resultaten van de huidige QuickScan input bieden voor een beslissing over het al dan niet doorgaan met een bepaald afvalwaterscenario. Als hier meer kennis over is, wordt aanbevolen om een haalbaar afvalwaterscenario verder uit te werken. Een gedetailleerder ontwerp zal meer inzicht geven in kosten, ruimtebeslag en inpassing in de wijk, kansen voor eventueel gefaseerd bouwen, integratie met groen-blauwe infrastructuur, en implicaties voor beheer en onderhoud.

Inhoudsopgave

Samenvatting	i
1. Inleiding	1
1.1 Achtergrond	1
1.2 QuickScan	1
1.3 Doel	1
1.4 Leeswijzer	2
2. Aanpak	3
2.1 Huishoudelijk afvalwater	3
2.2 Nieuwe Sanitatie	3
2.3 Nieuwe Sanitatie in City West	4
2.4 Systeemontwerp	5
2.5 Informatiebronnen	5
2.6 Schaal	5
2.7 Nauwkeurigheid	5
3. Kentallen en uitgangspunten	7
4. Afvalwaterscenario 1: Conventioneel	13
4.1 Algemeen	13
4.2 Technologische uitwerking	13
4.3 Circulariteit	15
4.4 Kosten en baten	16
5. Afvalwaterscenario 2: Phytoparking	18
5.1 Algemeen	18
5.2 Technologische uitwerking	18
5.3 Circulariteit	21
5.4 Kosten en baten	23
6. Afvalwaterscenario 3: Hydraloop	25
6.1 Algemeen	25
6.2 Technologische uitwerking	26
6.3 Circulariteit	28
6.4 Kosten en baten	29
7. Afvalwaterscenario Lokaal Circulair	32
7.1 Algemeen	32
7.2 Technologische uitwerking	33
7.3 Circulariteit	38
7.4 Kosten en baten	40
8. Vergelijking van afvalwaterscenario's	42
8.1 Ruimtebeslag	42
8.2 Water	43
8.3 Nutriënten	44
8.4 Warmteterugwinning uit afvalwater	44
8.5 Kosten en baten	46
8.6 Netto Contante Waarde	49
8.7 Heffingen	54
8.8 Beheersbaarheid	55
9. Innovatiekansen	57
9.1 Innovatie en toekomstbestendigheid	57
9.2 Gefaseerde uitvoering bouw	58
9.3 Klimaatadaptatie: Groen-blaauwe infrastructuur	58
9.4 Energie	59

10. Conclusies en aanbevelingen.....	60
10.1 Conclusies	60
10.2 Aanbevelingen voor vervolg	62

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

Gemeente Nieuwegein is bezig met het herontwikkelen van het stadsdeel City West. Hiervoor is de ambitie uitgesproken de duurzaamste binnenstad van Nederland te realiseren. De ambities zijn uitgewerkt in het Koersdocument en Gebiedsopgave.

Het is een uitdaging om alle maatregelen die voortkomen uit deze hoge ambities toe te passen. Naar verwachting zullen bepaalde maatregelen niet inpasbaar zijn in City West. Ruimtelijke, economische en pragmatische aspecten zullen tegen elkaar moeten worden afgewogen. Tegelijkertijd kunnen maatregelen voorgesteld vanuit de diverse thema's (water, energie, mobiliteit, klimaatadaptatie) elkaar versterken. Hierbij is de gedachte dat een individueel thema niet per definitie tot het hoogste ambitieniveau hoeft worden uitgewerkt, om voor het geïntegreerde geheel een hoog ambitieniveau te verwezenlijken. De som van het geheel is groter dan de waarden, en som, van de individuele maatregelen.

Een van de ambities van de gemeente is om in City West een groen-blauw systeem te realiseren waar grondstoffen gewonnen uit het afvalwater bijdragen aan een groene, comfortabele, zo energiezuinig mogelijk en klimaatbestendige leefomgeving. Om onderbouwde beslissingen te maken is er behoefte aan meer informatie over de randvoorwaarden voor, en consequenties van verschillende afvalwatersystemen.

1.2 QuickScan

Om de randvoorwaarden en consequenties van verschillende afvalwatersystemen, hierna te noemen *afvalwaterscenario's*, in City West inzichtelijk te maken, is LeAF gevraagd om een QuickScan uit te voeren. Hiermee krijgen gemeente, projectontwikkelaars (met architecten), waterschap en andere belanghebbenden een goed beeld van de kansen voor, en consequenties van, het toepassen van afvalwatersystemen die bijdragen aan geïntegreerde groen-blauwe maatregelen en een circulair watersysteem in City West.

1.3 Doel

Het doel van de QuickScan is om:

- 1) Inzichtelijk te maken wat de randvoorwaarden, kosten en consequenties zijn van drie lokale en circulaire afvalwatersystemen in City West, in vergelijking met een conventioneel afvalwatersysteem.
- 2) Inzichtelijk maken welke aspecten van de lokale en circulaire afvalwatersystemen verdere uitwerking vergen.
- 3) Inzichtelijk maken waar kansen voor synergiën met de andere thema's liggen.

1.4 Leeswijzer

De resultaten worden in het onderhavige rapport gepresenteerd. Eerst worden de aanpak (Hoofdstuk 2), uitgangspunten en gebruikte kentallen toegelicht (Hoofdstuk 3). Hierna volgt het systeemontwerp, met technologische beschrijving en kosteninschatting van de vier verschillende afvalwaterscenario's (Hoofdstuk 4, 5, 6, en 7). Daarna worden de bevindingen samengevat en vergeleken (Hoofdstuk 8). Op basis hiervan worden een aantal innovatiekansen besproken (Hoofdstuk 9). De QuickScan sluit af met conclusies en aanbevelingen voor vervolg (Hoofdstuk 10).

2. Aanpak

De QuickScan richt zich op de inzameling, het transport, en de verwerking van huishoudelijk afvalwater afkomstig uit de nieuw te bouwen wijk City West. De mate waarin grondstoffen lokaal worden teruggewonnen en hergebruikt is afhankelijk van elk afvalwaterscenario. Dit hangt ook af van de reststromen die lokaal verwerkt worden. Behalve het huishoudelijk afvalwater wordt ook het groeten, fruit en etensrestenafval (GFe-afval) in 1 afvalwaterscenario meegenomen. Ook het terugwinnen van warmte uit douchewater is onderdeel van de scenario's. Hemel, grond- en oppervlaktewater valt buiten het bereik van de studie.

2.1 Huishoudelijk afvalwater

Huishoudelijk afvalwater bevat veel verschillende stoffen zoals nutriënten (bijvoorbeeld stikstof, fosfaat, kalium, en andere in mindere hoeveelheden), organische stof, cellulose (toiletpapier), warmte en water. Daarnaast bevat het microverontreinigingen zoals hormonen, medicijnresten, pathogenen, en chemicaliën. Als deze stoffen in het milieu komen kunnen ze een gevaar vormen voor de volksgezondheid en omgevingskwaliteit. Hierbij moet gedacht worden aan eutrofiëring, zuurstofloos en verontreinigd oppervlaktewater, vervuiling van grondwater en blootstelling aan ziektekiemen. Echter, veel van de stoffen die ten grondslag liggen aan deze problemen kunnen ook teruggewonnen worden als nuttige grondstoffen. Nutriënten kunnen als meststof dienen voor de landbouw, organische stof kan worden omgezet naar biogas of compost, cellulose is een building block voor circulaire producten, warmte kan met een warmtewisselaar teruggewonnen worden en gezuiverd water kan ingezet worden voor bijvoorbeeld irrigatie of klimaatadaptatieve maatregelen.

Om deze terugwinning te bewerkstelligen is een nieuwe omgang met het afvalwater nodig. De conventionele zuiveringsmethode is er van oudsher op gericht om de stoffen uit het water te verwijderen zodat zij niet tot vervuiling of overlast leiden. Hierbij gaan de grondstoffen voor het grootste deel verloren. Momenteel zijn verschillende initiatieven gaande om een circulaire afvalwaterketen te bewerkstelligen. Dit gebeurt bij RWZI's als Energie en Grondstoffenfabrieken. Onder de noemer Nieuwe Sanitatie wordt de waarde van de grondstoffen erkend, en wordt uitgegaan van efficiënte terugwinning (meestal uit gescheiden stromen), vaak op een kleinere schaal dan conventioneel.

2.2 Nieuwe Sanitatie

Nieuwe Sanitatie is duurzame en doelmatige sanitatie. Duurzaamheid (People, Planet, Prosperity) is het doel, de techniek is een middel, vereist maatwerk en kent daarom veel varianten al naar gelang de context. Dit is dus niet één soort techniek of vastgestelde combinatie van technologieën, en is niet gekoppeld aan een bepaalde schaal. De kern is dat er op een veilige (mens en milieu), doelmatige en circulaire manier wordt omgegaan met het afvalwater. Door (duurzaamheids)doelstellingen vanaf het begin helder te maken worden

systeemkeuzes inzichtelijk en goed onderbouwd. Dit is een essentiële stap in Nieuwe Sanitatie projecten, die vanwege het innovatieve en geïntegreerde karakter vaak buiten gebaande paden treden.

Als we Nieuwe Sanitatie in één zin willen omschrijven, dan komen we op het volgende: *Nieuwe Sanitatie is gericht is op optimale kringloopsluiting, waarbij wordt gestreefd naar maximale conservering en hergebruik van grondstoffen op een veilige en doelmatige wijze en op een voor gemeenschappen optimale schaal.*¹

De ontwikkeling van Nieuwe Sanitatie komt voort uit het groeiende besef dat de conventionele afvalwaterketen weliswaar buitengewoon effectief is voor het oorspronkelijke doel (veiligheid voor mens en milieu), maar veel minder geschikt voor het sluiten van kringlopen. Ook groeit het besef dat circulariteit voor schaarser wordende grondstoffen op termijn een noodzaak is. Wordt circulariteit een nieuw uitgangspunt voor het afvalwatersysteem, dan wordt het daaruit voortvloeiende ontwerp volstrekt anders; niet alleen voor de behandeling, maar ook voor het transport en de inzameling van afvalwater. Het is feitelijk een systeemverandering.

Vaak wordt bron-gescheiden sanitatie (aparte inzameling en transport van toiletwater [zwartwater] en het overige huishoudelijke afvalwater [grijswater]) als synoniem voor Nieuwe Sanitatie gebruikt. Hoewel de twee niet vanzelfsprekend hetzelfde zijn, bevatten Nieuwe Sanitatie projecten vaak wel gescheiden afvalwaterstromen. De reden hiervoor is dat de afvalwaterstromen verschillen in samenstelling, en andere grondstoffen bevatten. Deze zijn veel doelmatiger terug te winnen en te zuiveren als ze niet gemengd zijn zoals in gemengd stedelijk rioolwater.

2.3 Nieuwe Sanitatie in City West

Gemeente Nieuwegein heeft hoge ambities op het gebied van duurzaamheid voor de nieuw te bouwen wijk City West. Deze ambities zijn voor verschillende thema's uitgewerkt (water, energie, mobiliteit, klimaatadaptatie), voor verschillende ambitieniveaus Goed, Beter en Best². Een innovatieve omgang met afvalwater middels Nieuwe Sanitatie past bij deze duurzame gebiedsontwikkeling. Geen 'flush and forget' zoals gangbaar, maar afvalwater zien als bron van energie en grondstoffen, en daarbij zo weinig mogelijk water verspillen. En waar mogelijk een groen-blauw systeem realiseren waar gezuiverd afvalwater dienstbaar kan zijn aan andere functies in het gebied, om zo bij te dragen aan een groene, comfortabele en klimaatbestendige leefomgeving.

Ook is er het besef dat maatregelen voorgesteld vanuit de diverse thema's elkaar kunnen versterken en dat een individueel thema niet per definitie tot het

¹ Zie ook de [website](#) van LeAF voor meer informatie over Nieuwe Sanitatie.

² *Naar een integrale duurzaamheidsvisie voor City Nieuwegein West. Tussen Wens en Wet (V2, concept).* Stratego Advies. 1 Juli 2010.

hoogste ambitieniveau hoeft te worden uitgewerkt, om voor het geïntegreerde geheel een hoog ambitieniveau te verwezenlijken.

2.4 Systeemontwerp

De afvalwaterscenario's in deze QuickScan is gebaseerd op de Gebiedsopgave en overleggen daarvoor, en zijn tijdens een vooroverleg definitief gemaakt. De ontwerpen zijn gebaseerd op kenmerken die in het proces zijn genoemd (circulair, duurzaam, lokaal en innovatief), en op verschillende ambitieniveaus uitgewerkt (Goed, Beter en Best³). Ook zijn de nu geldende wettelijke kaders en planologische ontwikkelingen voor City West medebepalend geweest voor de systeemontwerpen. De geselecteerde technologieën zijn al in de praktijk getest, toegepast en, afhankelijk van de technologie, geëvalueerd. Voor elke technologie is er minimaal één marktpartij die deze kan leveren en onderhouden.

2.5 Informatiebronnen

Voor deze QuickScan zijn die praktijkervaringen, evaluatieresultaten, kentallen, expertise aanwezig bij LeAF en resultaten van andere haalbaarheidsstudies gebruikt. Ontbrekende gegevens zijn bij marktpartijen opgevraagd.

2.6 Schaal

Nieuwe Sanitatie zoals voorzien op de schaal van gebiedsontwikkeling in City West (Blok B1, en bouwblokken C1 tot en met C5; 1.250 huishoudens; 2.250 inwoners) wordt momenteel op iets kleinere schaal op meerdere locaties uitgewerkt. De grootste schaal waarop Nieuwe Sanitatie op een lange termijn is toegepast is circa 250 woningen (Sneek Noorderhoek). Wijken tot enkele honderden huishoudens (Amsterdam [600 huishoudens], Helsingborg [Zweden, 400] en Gent [België, 400]) zijn momenteel in verschillende stadia van aanleg en ingebruikname. IJburg Strandeiland in Amsterdam is momenteel de grootste casus die in een haalbaarheidsstudie wordt uitgewerkt (8000 woningen).

Er zijn dus verschillende ervaringen met Nieuwe Sanitatie projecten op ongeveer een schaalgrootte van City West. Echter, een deel van de technologieën die in die projecten worden toegepast is anders dan wat er in deze QuickScan is meegenomen. De integrale aanpak van verschillende thema's in City West, zoals de koppeling met Energie en Klimaatadaptatie, zal waarschijnlijk leiden tot nieuwe aspecten die het uiteindelijke concept voor City West uniek maken.

2.7 Nauwkeurigheid

Om de QuickScan uit te voeren zijn de afvalwaterscenario's uitgewerkt tot het niveau van algemene kenmerken als leiding- en rioollengtes, verblijftijden,

³ Naar een integrale duurzaamheidsvisie voor City Nieuwegein West. Tussen Wens en Wet (V2, concept). Stratego Advies. 1 Juli 2010.

volumes en zuiveringsrendementen (voorontwerp). De insteek van de QuickScan is om een snelle exercitie uit te voeren op basis waarvan consequenties en kansen duidelijk worden en vervolgstappen geformuleerd kunnen worden. De interessantste afvalwaterscenario's zullen in een latere fase dus verder uitgewerkt moeten worden om tot een detailontwerp te komen. Hiervoor zal ook meer gedetailleerdere informatie nodig zijn, bijvoorbeeld over daadwerkelijk aan te sluiten appartementen, ontwerpen van gebouwen, en beschikbare ruimte.

Een aspect dat niet in de kostenberekeningen is meegenomen, is marktwerking. Nieuwe Sanitatie krijgt steeds meer aandacht en er zijn meerdere projecten in verschillende stadia van realisatie. Ook worden steeds meer partijen actief op dit gebied. Echter is er nog geen duiding op de positieve effecten van marktwerking, zoals massaproductie of meerdere leveranciers van bepaalde technologieën, die een verlagende invloed hebben op prijzen (zoals al wel het geval is bij conventionele riolerings- en zuiveringswerken). Gezien de ontwikkelingen zal dit in de toekomst wel optreden, maar vanwege de onzekerheid van wanneer, en wat de effecten zullen zijn, is dit niet meegenomen.

Zoals gebruikelijk zijn de kostenberekeningen van de QuickScan gebaseerd op kentallen en algemene informatie die bekend is over City West. Gezien deze onzekerheden, hanteren we een marge van circa +/- 40%. De resultaten geven input voor besluiten over vervolgstappen. Bij het lezen van de QuickScan, en met name de financiële resultaten, is dit een belangrijk aspect om in gedachten te houden.

3. Kentallen en uitgangspunten

Voor de QuickScan is gebruik gemaakt van uitgangspunten en kentallen. Deze zijn o.a. gebaseerd op informatie die van gemeente Nieuwegein en Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden is verkregen, literatuur en onze expertise. Zie de voetnoten voor bronvermeldingen. De uitgangspunten en kentallen zijn in het vooroverleg, met gemeente en waterschap, besproken, aangevuld en definitief gemaakt. In Tabel 3-1 zijn de kentallen en uitgangspunten gepresenteerd.

Tabel 3-1. Kentallen en uitgangspunten gebruikt in QuickScan afvalwatersystemen Nieuwegein City West.

	Kental	Eenheid
Karakteristieken wijk		
Aantal te bouwen woningen B1 ⁴	450	Appartementen
Aantal te bouwen woningen West (C1 t/m C5) ⁴	800	Appartementen
Aantal te bouwen blokken ⁴	5	Blokken
Gemiddelde bewoningsbezetting ⁴	1,8	Bewoners/woning
Aantal bewoners	2.250	Bewoners
Verdeling één-meerpersoonshuishoudens ⁵	1:1,7	
Aantal toiletten per woning ⁴	1	
Toepassing van Douche-WTW	Scenario's 2, 3, 4	
Toepassing voedselrestenvermaler	Scenario 4	
Toepassing Hydraloop	Scenario 2	
Warmtetekort van WKO-installatie in City West ⁶	8.000	GJ/jaar
Bewonersgedrag		
WATERVERBRUIK ⁷	119	liter/persoon/dag
Waarvan toiletspoeling (conventioneel) ⁷	34	liter/persoon/dag
Overige huishoudelijke activiteiten ⁷	85	liter/persoon/dag
Toiletspoeling vacuüm ⁸	7	liter/persoon/dag
WATERVERBRUIK voedselrestenvermaler ⁹	1	liter/persoon/dag
Riolering		
Gemiddelde lengte riolering in pandig ¹⁰	6,5	meter/appartement

⁴ Opgaaf gemeente Nieuwegein.

⁵ CBS (2012). *Huishoudens; samenstelling, grootte, regio, 1 januari*.

⁶ Opgaaf Merosch.

⁷ Vewin, (2017). *Drinkwaterstatistieken 2017*.

⁸ Gemiddeld 6 toiletbezoeken en 1 spoeling voor schoonmaken per dag.

⁹ Gemiddeld waterverbruik van een vacuüm voedselrestenvermaler. Spreiding gevonden in literatuur is circa 0,5- 1,5 liter/persoon/dag.

¹⁰ Ingeschat op basis van de hoogte van een verdieping (2,6m) en vloerdikte (0,4m), de aanname dat de afstand tussen toiletten en deze schacht circa 3m is (in appartement), en er per

	Kental	Eenheid
Gemiddelde lengte additionele riolering inpandig t.b.v. voedselrestenvermaler	2	meter/appartement
Gemiddelde lengte riolering uitpandig, binnen perceelgrens ¹¹	5,2	meter/ gebouw
Gemiddelde lengte rioolstelsel uitpandig, van gemeente ^{4, 12}	0,87	meter/appartement
Beoogd type rioolstelsels conventioneel scenario ⁴	Gescheiden: DWA, HWA	
Aantal eraansluitingen, per stelsel ¹³	4	Per gebouw
Benodigd aantal gemalen ^{4,11}	0	(klein)
Aantal woningen per afsluiter	15	woningen

Lozingseisen gezuiverd afvalwater

Lozing op bodem of oppervlaktewater

Oppervlaktewater in de wijk

	Grenswaarde in etmaalmonster ¹⁴	Grenswaarde als voortschrijdend jaargemiddelde
BZV	20 mg/liter	
CZV	125 mg/liter	
Zwevend stof	30 mg/liter	
Totaal stikstof		15 mg N/liter
Totaal fosfaat		2 mg P/liter

GF-inzameling

Restafvalproductie ⁴	210	kg/persoon/jaar
Aandeel GF in restafval ¹⁵	33	%
Gft-productie ⁴	67	kg/persoon/jaar
GF ingezameld door voedselrestenvermaler ¹⁶	70	%
Gewogen gemiddelde afvalstoffenheffing ¹⁷	235,34	€/huishouden/jaar

appartement gemiddeld 0,5m riolering in het collectieve deel van het gebouw is (excl. leiding in schacht).

¹¹ Op basis van Nutstekening City West IB-Sc-ONT-00078.

¹² Dit is de lengte van één stelsel (DWA óf HWA). Als er meerdere stelsels in een afvalwaterscenario zijn opgenomen, dan hebben deze elk deze lengte.

¹³ Opgaaf gemeente Nieuwegein. 1 eraansluiting per entree van een gebouw, per stelsel. Aannee is vier entrees per gebouw.

¹⁴ Op basis van [Artikel 3.5e](#), vierde lid in het Activiteitenbesluit Milieubeheer Dit zijn grenswaarden voor een lozing >2.000 v.e. en <100.000 v.e.

¹⁵ Percentage keukenafval in restafval in Utrecht: 'Rijkswaterstaat 2020. Samenstelling van het huishoudelijk restafval, sorteeraanlyse 2019'.

¹⁶ Inschatting op basis van eerder project LeAF: 'Voedselrestenvermalers in hoogbouw' (2020).

¹⁷ Berekend op basis van de jaarlijkse afvalstoffenheffingen van éénpersoonshuishoudens (€185,16) en meerpersoonshuishoudens (€264,48), zonder extra en/of extra grote restafval klike, en de verdeling van één- en meerpersoonshuishoudens in Nieuwegein.

	Kental	Eenheid
<i>Aandeel van heffing voor GF-behandeling¹⁸</i>	17	€/huishouden/jaar
Afschrijftermijnen		
Civiele onderdelen riolering	50	jaar
Civiele onderdelen zuivering	30	jaar
Natuurlijke zuiveringssystemen	25	jaar
Electro-mechanische onderdelen	15	jaar
Rente	2	%
Inflatie	1,9	%
Binnenhuis sanitair (toilet, binnenhuisriolering)	geen	
Exploitatiekosten		
Civiele onderdelen riolering, indien niet opgegeven ¹⁹	1,5	%/jaar
Civiele onderdelen zuivering	0,5	%/jaar
Electro-mechanische onderdelen riolering, indien niet opgegeven ¹⁹	3,5	%/jaar
Electro-mechanische onderdelen zuivering	4,5	%/jaar
Overige kosten en heffingen		
Drinkwater ²⁰	1,68	€/m ³
Electra voor transport en zuivering (grootverbruik) ²¹	0,136	€/kWh
Electra voor particulier gebruik ²¹	0,173	€/kWh
Gas (zakelijk) ²¹	0,77	€/m ³
Opbrengst evt. verkoop biogas ²²	0,20	€/m ³
Opbrengst verkoop struviet ²³	100	€/ton
Gewogen gemiddelde rioolheffing gemeente Nieuwegein ²⁴	159,41	€/huishouden/jaar

¹⁸ Berekend op basis van het percentage GF in restafval en restafval inzamelings- en verwerkingskosten.

¹⁹ Opgaaf gemeente was circa €2/woning voor inspectie en onderhoud van een DWA- en HWA-stelsel samen. Voor de QuickScan zijn de percentages aangehouden om de vergelijking tussen scenario's te kunnen maken (bijvoorbeeld met een vacuümrioolstelsel). In de tekst wordt wel de vergelijking met deze opgaaf gemaakt.

²⁰ Berekend op Vitens.nl, op basis van 1,7 inwoners per woning en 119 liter per persoon per dag (74m³/jaar). Inclusief 9% btw, BoL (€28,05) en vastrecht (€45,78).

²¹ Op basis van Milieucentraal.nl en Energiekostenberekenen.nl, bezocht op 30-9-2020. Exclusief BTW. Afgestemd met Merosch

²² Inschatting op basis van gasprijzen

²³ RVO, 2016. [Potentie struviet voor Nederlandse landbouw](http://PotentiestruvietvoorNederlandseLandbouw).

²⁴ Berekend op basis van de jaarlijkse rioolheffingen van éénpersoonshuishoudens (€125,40) en meerpersoonshuishoudens (€279,16), en de verdeling van één- en meerpersoonshuishoudens in Nieuwegein.

	Kental	Eenheid
Kosten vervanging DWA-rioolstelsel ²⁵	460	€/meter ²⁶
Kosten vervanging HWA-rioolstelsel ²⁷	568	€/meter ²⁶
Kosten aanleg additioneel DWA-rioolstelsel ²⁸	78	€/meter ²⁶
Kosten eraansluiting ²⁹	1.500	€ per aansluiting
Onderhoud en inspectie DWA- en HWA-stelsel ^{4,30}	2	€/woning
Zuiveringsheffing HDSR	65,48	€/v.e./jaar
Meerkosten zuiveren 2.150 v.e. RWZI Nieuwegein ³¹	15,00	€/v.e./jaar
Kosten verwerken slib ³²	304,50	€/tonDS

Opslagen^{33,34}

Uitvoeringskosten, CAR-verzekering (opdrachtnemer)	10	%
Algemene kosten, winst en risico (opdrachtnemer)	12	%
Voorbereiding, toezicht en advies (opdrachtgever)	15	%

Naast de kentallen zoals beschreven in Tabel 3-1, zijn in het vooroverleg en de daaropvolgende contactmomenten de volgende uitgangspunten en aandachtspunten besproken

- Uitvoering bouw City West vindt gefaseerd plaats, waarbij gemeente Nieuwegein bij verschillende fasen een verschillende mate van invloed heeft op het ontwerp van het gebouw.
- Medicijnrestenverwijdering is geen onderdeel van de afvalwaterscenario's.
- Er is nu uitgegaan van grenswaarden voor lozing die toepasbaar zijn op een lozing groter dan 2.000 i.e. op oppervlaktewater. Omdat de vrachten van het grijswater minder dan 2.000 i.e. zijn (het zwartwater wordt in twee afvalwaterscenario's afgevoerd naar de RWZI), zijn mogelijk andere, minder strenge, grenswaarden voor lozing van toepassing.

²⁵ RIONED, (2017). *Leidraad riolering, Module D1100, Kostenkengetallen Rioleringszorg*. Uitgaande van vervanging riolering met putten, zonder kolken, 315mm PVC. Eventueel benodigde bronbemaling niet meegenomen.

²⁶ Inclusief 41.7% toeslagfactor, exclusief btw

²⁷ RIONED, (2017). *Leidraad riolering, Module D1100, Kostenkengetallen Rioleringszorg*. Uitgaande van vervanging riolering met putten, en kolken, 400mm PVC. Eventueel benodigde bronbemaling niet meegenomen.

²⁸ RIONED, (2017). *Leidraad riolering, Module D1100, Kostenkengetallen Rioleringszorg*. Uitgaande van aanleg riolering met putten, zonder kolken, 315mm PVC, zonder graafwerkzaamheden. Eventueel benodigde bronbemaling niet meegenomen.

²⁹ Gebaseerd op tarieven van gemeente Nieuwegein voor 5,2m 315mmPVC in verharding, leveren en plaatsen van inspectieput, en leges.

³⁰ Ook aangenomen voor het vacuümrioolstelsel.

³¹ Aanname gebaseerd op eerdere projecten in Utrecht (€13,16/v.e.), Almere (€16/v.e.) en Middelburg (€20,84/v.e.). Latere verificatie met HDSR is €14,67/v.e..

³² Unie van Waterschappen, (2018). Bedrijfsvergelijking zuiveringsbeheer. Totale kosten slibeindverwerking 2018.

³³ RIONED, (2017). *Leidraad riolering, Module D1100, Kostenkengetallen Rioleringszorg*.

³⁴ Opslagen worden in één totaalbedrag van 41,7% gegeven. Dit komt voort uit een afronding van de opslagen (1.10*1.12*1.15).

- Ook is het in geval van infiltratie in de bodem mogelijk dat andere lozingsnormen gelden. Afhankelijk van de situatie zal Gedeputeerde Staten of het waterschap hier bevoegd gezag zijn. Dit zal in het vervolgtraject uitgezocht moeten worden.
- Op basis van de kentallen en de uitgangspunten beschreven in Tabel 3-1 en het afvalwatersysteem zoals omschreven voor elk scenario zijn eerste indicatieve dimensionering gemaakt. Dit vormt de basis voor een kostenraming. De kosten kennen een nauwkeurigheid van +/- 40%, aangezien er vooral gebruik is gemaakt van algemene kentallen. Deze kosten zijn derhalve niet geschikt voor budgetteringsdoeleinden en alleen bedoeld voor de QuickScan en een onderlinge vergelijking tussen de afvalwaterscenario's.
- Alle kosten zijn exclusief BTW, en voor alle kosten is 20% onvoorzien aangehouden. Daarnaast is met 41.7% toeslagen gerekend, bestaande uit uitvoeringskosten (10%), algemene kosten, winst en risico (12%), voorbereiding, en voorbereiding, toezicht en advies (15%). Dit geldt niet voor de zuiveringstarieven van het waterschap. De baten voor de bewoners zijn inclusief BTW, omdat dit voor hen niet aftrekbaar is.
- De ontwerpen en dimensies in deze QuickScan zijn gebaseerd op kentallen en aannames. Er kunnen geen rechten aan het huidige ontwerp ontleend worden. Het technologische ontwerp, met dimensionering, moet in het vervolgproces aangescherpt en geüpdatet worden als meer bekend is over randvoorwaarden, technologieën en gebruikersaantallen.

Buiten beschouwing van de QuickScan vallen:

- Eventuele bronbemaling voor aanleg riolering en zuivering.
 - Uit het VO blijkt dat het riool op het laagste punt circa 3m onder maaiveld ligt. Bronbemaling zal hier nodig zijn.
- Extra gemaal om het inzamelde water uit het riool op te pompen naar de zuivering.
 - Een vervolgonwerpfase zal moeten uitwijzen of -2,8m onder maaiveld te diep is voor bepaalde voorbezinkers of zuiveringstechnische werken in een kelder, of dat een extra gemaal nodig is.
- Grondkosten voor Phytoparking, Hydraloop en zuiveringsgebouw (kosten investering, grond en exploitatie)
 - Een vervolgonwerp zal aantonen of de zuiveringstechnische werken in de kelder of parkeergarage van een gebouw geplaatst kunnen worden, en wat de kosten hiervan zullen zijn. Ook zijn de grondkosten voor de Phytoparkings niet meegenomen, omdat de locatie hiervan, en dus de kosten, nog niet zeker is.
- Exacte locatie van de zuiveringstechnologieën
 - Op basis van het VO van het rioolstelsel in City West is af te leiden dat al het ingezamelde water naar het Noordoosten zal stromen. Dit is dus ook de meest pragmatische plek voor het plaatsen van de zuiveringstechnologieën. Echter, het is nog niet bekend of hier ook ruimte voor beschikbaar is. Daarnaast is het ook mogelijk om bepaalde technologieën, zoals de

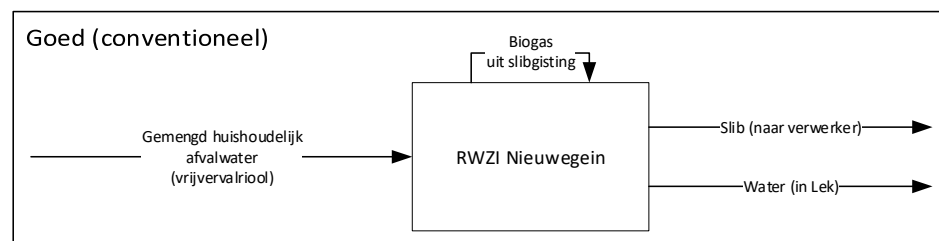
Phytoparking, modulair in de wijk aan te leggen. Omdat de wenselijkheid hiervan, en locaties hiervoor, nog niet bekend zijn, is dit nu niet meegenomen. Deze QuickScan biedt input voor het nemen van beslissingen over de potentiële locaties van de verschillende zuiveringstechnologieën.

- Technologisch ontwerp voor riothermie
 - Het lokale energiesysteem dat waarschijnlijk in City West zal worden toegepast is een Warmte Koude Opslag (WKO). Riothermie (terugwinning van warmte uit het water in het riool), is door de koppeling met het WKO-systeem een technologische optie, maar gedurende het project bleek dit niet interessant vanwege de beperkte hoeveelheden beschikbare warmte in het water. Voor de WKO heeft het de voorkeur om één energiebron te gebruiken om aan de warmtevraag (de onbalans van de WKO) te voldoen. Het systeem zal met meerdere energiebronnen technologisch complexer, en dus duurder worden (zie ook verdere uitleg in Hoofdstuk 8.4). Dit is daarom niet in de financiële berekeningen meegenomen. Wel is de warmtepotentie van het afvalwater berekend.
- (vermeden) CO₂ uitstoot door toepassing van bepaalde zuiveringstechnologieën en besparing of terugwinning van grondstoffen is in deze QuickScan niet meegenomen.
- Kosten voor het infiltreren van hemelwater en gezuiverd afvalwater, omdat nog niet bekend is hoe dit gedaan zal worden, of om hoeveel water het zal gaan. De kosten hiervan zijn dus nog niet in te schatten.
 - Het (diep)infiltreren van het hemelwater en gezuiverd afvalwater is een onderwerp dat in het parallel lopende TKI-project wordt uitgezocht.

4. Afvalwaterscenario 1: Conventioneel

4.1 Algemeen

In het conventionele afvalwaterscenario wordt al het huishoudelijk afvalwater in pandig ingezameld met 1 vrijvervalrioolstelsel en uitpandig afgevoerd via het gemeentelijke rioolstelsel. Het afvalwater wordt op RWZI Nieuwegein gezuiverd, waarna het gezuiverde water op de Lek wordt geloosd (Figuur 4-1).



Figuur 4-1. Schematisch overzicht van afvalwaterscenario Conventioneel (ambitieniveau goed).

In dit afvalwaterscenario worden geen grondstoffen lokaal teruggewonnen. Op grotere schaal wordt het gezuiverde water wel weer de waterkringloop ingebracht (door lozing op de Lek), maar vanwege de afvoer komt dit niet ten goede aan Nieuwegein. RWZI Nieuwegein heeft wel een slibgistingsinstallatie, maar het produceerde biogas wordt op de zuivering zelf gebruikt als energiebron. Het hemelwater wordt ook naar buiten de wijk afgevoerd.

Deze manier van omgaan met afvalwater is conventioneel, en bekend bij inwoners, gemeente en Hoogheemraadschap. Het is een doelmatige invulling van de gemeentelijke zorgplicht voor het inzamelen van afvalwater en de borging van de volksgezondheid. Maar er worden geen grondstoffen lokaal teruggewonnen of hergebruikt. Dit is dan ook het ambitieniveau 'Goed'.

4.2 Technologische uitwerking

In het conventionele afvalwaterscenario wordt het afvalwater uit de wijk afgevoerd met behulp van een conventioneel gescheiden rioolstelsel. Dit bestaat uit een droogweerafvoer (DWA) voor het huishoudelijk afvalwater en een hemelwaterafvoer (HWA) voor het ingezamelde hemelwater.

4.2.1 Sanitair en in pandig rioolstelsel

Het afvalwater in dit afvalwaterscenario wordt met conventioneel sanitair ingezameld, en in pandig onder vrijverval getransporteerd. Na de eraansluiting stroomt dit in het gemeentelijk rioolstelsel. Ingeschat is dat dit circa 262 m³/dag zal zijn.

4.2.2 Vrijvervalriool (DWA-stelsel)

Het huishoudelijk afvalwater uit de gebouwen stroomt door een DWA-stelsel naar de RWZI. Het DWA-stelsel bestaat uit 315mm PVC rioolbuizen, zonder

gemalen. De totale lengte van het DWA-stelsel in City-West is circa 1 km. Het afvalwater wordt naar het noordnoordoosten van de wijk afgevoerd (Figuur 4-2).



Figuur 4-2. Voorontwerp van het DWA- en HWA-stelsel in City West, gemeente Nieuwegein (bron: gemeente Nieuwegein).

Op het punt waar het afvalwater de wijk verlaat zal het DWA-rioolstelsel circa 2,8m onder maaiveld liggen. Voor aanleg van het riool zal hier bronbemaling nodig zijn. De kosten hiervoor zijn nog niet te berekenen omdat er mogelijk met andere werkzaamheden gecombineerd kan worden (werk met werk). Bronbemaling is in deze QuickScan dus buiten beschouwing gelaten.

4.2.3 Hemelwaterafvoer (HWA-stelsel)

Het HWA-stelsel bestaat uit 400mm PVC buizen waarop de hemelwaterafvoeren van de gebouwen zijn aangesloten. De totale lengte van dit stelsel in City West is circa 1 km. Via kolken wordt ook het water op straat met dit stelsel afgevoerd.

Het gehele stelsel is vrijverval, en er zijn geen gemalen voorzien. Het hemelwater wordt naar het noordnoordoosten van de wijk getransporteerd (Figuur 4-2). Hier zal het hemelwater worden geïnfiltreerd. Omdat nog niet bekend is hoe dit gedaan zal worden, zijn de kosten hiervan nog niet in te schatten.

Op het punt waar het hemelwater de wijk verlaat zal het HWA-rioolstelsel circa 2,3m onder maaiveld liggen. Voor aanleg van het riool zal hier mogelijk bronbemaling nodig zijn. De kosten hiervoor zijn nog niet te berekenen omdat er mogelijk met andere werkzaamheden gecombineerd kan worden (werk met werk). Dit is in deze QuickScan dus buiten beschouwing gelaten.

4.2.4 RWZI Nieuwegein

RWZI Nieuwegein heeft voldoende capaciteit om al het afvalwater van City-West te zuiveren.

4.3 Circulariteit

4.3.1 Water

In het conventionele afvalwaterscenario wordt er volgens de normen die we in Nederland stellen met afvalwater omgegaan. Dit zorgt ervoor dat het water gezuiverd wordt en er geen vervuild water op het lokale watersysteem wordt geloosd.

Het huishoudelijk afvalwater gezuiverd door RWZI Nieuwegein (262m³/dag) wordt geloosd op de Lek.

4.3.2 Nutriënten

In dit afvalwaterscenario worden geen nutriënten herwonnen. Het waterschap overweegt wel om RWZI Nieuwegein in de toekomst om te bouwen naar een Energie- en Grondstoffen Fabriek (E&GF). In dat geval zouden er naast biogas ook andere grondstoffen kunnen worden herwonnen, zoals nutriënten (struviet) en cellulose.

4.3.3 Energie

Warmteterugwinning uit douchewater is niet in dit scenario meegenomen. Dit is technisch wel mogelijk door een douche-WTW in elk appartement te installeren (zie ook Hoofdstuk 5.2.2). In dat geval zou circa 50% van de energie aanwezig in het douche afvalwater herwonnen kunnen worden. Dit komt neer op een jaarlijkse besparing van circa €100-€150 per huishouden, maar is sterk afhankelijk van het leidingontwerp, grootte van het huishouden en hoelang er wordt gedoucht.

Het afvalwater in het DWA-stelsel bevat ook warmte. Dit kan met behulp van een warmtewisselaar teruggewonnen worden (riothermie). De totale theoretische energiepotentie van het gemengd huishoudelijk afvalwater, op de perceelgrenzen van de gebouwen, is in het conventionele scenario circa 17,5GJ/d. Hierbij is ervanuit gegaan dat het afvalwater tot 12°C afgekoeld kan worden. Dit zou 80% van de totale warmtevraag zijn. Echter zal er nog afkoeling naar de bodem plaatsvinden vanuit het riool. De exacte hoeveelheid energie die teruggewonnen kan worden zal dan ook afhangen van de afstand tot, en het rendement, van de warmtewisselaar. Als wordt uitgegaan van afkoeling van het afvalwater in het riool tot 21°C zal de warmtepotentie 9,9GJ/d zijn. Dit is 45% van de warmtevraag van City West.

Op het moment van schrijven is er een slibgistingsinstallatie aanwezig op RWZI Nieuwegein. Het uit het afvalwater geproduceerde biogas wordt daar omgezet

in elektriciteit, dat vervolgens weer wordt gebruikt om het afvalwater te zuiveren. Mede hierdoor is deze RWZI energieneutraal³⁵.

4.4 Kosten en baten

In Tabel 4-1 zijn de geraamde kosten weergegeven voor het conventionele afvalwaterscenario in City West. Voor een overzicht van de gevolgde aanpak en gebruikte kentallen verwijzen we naar Hoofdstukken 2 en 3.

Tabel 4-1. Kostenraming afvalwaterscenario Conventioneel. Bedragen exclusief btw. Investering in €, jaarlijkse kosten in €/jaar. Gebruikte uitgangspunten en kentallen staan vermeld in Tabel 3-1. Voor toelichting zie tekst.

	Investering (€)	Jaarlijkse kosten (€/j)		
		Totaal	Afschrijving	Exploitatie
Kosten sanitair en riolering in pandig	1.010.000			
<i>Toeslagen</i>	420.000			
Totaal kosten woningen	1.430.000	0	0	0
Riolering uitpandig	950.000	21.000	19.000	2.000
<i>Toeslagen</i>	390.000	9.000	8.000	1.000
Totaal riolering uitpandig	1.340.000	30.000	27.000	3.000
Zuivering	0	34.000	0	34.000
<i>Toeslagen*</i>	0	0	0	0
Totaal zuivering	0	34.000	0	34.000
Totaal exclusief toeslagen	1.960.000	55.000	19.000	36.000
Totaal inclusief toeslagen	2.770.000	64.000	27.000	37.000

* Zuiveringskosten zijn gebaseerd op de zuiveringsheffing, toeslagen zijn hier dus niet van toepassing.

De kosten voor het sanitair en riolering in pandig bevatten investeringen voor een conventioneel spoeltoilet, en een in pandig vrijvervalrioolstelsel. Ook zijn de kosten voor eraansluitingen hier opgenomen omdat de gemeente deze doorbelast aan de projectontwikkelaar, die ze vervolgens verdisconteert met de toekomstige eigenaren. Riolering uitpandig omvat een DWA-stelsel en HWA-stelsel. Zuiveringskosten zijn de meerkosten die voortkomen uit het zuiveren van het afvalwater van de extra 2.250 i.e op RWZI Nieuwegein.

De investeringskosten voor het DWA en HWA-stelsel zijn ingeschat op basis van kentallen uit de Leidraad Riolering D1100 voor het vervangen van een 315mm PVC en 400mm PVC riolering. In deze kosten zit geen gemaal en geen externe overstort maar wel de putten en kolken. Ook zijn eraansluitingen voor het DWA-riool opgenomen.

De jaarlijkse kosten bestaan uit afschrijving en exploitatiekosten.

³⁵ Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, [Rioolwaterzuivering Nieuwegein energieneutraal](#). Bezoekt op 24-11-2020.

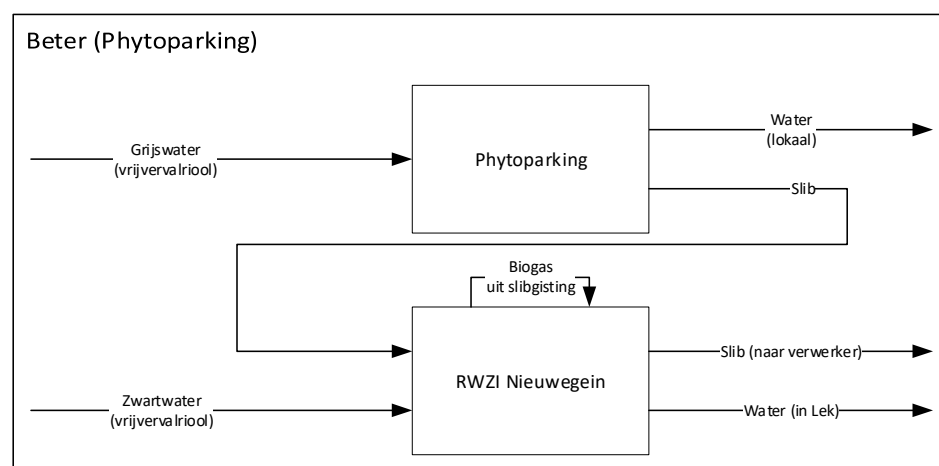
De exploitatiekosten van het rioolstelsel zijn gebaseerd op de opgaaf van Gemeente Nieuwegein (€2/woning voor een DWA- en HWA-stelsel).

De jaarlijkse kosten voor de zuivering zijn vrij laag omdat RWZI Nieuwegein momenteel het afvalwater van City West zou kunnen zuiveren zonder extra investeringen. Hier is dus alleen een toename in de exploitatiekosten voorzien.

5. Afvalwaterscenario 2: Phytoparking

5.1 Algemeen

In het afvalwaterscenario Phytoparking wordt het afvalwater als twee aparte stromen ingezameld en met twee vrijvervalrioolstelsels getransporteerd: grijswater en zwartwater. Het grijswater wordt lokaal behandeld met een Phytoparking, en het zwartwater stroomt naar RWZI Nieuwegein (Figuur 5-1). Ook wordt er warmte uit het douchewater herwonnen.



Figuur 5-1. Schematisch overzicht van afvalwaterscenario Phytoparking (ambitieniveau beter).

Door terugwinning van warmte uit het douchewater wordt de energievraag van City West verlaagd. Het gezuiverde grijswater wordt lokaal geïnfilteerd en draagt zo bij aan de groen-blauwe infrastructuur die onderdeel is van de klimaat-adaptieve maatregelen. Het zwartwater, met daarin de nutriënten en chemische energie, wordt op de RWZI behandeld. Hier worden dus geen grondstoffen lokaal uit teruggewonnen en hergebruikt. Het gezuiverde zwartwater wordt op de Lek geloosd, en het geproduceerde biogas op de RWZI zelf ingezet.

Het scheiden van afvalwaterstromen aan de bron is niet conventioneel. Wel is het vrijvervalrioolstelsel conventioneel en wordt de Phytoparking op verschillende locaties in Nederland getest. Een deel van de grondstoffen wordt teruggewonnen, maar nog niet allemaal. Dit afvalwaterscenario heeft het ambitieniveau 'Beter'.

5.2 Technologische uitwerking

5.2.1 Sanitair en inpandig rioolstelsel

Het afvalwater in dit afvalwaterscenario wordt met conventioneel sanitair ingezameld, en inpandig onder vrijverval getransporteerd. Hierbij wordt het grijswater gescheiden van het zwartwater. Inpandig zijn er dus twee vrijvervalrioolstelsels nodig.

Een belangrijk aandachtspunt hierbij is dat tijdens ontwerp en aanleg wordt voorkomen dat de twee rioolstelsels met elkaar worden verbonden, of dat er andere, verkeerde, aansluitingen gemaakt worden. Een eerder toegepaste oplossing hiervoor is het gebruik van verschillende diameters riolering binnen de appartementen, bv. 110mm voor toiletten (zwartwater), en 50mm voor grijswater. Laatstgenoemde diameter zal ook sterk afhangen van het ontwerp van het appartement. Ook kunnen verschillende kleuren of typen rioolbuis gebruikt worden.

Na de erfaansluiting stromen grijswater en zwartwater verder in twee aparte DWA-stelsels; grijswaterriool en zwartwaterriool.

Op basis van de kentallen is berekend dat de grijswaterstroom circa $181\text{m}^3/\text{dag}$ is, en de zwartwaterstroom $81\text{m}^3/\text{d}$.

5.2.2 Douche-WTW

Warm douchewater kan gebruikt worden om het leidingwater waar mee gedoucht wordt voor te verwarmen, zodat er minder energie nodig is om het water op temperatuur te brengen. Dit gebeurt met douche warmteterugwinning (douche-WTW). Het grote voordeel is dat een douche-WTW zal resulteren in de noodzaak voor kleinere boilers (want er is minder warm water nodig voor douchen), of een grotere warmwaterbeschikbaarheid. Er kan circa 40% tot 60% bespaard worden op de energievraag voor warm douchewater. Het precieze rendement hangt af van het type douche-WTW, de wijze van aansluiten en duur van douchen. Bij het aansluiten is de afstand tussen de douche en de douche-WTW van belang, en of de douche-WTW ook de koude leidingwaterstromen naar de ketel voorverwarmt. Een douche-WTW is het meest comfortabel in combinatie met een thermostatische mengkraan, zodat de hoeveelheid warm water vanzelf gereguleerd wordt tijdens het douchen.

Er zijn drie uitvoeringsvormen: een verticale douche-WTW die verticaal onder de douche, in de verdieping eronder, geplaatst wordt, een douchebak-WTW en een douchegoot-WTW. Alle douche-WTW's worden zodanig gebouwd en aangelegd dat er geen risico is op contact van afvalwater met leidingwater. Voor de appartementen in City West is een douchebak-WTW of douchegoot-WTW voorzien. Nadat circa 50% van de warmte uit het douche-afvalwater is onttrokken stroomt dit verder in het in pandig grijswaterriool.

5.2.3 Transport van grijs- en zwartwater (DWA-stelsels)

Het huishoudelijk afvalwater uit de gebouwen stroomt door twee DWA-stelsels naar de zuiveringen.

De grijs- en zwartwater rioolstelsels bestaan uit 315mm PVC rioolleidingen. Omdat de hydraulische belasting van het zwartwaterrioolstelsel circa 70% lager is dan conventioneel ($81\text{m}^3/\text{dag}$ t.o.v. $262\text{m}^3/\text{dag}$), zou het zwartwaterstelsel ook kleiner kunnen. Hiermee zou een betere doorstroming kunnen ontstaan, met mogelijk minder verstoppingen. Echter is een kleinere diameter niet wenselijk in verband met onderhouds- en inspectiewerkzaamheden. Welke

diameter optimaal is voor het zwartwaterriool zal in opvolgende ontwerpfasen verder uitgezocht moeten worden.

De totale lengte van beide DWA-stelsels in City-West is circa 1 km. Het afvalwater wordt naar het noordnoordoosten van de wijk afgevoerd (Figuur 4-2). Het zwartwater zal vanaf hier naar de RWZI afgevoerd worden.

Het grijswater zal lokaal met een Phytoparking worden gezuiverd. Gezien het verloop van het voorziene grijswaterrioolstelsel is de meest voor de hand liggende plek ook het noordnoordoosten van City West.

5.2.4 Hemelwaterafvoer (HWA-stelsel)

Het HWA-stelsel in dit afvalwaterscenario is gelijk aan het HWA-stelsel in afvalwaterscenario Conventioneel. Dit is beschreven in Hoofdstuk 4.2.3.

5.2.5 Phytoparking

Het grijswater ($181\text{m}^3/\text{dag}$) stroomt via een voorbezinker (90m^3) in een bufferende pompput (181m^3). Vanuit de pompput wordt het water op de Phytoparking gepompt, waar de zuivering plaatsvindt.

Het grijswaterriool zal ten noordnoordoosten van City West circa 2,8m onder maaiveld liggen. Afhankelijk van de lokale situatie en het ontwerp zal een gemaal nodig zijn om het grijswater naar de voorbezinker te pompen, of kunnen de voorbezinker en pompput dieper geplaatst worden. Tijdens aanleg van de Phytoparking zal er ook zeer waarschijnlijk bronbemaling nodig zijn. Omdat bronbemaling, het combineren met ander werk en de diepte van de voorbezinkers nu nog niet bekend is, zijn deze aspecten niet meegenomen in de kosteninschatting.

De voorbezinker en bufferende pompput zullen uit meerdere betonnen tanks (20m^3 per stuk) bestaan die in serie geschakeld zijn. Periodiek zal er slib uit de voorbezinkers moeten worden afgevoerd ($17,4\text{kgDS}/\text{dag}$, $6,4\text{tonDS}/\text{jaar}$). Dit kan in de slibgistingsinstallatie van RWZI Nieuwegein verwerkt worden.

De Phytoparking is een systeem dat ontwikkeld is door Rietland Bvba, een leverancier van natuurlijke waterzuiveringssystemen in België en Nederland. Een recente ontwikkeling is de uitrusting van helofytenfilters met Forced Bed Aeration (FBA) technologie. Beknopt gezegd houdt dit in dat de helofytenfilters actief belucht worden, waardoor de zuiveringsprocessen sneller verlopen en het benodigde oppervlak van het helofytenfilter met circa 75% afneemt terwijl de zuiveringsrendementen gelijk blijven. Op de Phytoparking groeit geen riet maar gras. Dit gras is geplant in kunststof tegels waardoor de Phytoparking als parkeerplaats kan dienen, en er een stapeling van functies is (Figuur 5-2).

Het benodigde totale oppervlak van de Phytoparking zelf is circa 1.100m^2 .³⁶ De totale hoogte van het systeem is 1,5m waarbij de bovenkant gelijk is aan het maaiveld. Het waterniveau in het systeem is circa 1m vanaf de onderkant bekeken, oftewel 0,5m onder maaiveld.



Figuur 5-2. Phytoparking aangelegd in Heesch (bron: Rietland)

De Phytoparking is vanaf de onderkant gezien opgebouwd uit een 1,25m laag Argex geëxpandeerde kleikorrels (8-16 rond), een 0,15m funderingslaag en een 0,1m legbed met grastegels. Een fosfaatbindend medium wordt aan de Argex-laag toegevoegd. De toplaag van een Phytoparking is dus versterkt waardoor deze als parkeerplaats kan worden gebruikt (verkeersbelasting B125), dit zorgt voor efficiënt gebruik van de openbare ruimte. Het gras op de Phytoparking geeft het een groen en natuurlijk imago, wat goed past binnen de groene stad die City West voor ogen heeft.

De Phytoparking kan ook modulair, verspreid in City West, aangelegd worden. In dat geval zal het totaal benodigde oppervlak nog steeds 1.100m^2 zijn, maar zijn de individuele velden kleiner.

Als de Phytoparking niet wordt aangelegd als parkeerplaats, met gras, kan er ook riet of andere waterplanten op groeien. Het ontwerp wordt dan anders, het oppervlak blijft gelijk. In dit geval heet het systeem Phytoair.

5.2.6 RWZI Nieuwegein

Het zwartwater zal onder vrijval naar RWZI Nieuwegein getransporteerd worden. Hier kan het gezuiverd worden, net zoals het gemengd huishoudelijk afvalwater van Afvalwaterscenario Conventioneel (Hoofdstuk 4.2.4). De inwoners van City West zullen hier wel een zuiveringsheffing voor moeten betalen. Deze zuiveringsheffing kan verlaagd worden omdat er een lagere vuillast door de RWZI wordt gezuiverd dan in het conventionele afvalwaterscenario.

5.3 Circulariteit

5.3.1 Water

In dit afvalwaterscenario zal er circa 181m^3 /dag aan gezuiverd water in de wijk beschikbaar komen. Dit is bijna 70% van het afvalwater.

³⁶ Ter vergelijking, het oppervlak van een conventioneel verticaal doorstroomd helofytenfilter is circa $4.000\text{--}4.500\text{m}^2$.

De Phytoparking wordt nu op verschillende plekken in Nederland getest. Op basis van resultaten van eerdere testen en opgaaf leverancier wordt verwacht dat aan de grenswaarden voor lozing voldaan kan worden (Tabel 5-1). Hierbij wordt opgemerkt dat de grootste uitdaging de verwijdering van stikstof zal zijn.

Tabel 5-1. Effluentconcentraties van twee Phytoair systemen van Rietland. Deze zijn vergelijkbaar in opbouw als een Phytoparking, maar zonder funderingslaag en parkeerplaats. Opgaaf van Rietland. Opgemerkt wordt dat beide systemen huishoudelijk afvalwater zuiveren (met meer stikstof en fosfaat), en niet grijswater.

		den Scherpenberg	van Aert
BZV	mg/liter	<1	1
CZV	mg/liter	14,0	19
Zwevend stof	mg/liter	<4	6,7
Totaal stikstof	mg N/liter	10,0	17,0
Totaal fosfaat	mg P/liter	1,4	1,7

Het zwartwater gezuiverd door de RWZI (81m³/dag) wordt geloosd op de Lek.

5.3.2 Nutriënten

In het Afvalwaterscenario Phytoparking worden geen nutriënten herwonnen.

HDSR overweegt wel om RWZI Nieuwegein in de toekomst om te bouwen naar een Energie- en Grondstoffen Fabriek (E&GF). In dat geval is het mogelijk dat er in de toekomst naast biogas ook andere grondstoffen worden herwonnen, zoals nutriënten (struviet) en cellulose.

5.3.3 Energie

In het afvalwaterscenario Phytoparking wordt circa 50% van de energie uit het douchewater herwonnen. Dit komt neer op een jaarlijkse besparing van circa €100 tot €150 per huishouden. Dit is wel sterk afhankelijk van het leidingontwerp, grootte van het huishouden en hoelang er wordt gedoucht.

Het overige grijswater in het gemeentelijk rioolstelsel bevat ook warmte. Dit kan met behulp van een warmtewisselaar worden teruggewonnen (riothermie). De totale theoretische energiepotentie van het grijswater, na warmteterugwinning door de douche-WTW's en op de perceelgrenzen van de gebouwen in afvalwaterscenario Phytoparking, is circa 9,3GJ/d. Dit is 41% van de energievraag van City West. Hierbij is ervanuit gegaan dat het grijswater tot 12°C afgekoeld kan worden.

De exacte hoeveelheid energie die teruggewonnen kan worden zal ook afhangen van de afstand tot en het rendement van de warmtewisselaar. Als wordt uitgegaan van afkoeling van het afvalwater in het riool tot 21°C, zal de warmtepotentie 6,8GJ/d zijn. Dit is 31% van de warmtevraag van City West.

Op het moment van schrijven is er een slibgistingsinstallatie aanwezig op RWZI Nieuwegein. Van het slib dat geproduceerd wordt tijdens de zuivering van het zwartwater, en grijswaterslib van de voorbezinker, wordt biogas geproduceerd en vervolgens omgezet in elektriciteit en warmte. Deze groene stroom wordt gebruikt om het afvalwater op de RWZI te zuiveren.

5.4 Kosten en baten

Tabel 5-2 toont de geraamde kosten voor het Afvalwaterscenario Phytoparking. Voor een overzicht van de gevolgde aanpak en gebruikte kentallen verwijzen we naar Hoofdstukken 2 en 3.

Tabel 5-2. Kostenraming afvalwaterscenario Phytoparking. Bedragen exclusief btw. Investering in €, jaarlijkse kosten in €/jaar. Gebruikte uitgangspunten en kentallen staan vermeld in Tabel 3-1. Voor toelichting zie tekst.

	Investering (€)	Jaarlijkse kosten (€/j)		
		Totaal	Afschrijving	Exploitatie
Kosten sanitair en riolering inpandig	2.440.000			
<i>Toeslagen</i>	1.020.000			
Totaal kosten woningen	3.460.000	0	0	0
Baten		-188.000	0	-188.000
Riolering uitpandig	1.050.000	24.000	21.000	3.000
<i>Toeslagen</i>	440.000	10.000	9.000	1.000
Totaal riolering uitpandig	1.490.000	34.000	30.000	4.000
Zuivering	250.000	49.000	12.000	37.000
<i>Toeslagen*</i>	100.000	11.000	6.000	5.000
Totaal zuivering	350.000	60.000	18.000	42.000
Totaal exclusief toeslagen	3.740.000	73.000	33.000	40.000
Totaal inclusief toeslagen	5.300.000	94.000	48.000	46.000
Totaal inclusief baten		-94.000	48.000	-142.000

* Toeslagen zijn alleen berekend over de jaarlijkse kosten van de Phytoparking, niet over de exploitatiekosten van het zuiveren van het zwartwater op de RWZI. Dit is namelijk gebaseerd op de zuiveringsheffing.

De kosten voor sanitair en riolering inpandig bevatten investeringen voor een conventioneel spoeltoilet, douche-WTW, twee inpandige vrijvervalrioolstelsels en erfaansluitingen voor de drie rioolstelsels. Riolering uitpandig omvat twee DWA-stelsels (grijswater en zwartwater) en één HWA-stelsel. Zuiveringskosten zijn de meerkosten die voortkomen uit het zuiveren van het zwartwater van 2.250 ie op RWZI Nieuwegein, en de kosten voor de Phytoparking.

De exploitatiekosten van het rioolstelsel, voor onderhoud en inspectie, zijn gebaseerd op de opgaaf van Gemeente Nieuwegein (€2/woning voor een DWA- en HWA-stelsel). Voor dit scenario zijn die rioolstelsels voorzien. De exploitatiekosten voor het gemeentelijke rioolstelsel komen in dit scenario uit op €3/woning.

De jaarlijkse kosten voor de zuivering omvatten het zuiveren van zwartwater op RWZI Nieuwegein (enkel exploitatiekosten omdat er hiervoor geen extra investeringen nodig zijn). Hier is dus alleen een toename in de exploitatiekosten voorzien. De jaarlijkse kosten voor de Phytoparking bevatten kosten voor afschrijving, onderhoud, elektriciteit en slibafvoer en -verwerking (€10.000).

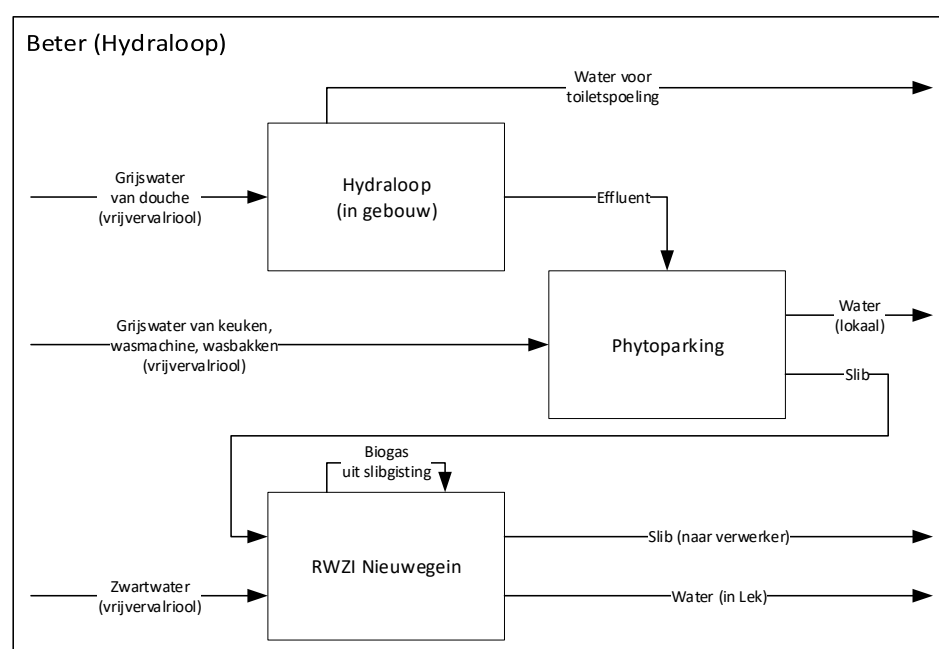
De opgenomen baten komen ten goede aan de bewoners. Dit is een besparing op kosten voor het verwarmen van douchewater. De douche-WTW levert de bewoners een besparing aan energiekosten op van ongeveer €100-150 per jaar. De kosten voor aanleg van de douche-WTW zijn, via de projectontwikkelaar, toe te schrijven aan de toekomstige eigenaren van de appartementen. De terugverdientijd van de investering, zonder btw, is 6 tot 9 jaar. Hierbij is 20% onvoorzien en 41,7% toeslagen bij de investeringskosten opgeteld.

Als de Phytoparking ook wordt gebruikt als parkeerplaats, zal dit een besparing van circa €30/m² opleveren (totaal €33.000) op de investeringen die anders nodig zouden zijn voor aanleg van de parkeerplaats.

6. Afvalwaterscenario 3: Hydraloop

6.1 Algemeen

In het afvalwaterscenario Hydraloop wordt het afvalwater in de appartementen gescheiden ingezameld in drie stromen: douchewater, overig grijswater en zwartwater. Het douchewater wordt, na een zuiveringsstap, gebruikt voor toiletpoeling. Het overige grijswater wordt met een vrijvervalriool ingezameld en getransporteerd naar een Phytoparking. Hier wordt het lokaal gezuiverd, waarna het met het hemelwater geïnfiltreerd wordt. Het zwartwater wordt via een apart vrijverval rioolstelsel naar RWZI Nieuwegein getransporteerd voor verwerking (Figuur 6-1).



Figuur 6-1. Schematisch overzicht van afvalwaterscenario Hydraloop (ambitieniveau beter).

Door terugwinning van warmte uit het douchewater en gebruik van het douchewater voor toiletpoeling, worden de water- en energievragen van City West verlaagd. Het gezuiverde grijswater wordt lokaal geloosd en draagt zo bij aan de groen-blauwe infrastructuur die onderdeel is van de klimaat-adaptieve maatregelen. Het zwartwater, met daarin de nutriënten en chemische energie, wordt op de RWZI behandeld. Het gezuiverde zwartwater wordt op de Lek geloosd, en het geproduceerde biogas op de RWZI zelf gebruikt.

Dit scheiden van afvalwaterstromen aan de bron is niet conventioneel. Wel worden er technologieën ingezet die conventioneel zijn, die op verschillende locaties in Nederland worden getest, of op verschillende locaties worden toegepast. Een deel van de grondstoffen wordt teruggewonnen, maar nog niet allemaal. Een aantal van de maatregelen is in dit scenario ook op woning- of gebouwniveau, wat nog niet vaak voorkomt. Dit afvalwaterscenario heeft het ambitieniveau 'Beter'.

6.2 Technologische uitwerking

6.2.1 Sanitair en in pandig rioolstelsel

Het afvalwater in dit afvalwaterscenario wordt met conventioneel sanitair ingezameld en in pandig onder vrijerval getransporteerd. Hierbij worden douchewater, het overige grijswater en het zwartwater gescheiden gehouden.

Net als bij afvalwaterscenario Phytoparking, is hier een belangrijk aandachtspunt dat tijdens ontwerp en aanleg wordt voorkomen dat de drie rioolstelsels met elkaar worden verbonden, of dat er andere verkeerde aansluitingen gemaakt worden. Een eerder toegepaste oplossing hiervoor is het gebruik van verschillende diameters riolering binnen de appartementen, bv. 110mm voor toiletten (zwartwater), en 50mm voor grijswater. Laatstgenoemde diameter zal ook sterk afhangen van het ontwerp van het appartement. Ook kunnen verschillende kleuren of typen rioolbuis gebruikt worden.

Het douchewater wordt per gebouw met een Hydraloop Cascade gezuiverd, waarna dit gebruikt wordt voor toiletspoeling.

Het overige grijswater, met effluent van de Hydraloop Cascade, en het zwartwater worden in twee aparte DWA-stelsels (grijswaterriool en zwartwaterriool) naar de zuiveringen getransporteerd.

Op basis van de kentallen is berekend dat de grijswaterstroom circa 105m³/dag is, en de zwartwaterstroom 81m³/d.

6.2.2 Douche-WTW

Net als in afvalwaterscenario Phytoparking, zijn in dit scenario douche-WTW's voorzien om de warmte uit het douchewater terug te winnen. Voor een verdere beschrijving wordt verwezen naar Hoofdstuk 5.2.2.

Nadat circa 50% van de warmte uit het douchewater is onttrokken stroomt dit verder in het in pandig douchewaterriool naar de Hydraloop Cascade.

6.2.3 Hydraloop

Om het gebruik van drinkwater te verminderen wordt het douchewater gezuiverd met een Hydraloop, waarna het gebruikt wordt voor toiletspoeling.

De Hydraloop is een recent ontwikkelde technologie. Het is een compacte zuiveringsinstallatie, die op woning- of gebouwniveau geïnstalleerd kan worden. Aangezien er in City West veel appartementen zijn voorzien, met beperkte leefruimte, is er in de huidige QuickScan voor gekozen om de Hydraloop op gebouwniveau te installeren. Dit houdt in dat het douchewater op 1 plek in het gebouw, door meerdere aaneengeschakelde Hydraloops (de Hydraloop Cascade) gezuiverd wordt (Figuur 6-2). Hierna zal het effluent via een verdeelleiding naar de toiletten gepompt worden.

Het douchewater wordt in een Hydraloop batchgewijs gezuiverd in verschillende stadia. Na bezinking en flotatie (Dissolved Air Flotation, DAF) wordt het douchewater verder gezuiverd in een aerobe slib op drager reactor (Moving Bed Bioreactor, MBBR). Het effluent wordt met UV gedesinfecteerd, waarna het in een opslagtank wordt bewaard voor gebruik. Het water in deze tank wordt elke 4 uur weer langs de UV-lamp gepompt voor desinfectie.



Figuur 6-2. Voorbeeld van een Hydraloop Cascade in een gebouw (bron: Hydraloop).

De Hydraloop heeft een ingebouwde schoonmaakfunctie en daardoor zijn de onderhoudsbeurten beperkt. Ook is het mogelijk om de werking op afstand uit te lezen, en Hydraloop is bezig om een app te ontwikkelen waarin de watervraag en waterbeschikbaarheid optimaal op elkaar afgestemd worden.

Tijdens schoonmaakcycli, die automatisch plaatsvinden, wordt het systeem gespoeld met leidingwater (ongeveer 5l/unit/week). Dit leidingwater wordt, samen met het bezonken materiaal, afgevangen drijfslag en schuim, losgeslagen biofilm van de MBBR en overtollig douchewater, op het grijswaterriool geloosd.

Op basis van de douchewaterhoeveelheid in City West is berekend dat er 59 units nodig zijn. Dit zal een oppervlakte van 16m² innemen. Hydraloop units zijn 1,87m hoog, en er is dus geen aanpassing nodig van de hoogte van de ruimte zelf. Daarnaast is er nog ruimte nodig voor leidingen en om toegang te houden tot de hydraloops. In totaal wordt ingeschat dat er ongeveer 25m² nodig is.

6.2.4 Transport van grijs- en zwartwater (DWA-stelsels)

Het huishoudelijk afvalwater uit de gebouwen stroomt door twee DWA-stelsels naar de zuiveringen, een grijswater- en zwartwaterriool. Voor dit afvalwaterscenario zijn deze identiek aan de DWA-stelsels in afvalwaterscenario Phytoparking. Elk stelsel heeft een lengte van circa 1 km. Voor verdere uitleg verwijzen we naar Hoofdstuk 5.2.3.

Het grijswater zal lokaal met een Phytoparking worden gezuiverd. Gezien het verloop van het voorziene grijswaterrioolstelsel is de meest voor de hand liggende plek ook het noordnoordoosten van City West, maar meerdere kleinere Phytoparkings op verschillende locaties zijn ook mogelijk. Het zwartwater wordt afgevoerd naar RWZI Nieuwegein.

6.2.5 Hemelwaterafvoer (HWA-stelsel)

Het HWA-stelsel in dit afvalwaterscenario is gelijk aan het HWA-stelsel in afvalwaterscenario's Conventioneel en Phytoparking. Dit is beschreven in Hoofdstuk 4.2.3.

6.2.6 Phytoparking

Het grijswater ($105\text{m}^3/\text{dag}$) stroomt via een voorbezinker (50m^3) in een bufferende pompput (105m^3). Vanuit de pompput wordt het water op de Phytoparking gepompt, waar de zuivering plaatsvindt. Hoewel er minder grijswater gezuiverd hoeft te worden, is door het bijmengen van het effluent van de Hydraloop Cascade de vuillast niet significant minder. De Phytoparking zal dus hetzelfde oppervlak van circa 1.100m^2 behoeven³⁷.

Het ontwerp van de voorbezinker, pompput en Phytoparking is verder gelijk aan de beschrijving in Hoofdstuk 5.2.5. Ook de hoeveelheid geproduceerd slib in de voorbezinkers zal in dezelfde orde van grootte liggen ($17,4\text{kgDS}/\text{dag}$, $6,4\text{tonDS}/\text{jaar}$).

6.2.7 RWZI Nieuwegein

Het zwartwater zal net als het gemengd huishoudelijk afvalwater van afvalwaterscenario Phytoparking onder vrijerval naar RWZI Nieuwegein getransporteerd worden (Hoofdstuk 5.2.6). De inwoners van City West zullen hier wel een zuiveringsheffing voor moeten betalen. Deze zuiveringsheffing kan verlaagd worden omdat er, net als bij het afvalwaterscenario Phytoparking, in een lagere vuillast door de RWZI wordt gezuiverd dan in het conventionele afvalwaterscenario.

6.3 Circulariteit

6.3.1 Water

Door het effluent van de Hydraloop Cascade te gebruiken voor toiletspoeling wordt er circa $76\text{m}^3/\text{dag}$ aan drinkwater bespaard (30%). Dit is terug te zien in een kleinere grijswaterstroom ($105\text{m}^3/\text{dag}$). De hoeveelheid zwartwater geproduceerd in City West neemt niet af ($81\text{m}^3/\text{d}$), omdat de watervraag van de toiletten zelf niet wordt verkleind. Hier wordt enkel een andere bron voor gebruikt.

In dit afvalwaterscenario zal er circa $105\text{m}^3/\text{dag}$ aan gezuiverd water in de wijk beschikbaar komen. Dit is ruim 56% van het afvalwater in dit scenario, en 40% van de totale afvalwaterstroom in de conventionele situatie.

³⁷ Ter vergelijking, het oppervlak van een conventioneel verticaal doorstroomd helofytenfilter is circa $4.000\text{--}4.500\text{m}^2$.

Op basis van resultaten van eerdere testen met de Phytoparking en opgaaf leverancier wordt verwacht dat aan de grenswaarden voor lozing voldaan kan worden (Tabel 5-1).

Het zwartwater gezuiverd door de RWZI ($81\text{m}^3/\text{dag}$) wordt geloosd op de Lek.

6.3.2 Nutriënten

In het afvalwaterscenario Hydraloop worden geen nutriënten herwonnen.

HDSR overweegt wel om RWZI Nieuwegein in de toekomst om te bouwen naar een Energie- en Grondstoffen Fabriek (E&GF). In dat geval is het mogelijk dat er in de toekomst naast biogas ook andere grondstoffen worden herwonnen, zoals nutriënten (struviet) en cellulose.

6.3.3 Energie

In het afvalwaterscenario Hydraloop wordt circa 50% van de energie in het douchewater herwonnen. Dit komt neer op een jaarlijkse besparing van circa €100 tot €150 per huishouden. Dit is wel sterk afhankelijk van het leidingontwerp, grootte van het huishouden en hoelang er wordt gedoucht.

De Hydraloop cascade heeft een verwachte elektriciteitsvraag van $11.800\text{kWh}/\text{jaar}$ voor City West. De kosten hiervoor zullen via de servicekosten van het gebouw aan de bewoners worden doorbelast.

Het grijswater in het gemeentelijk rioolstelsel bevat ook warmte. Dit kan met behulp van een warmtewisselaar worden teruggewonnen (riothermie). De totale theoretische energiepotentie van het grijswater, op de perceelgrenzen van de gebouwen in afvalwaterscenario Hydraloop, is circa $6,3\text{GJ}/\text{d}$. Dit is 29% van de energievraag van City West. Hierbij is ervanuit gegaan dat het afvalwater tot 12°C afgekoeld kan worden.

De exacte hoeveelheid energie die teruggewonnen kan worden zal ook afhangen van de afstand tot en het rendement van de warmtewisselaar. Als wordt uitgegaan van afkoeling van het afvalwater in het riool tot 21°C , zal de warmtepotentie $4,0\text{GJ}/\text{d}$ zijn. Dit is 18% van het warmtetekort van City West.

Op het moment van schrijven is er een slibgistingsinstallatie aanwezig op RWZI Nieuwegein. Uit het zwartwater, en grijswaterslib van de voorbezinker, wordt biogas geproduceerd en vervolgens omgezet in elektriciteit. Deze groene stroom wordt gebruikt om het afvalwater op de RWZI te zuiveren.

6.4 Kosten en baten

De geraamde kosten voor afvalwaterscenario Hydraloop zijn weergegeven in Tabel 6-1. Voor een overzicht van de gevolgde aanpak en gebruikte kentallen verwijzen we naar Hoofdstukken 2 en 3.

Tabel 6-1. Kostenraming afvalwaterscenario Hydraloop. Bedragen exclusief btw, behalve baten voor bewoners. Investerings in €, jaarlijkse kosten in €/jaar. Gebruikte uitgangspunten en kentallen staan vermeld in Tabel 3-1. Voor toelichting zie tekst.

	Investerings (€)	Jaarlijkse kosten (€/j)		
		Totaal	Afschrijving	Exploitatie
Kosten sanitair en riolering inpandig	3.690.000	3.000		3.000
<i>Toeslagen</i>	<i>1.540.000</i>	<i>1.000</i>		<i>1.000</i>
Totaal kosten woningen	5.230.000	4.000	0	4.000
Baten bewoners		-235.000	0	-235.000
Totaal kosten en baten bewoners		-231.000	0	-231.000
 Riolering uitpandig	 1.050.000	 24.000	 21.000	 3.000
<i>Toeslagen</i>	<i>440.000</i>	<i>10.000</i>	<i>9.000</i>	<i>1.000</i>
Totaal riolering uitpandig	1.490.000	34.000	30.000	4.000
 Zuivering	 250.000	 49.000	 12.000	 37.000
<i>Toeslagen*</i>	<i>100.000</i>	<i>11.000</i>	<i>6.000</i>	<i>5.000</i>
Totaal zuivering	350.000	60.000	18.000	42.000
 Totaal exclusief toeslagen	 4.990.000	 76.000	 33.000	 43.000
Totaal inclusief toeslagen	7.070.000	98.000	48.000	50.000
Totaal inclusief baten		-137.000	48.000	-185.000

* Toeslagen zijn alleen berekend over de jaarlijkse kosten van de Phytoparking, niet over de exploitatiekosten van het zuiveren van het zwartwater op de RWZI. Dit is namelijk gebaseerd op de zuiveringsheffing.

De kosten voor sanitair en riolering inpandig bevatten investeringen voor een conventioneel spoeltoilet, douche-WTW, de Hydraloop Cascade, drie inpandige vrijvervalrioolstelsels (leidingwerk voor de Hydraloop, toiletspoelwater en het overige grijswater) en erfaansluitingen voor drie rioolstelsels. Riolering uitpandig omvat twee DWA-stelsels (grijswater en zwartwater) en één HWA-stelsel. Zuiveringskosten zijn de meerkosten die voortkomen uit het zuiveren van het zwartwater van 2.250 i.e. op RWZI Nieuwegein, en de kosten voor de Phytoparking.

De exploitatiekosten van het rioolstelsel zijn gebaseerd op de opgaaf van Gemeente Nieuwegein (€2/woning voor een DWA- en HWA-stelsel). Voor dit scenario zijn die rioolstelsels voorzien. De exploitatiekosten voor het gemeentelijke rioolstelsel komen in dit scenario uit op €3/woning.

De jaarlijkse kosten voor de zuivering omvatten het zuiveren van zwartwater op RWZI Nieuwegein (enkel exploitatiekosten omdat er hiervoor geen extra investeringen nodig zijn). Hier is dus alleen een toename in de exploitatiekosten voorzien. De jaarlijkse kosten voor de Phytoparking bestaan uit kosten voor afschrijving, onderhoud, elektriciteit en slibafvoer en verwerking (€10.000).

De opgenomen baten komen ten goede aan de bewoners. Dit is een besparing op kosten voor het verwarmen van douchewater (terugverdiend van de

douche-WTW is 6 tot 9 jaar, zie ook hoofdstuk 5.4) en vermindering van waterverbruik voor toiletspoeling door de Hydraloop Cascade.

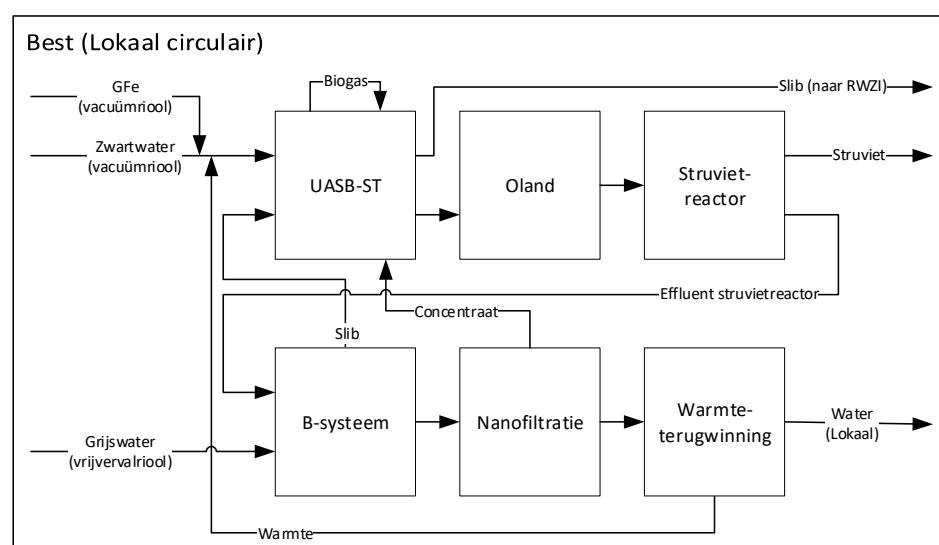
De Hydraloop levert de bewoners een besparing aan waterkosten op van ongeveer €38 per jaar. De kosten voor aanleg van de Hydraloop zijn aan de toekomstige eigenaren van de appartementen toe te rekenen. De terugverdientijd van de investering van alleen de Hydraloop, zonder btw, is ongeveer 19 jaar. Hierbij is 20% onvoorzien en 41,7% toeslagen bij de investeringskosten opgeteld, en zijn de kosten voor water- en stroomverbruik meegenomen. Echter is er voor de Hydraloop ook een extra rioolstelsel nodig in het gebouw, en een extra leidingnetwerk om het gezuiverde water naar de toiletten te transporteren. Als de kosten hiervoor worden meegerekend komt de terugverdientijd op bijna 60 jaar. Het is belangrijk om hierbij op te merken dat de kosten voor de extra riolering en het leidingwerk voor de Hydraloop is berekend op basis van kentallen en aannames. Mogelijk dat deze kosten lager uitvallen als de ontwerpen bekend zijn. De terugverdientijd zal dan ook lager worden.

Als de Phytoparking ook wordt gebruikt als parkeerplaats, zal dit een besparing van circa €30/m² opleveren (totaal €33.000) op de investeringen die anders nodig zouden zijn voor aanleg van de parkeerplaats.

7. Afvalwaterscenario Lokaal Circulair

7.1 Algemeen

In het afvalwaterscenario Lokaal Circulair wordt het afvalwater in twee aparte stromen ingezameld en getransporteerd: zwart- en grijswater. Ook wordt het keukenafval (groente, fruit en etensresten- GFe-afval) in hetzelfde systeem ingezameld. Het grijswaterrioolstelsel is vrijverval, het zwartwater en GFe-afval worden met een vacuümriool getransporteerd. Alle reststromen worden lokaal behandeld, met het doel om grondstoffen zo efficiënt mogelijk terug te winnen (Figuur 7-1).



Figuur 7-1 Schematisch overzicht van afvalwaterscenario Lokaal Circulair (ambitieniveau best).

In dit scenario worden de meeste grondstoffen herwonnen. Warmte uit douchewater wordt gebruikt om het douchewater zelf weer op te warmen, en water, organische stof en nutriënten uit het afvalwater en GFe-afval worden lokaal herwonnen in de vorm van schoon water, biogas (wordt gebruikt voor de zuivering van het afvalwater) en struviet (een meststof). Daarnaast wordt de watervraag verlaagd door gebruik van vacuümtoiletten, en wordt de restwarmte van het gezuiverde afvalwater herwonnen. Het gezuiverde afvalwater wordt lokaal geloosd en draagt zo bij aan de groen-blaue infrastructuur die onderdeel is van de klimaat-adaptieve maatregelen.

Het gescheiden inzamelen van deze afvalwaterstromen, met het GFe-afval, is niet conventioneel. Ook het lokaal behandelen van deze reststromen, de terugwinning van grondstoffen hieruit, en het lokaal lozen en/of hergebruiken van water is ambitieus. Dit scenario gaat uit van het hergebruik van water en grondstoffen op lokaal niveau en heeft het hoogste ambitieniveau 'Best'.

7.2 Technologische uitwerking

7.2.1 Sanitair en in pandig rioolstelsel

Het grijswater wordt met conventioneel sanitair ingezameld, en stroomt via een in pandig grijswatervrijverval rioolstelsel naar het gemeentelijk grijswaterriool. Het toiletwater wordt in dit scenario met vacuümtoiletten ingezameld, en in een vacuümriool getransporteerd. Ook het ingezamelde GFe wordt met het vacuümriool afgevoerd naar de zuivering.

Op basis van de kentallen is berekend dat de zwartwaterstroom circa 18,5m³/dag is, en de GFe stroom 2,5m³/dag. De grijswaterstroom is circa 181m³/dag.

7.2.2 Douche-WTW

Net als in afvalwaterscenario's Phytoparking en Hydraloop zijn in dit scenario douche-WTW's voorzien om de warmte uit het douchewater terug te winnen. Voor een verdere beschrijving verwijzen we naar Hoofdstuk 5.2.2.

Nadat een circa 50% van de warmte uit het douchewater is onttrokken stroomt dit verder in het in pandig grijswaterriool naar het gemeentelijk grijswaterrioolstelsel.

7.2.3 Vacuümtoiletten

Bij een vacuümsysteem wordt lucht in plaats van water gebruikt als transportmedium. In het leidingstelsel wordt 0,5-0,6 bar onderdruk in stand gehouden (feitelijk geen vacuüm) door een vacuümpomp die, in het geval van City West, aan het eind van het vacuümrioolstelsel is geïnstalleerd. Door het openen van een klep in het vacuümtoilet tijdens de spoeling wordt het toilet leeggezogen. Hierbij wordt een geringe hoeveelheid spoelwater verbruikt, circa 1 liter. Daarnaast wordt lucht ingezogen. Er is geen elektrische aansluiting nodig. Er zijn verschillende typen vacuümtoiletten op de markt. Sommige modellen lijken qua uiterlijk precies op een conventioneel toilet, met een rand waaronder het spoelwater vandaan komt. Anderen maken gebruik van een sproeier, waardoor er geen rand meer in het toilet aanwezig is (*rimless*). Het assortiment is minder uitgebreid dan bij conventionele toiletten.



Figuur 7-2. Vacuümtoilet (foto: LeAF).

Door het inzuigen van lucht maken vacuümtoiletten tijdens de spoeling wat meer en een ander geluid dan conventionele toiletten. Echter is het volume hiervan in de nieuwste generatie vacuümtoiletten niet vergelijkbaar met dat van een vacuümtoilet in het vliegtuig, wat vaak een referentiepunt is voor veel mensen. Een aantal van de nieuwe vacuümtoiletten produceren nauwelijks

meer geluid dan een conventioneel spoeltoilet, maar dit is wel sterk afhankelijk van het type toilet en of er met de deksel dicht wordt doorgespoeld³⁸.

7.2.4 Voedselrestenvermalers

Voedselrestenvermalers kunnen worden toegepast in combinatie met een vacuümsysteem voor zwartwater, dit wordt al toegepast in de praktijk. Een groot deel van het groente en fruitafval en overige voedselresten uit de keuken (GFe) kunnen in de voedselrestenvermaler worden verwerkt. In de keuken worden een grote en een kleine spoelbak (anderhalve spoelbak) geplaatst. De vermaler bevindt zich onder de kleine spoelbak. De aansluiting op de vacuümleiding gebeurt, net als bij het vacuümtoilet, met een pneumatische klep. De voedselrestenvermaler zelf heeft wel stroom nodig om te werken (circa 13 kWh/huishouden/jaar).

In het aanrechtblad of de achterwand komt een drukknop waarmee de voedselrestenvermaler wordt geactiveerd. De klep wordt vervolgens geopend en het vermalen GFe-afval de leiding in gezogen. De kraan zal ook een bepaalde hoeveelheid water afgeven om de spoelbak en vermaler mee te spoelen. Doordat het vermalen GFe-afval actief wordt weggezogen en niet onder vrij verval door de leiding stroomt, en dit in kleine deeltjes is vermalen, is verstopping door het in de leiding achterblijven van deeltjes niet aan de orde.

Het waterverbruik voor een voedselrestenvermaler aangesloten op een vacuümsysteem, voor het aantal bewoners en appartementen van City West, bedraagt circa 0,5 tot 1 liter per persoon per dag.

De voedselrestenvermaler en klep worden door een PLC aangestuurd. Dit geheel (vermaler, besturingskast en vacuüm afvoerkast) zal in het keukenkastje onder de spoelbak geïnstalleerd worden.

7.2.5 Inpandig vacuümriool (zwartwater en GFe)

Vacuümleidingen hoeven in tegenstelling tot vrijvalleidingen niet met een bepaald afschot aangelegd te worden. De leidingdiameter inpandig bedraagt in het appartement 50mm. Afhankelijk van het aantal aangesloten toiletten zal het vacuümriool in de leidingschacht een diameter van 50mm, 63mm of 75mm hebben. Vanwege de flexibiliteit en de relatief kleine leidingdiameters is het niet meer noodzakelijk om het toilet dichtbij een hoofdleiding te situeren, zoals bij conventionele riolering normaal wel het wenselijk is.

Bij het ontwerp van het inpandig leidingwerk moet er wel rekening worden gehouden met geluidsisolatie. Hoewel het geluid van vacuümtoiletten zelf vergelijkbaar is met spoeltoiletten, produceren vacuümtoiletten meer contact- of constructiegeluid. Door het contactgeluid verplaatst het geluid zich beter naar naastgelegen ruimtes, waardoor het doorspoelen met een vacuümtoilet, ook met de klep dicht, hoorbaarder is dan een conventioneel toilet. Dit is vooral in hoogbouw een aandachtspunt.

³⁸ Akoestisch onderzoek vacuümtoiletten. STOWA 2020-11.

Contactgeluid kan o.a. verminderd worden door hier rekening mee te houden bij het beugelen van de vacuümrioolleidingen, geluidsisolatie in de leidingschacht aan te brengen, en de toiletruimte zo te situeren dat deze niet grenst aan het naastgelegen appartement. Op dit moment wordt er in Amsterdam praktijkervaring opgedaan met de akoestiek van vacuümtoiletten in hoogbouw.

7.2.6 Transport van grijs- en zwartwater (DWA-stelsels)

Het grijswater uit de gebouwen stroomt door twee aparte en verschillende rioolstelsels naar de zuivering; een grijswater- en zwartwaterriool. Het grijswaterriool is vrijval, het zwartwaterriool is een vacuümstelsel.

De ligging van deze stelsels is gelijk aan de andere scenario's, aangezien het grijswaterrioolstelsel vrijval is (Figuur 4-2). Het laagste punt in dit stelsel zal het noordnoordoosten van de wijk zijn, en dit is, vanuit dit oogpunt gezien, de meest logische plaats voor de zuivering.

Elk stelsel heeft een lengte van circa 1 km.

7.2.6.1 Grijswaterrioolstelsel (vrijval)

Voor verdere uitleg over het grijswaterrioolstelsel verwijzen we naar Hoofdstuk 5.2.3. Net als in de andere afvalwaterscenario's wordt hier een 315mm PVC rioolbuis voorzien, zonder gemaal.

Het grijswater zal lokaal met een technologisch systeem (actief slib) worden gezuiverd.

7.2.6.2 Zwartwaterrioolstelsel (vacuüm)

Vacuümriolering voor transport van afvalwater wordt wereldwijd al meerdere decennia toegepast. De leidingwand is dikker dan bij conventioneel riool in verband met de onderdruk. Het materiaal is PVC of HDPE. Er zitten verschillende afsluiters in het systeem; in het stelsel per groep van 15 woningen en op de plek van de erfaansluiting, per gebouw. Deze afsluiters, met inspectiepunten, zijn handmatig of pneumatisch te bedienen. Door het sluiten van de afsluiters zijn eventuele lekkages op te sporen en kunnen delen (woning, straat of streng) van het stelsel worden afgesloten tijdens reparaties. Ook kan een deel van de leiding tijdelijk gebypassed worden mocht het nodig zijn. Tevens kan een kolkzuiger op een deel van het systeem worden aangesloten om zo de onderdruk in het systeem te garanderen. Dit kan het geval zijn als er een storing op treedt, in geval van onderhoud, of bij renovatiewerkzaamheden.

De leidingdiameter van vacuümriolering uitpandig is doorgaans 90-125 mm. Er is een redelijke vrijheid in leidingverloop, aangezien de leidingen over de gehele lengte niet onder afschot hoeven te lopen. Beperkt transport omhoog is zelfs mogelijk.

Het vacuümstation houdt het systeem op de gewenste onderdruk. Voor afvalwaterscenario Lokaal Circulair in City West bestaat dit station uit één vacuümpompunit en één vacuümtank ($\sim 5\text{m}^3$) die hiermee op onderdruk wordt gehouden. In de vacuümtoiletten wordt lucht en water gezogen. Dit wordt naar de vacuümtank getransporteerd. Vanaf hier wordt het water weggepompt en verlaat de lucht via de vacuümpomp het systeem. Om stankoverlast voor omwonenden te voorkomen wordt deze lucht met een carbonfilter behandeld.

Bij uitval van elektrische voeding blijft de onderdruk in het systeem bestaan. Deze zal wel, door het spoelen van toiletten, naarmate de uitval langer duurt steeds verder afnemen. Kortdurende stroomonderbrekingen hebben dus geen negatief effect op het functioneren van het systeem.

De vacuümpompunit wordt met een dubbel pompsysteem (duty/standby) uitgerust (totaal 3-4 vacuümpompen), zodat bij uitval van de ene vacuümpomp de andere het werk kan overnemen. Ook de persompunit die het ingezamelde afvalwater wegpompt naar de vergister wordt op deze manier uitgevoerd. Totaal zijn er dus 4-5 pompen aanwezig. Om bij lange stroomstoringen de afvoer van zwartwater te garanderen is een noodaggregaat te voorzien, en/of een aansluiting voor een kolkzuiger.

Het ingezamelde zwartwater en GFe-afval wordt met de perspompen naar de zwartwaterzuivering gepompt.

7.2.7 Hemelwaterafvoer (HWA-stelsel)

Het HWA-stelsel in dit afvalwaterscenario is gelijk aan het HWA-stelsels in de andere 3 afvalwaterscenario's. Dit is beschreven in Hoofdstuk 4.2.3.

7.2.8 Vergister: UASB

De toegepaste vergister voor afvalwaterscenario Lokaal Circulair is van het type UASB. De vergister zet organisch materiaal in het zwartwater en GFe-afval voor het grootste deel om in biogas. Vast materiaal wordt ingevangen in het slibbed en deels afgebroken. Slechter afbreekbaar vast materiaal blijft achter als slib, en ook blijft er een restfractie CZV over in het effluent. De reactor wordt op een temperatuur van 35°C bedreven, en zal een totaalvolume van 77m^3 hebben, verdeeld over 2 of 3 reactoren (afhankelijk van ontwerp, beschikbare ruimte en fasering van bouw). De hoogte van de reactor is 4 meter. Er is een additionele 2 meter werkruimte boven de reactor nodig voor leidingen en toegang tot het systeem (totaal benodigde hoogte $>6\text{m}$).

Op basis van de zwartwater- en GFe-afvalproductie wordt dagelijks circa 60m^3 biogas geproduceerd, met een methaangehalte van circa 75%. Dit zal worden gebruikt om het zwartwater te verwarmen. Het ingaande zwartwater zal een gemiddelde temperatuur van 12°C hebben, terwijl de reactor op 35°C wordt bedreven. Hiervoor is circa $2,5\text{GJ/d}$ aan energie nodig, inclusief de warmteverliezen van de UASB zelf. Het biogas is voldoende om het zwartwater 10°C op te warmen. Er kan circa $8\text{--}10^\circ\text{C}$ teruggewonnen worden uit het effluent van de OLAND met een warmtewisselaar. Dit zal afhangen van de mate van

isolatie van de UASB en OLAND. De resterende warmtevraag kan worden aangevuld met een warmtepomp, warmte uit het WKO-systeem, of warmte teruggewonnen uit het effluent van de grijswaterzuivering. Een vervolgstudie, met detailontwerp van de verschillende zuiveringstechnologieën, zal uitsluitend over moeten geven over de kansen voor optimalisaties.

7.2.9 Stikstofverwijdering: OLAND

De in het zwartwater aanwezige stikstof wordt in de UASB vrijwel volledig omgezet naar ammonium. Het afvalwater zal niet voldoen aan de lozingseisen, en het is nog niet rendabel om stikstof zelf terug te winnen uit afvalwater. Om deze reden wordt de stikstof verwijderd. Dit zal met een OLAND-reactor (Oxygen Limited Autotrophic Nitrification Denitrification) gedaan worden. Dit is een biologisch proces voor de verwijdering van ammonium uit afvalwater. Beknopt gezegd is een OLAND-reactor een verzameling van schoepen die door een waterbad roteren. Op de schoepen groeien bacteriën die door het ronddraaien kort in het water worden ondergedompeld. Door gebruik van onder andere anammox bacteriën wordt de ammonium omgezet naar inert stikstofgas dat naar de lucht gaat. Lucht bestaat voor 80% uit stikstofgas.

Het totaalvolume van de OLAND zal ongeveer 61m³ zijn. De hoogte kan worden aangepast zodat deze in een gebouw of kelder past.

7.2.10 Struvietreactor

De meest gebruikte methode voor terugwinning van nutriënten uit zwartwater is precipitatie van de fosfor en een klein deel van de stikstof met magnesium (bijvoorbeeld magnesiumoxide of magnesiumchloride, wij gaan uit van laatstgenoemd). Daarnaast wordt natronloog gedoseerd om de pH te verhogen. Hierdoor vormt een kristal, struviet genaamd. Struviet is een meststof die wettelijk gebruikt mag worden in de landbouw en wordt onder andere gebruikt als grondstof voor kunstmest.

Struvietprecipitatie is een chemisch proces dat snel plaats kan vinden. De reactor in het afvalwaterscenario Lokaal Circulair is met een totaal volume van 0,3m³ dus een relatief klein onderdeel van het gehele systeem. Bovenop de reactor bevindt zich een doseerpomp waarmee de magnesiumoxide (3 kg/d) wordt gedoseerd.

Ervan uitgaande dat het effluent alleen fosfor in fosfaatvorm bevat en dat circa 95% van de fosfaat geprecipiteerd kan worden als struviet betekent dit dat er per dag zo'n 12kg pure struviet (73kg slurry) gevormd zal worden. Hierin zal 1,5kg fosfaat en 0,7kg stikstof zitten.

7.2.11 B-trap

Na de struvietreactor zal het zwartwater worden bijgemengd met het grijswater, waarna het gezamenlijk naar een actief slib reactor (de B-trap van

een AB-reactor) wordt gepompt. In deze reactor worden de concentraties organische stof en nutriënten verder verlaagd.

De B-trap is een actief slibproces waarbij resterend organisch materiaal wordt omgezet en ammonium wordt genitrificeerd. Het slib uit het proces wordt aan de UASB toegevoegd. Fosfaat kan door toediening van ijzerchloride worden vastgelegd in het slib als dit nodig blijkt.

Het totaal volume van de B-trap zal circa 38m³ zijn. De hoogte kan worden aangepast zodat deze in een gebouw of kelder past.

7.2.12 Nanofiltratie

Als laatste vindt nog een laatste zuivering plaats zodat de lozingseisen behaald zullen worden. Hiervoor wordt het effluent van de B-trap door een membraan geleid dat pathogenen, virussen en microverontreinigingen tegenhoudt. Deze worden, met een deel van het water (het concentraat), teruggeleid naar de UASB voor zuivering.

Het water dat door de membranen (dNF40 is voorzien) heen is geperst (het permeaat), zal aan de lozingsnormen voldoen, en kan lokaal geloosd worden, of gebruikt worden voor irrigatie.

De membranen zullen periodiek (1x per 2 weken) chemisch gereinigd worden door een backwash met Chloor en loog. Het water dat hierbij vrijkomt zal de concentraatbuffer instromen, waarna het in de UASB gereinigd zal worden.

DeSaH heeft afgelopen jaar ervaring opgedaan met het behandelen van het effluent van de B-trap met dNF80 membranen, en start binnenkort met het testen van dNF40 membranen.

7.3 Circulariteit

7.3.1 Water

Vacuümtoiletten gebruiken minder water voor de toiletspoeling, en hierdoor wordt er circa 62m³/d drinkwater bespaard (25% t.o.v. het conventionele scenario). In vergelijking met het conventionele scenario wordt er ruim 75% minder water verbruikt voor toiletspoeling. Echter gebruikt de voedselrestenvermaler water, waardoor de totale besparing uitkomt op circa 60m³/dag (23%).

In dit afvalwaterscenario zal er circa 202m³/dag aan gezuiverd water in de wijk beschikbaar komen. Dit is al het afvalwater in dit scenario, en ruim 77% van het volume dat in de conventionele situatie naar de RWZI afgevoerd zou worden.

Op basis van resultaten van eerdere testen die DeSaH het afgelopen jaar heeft uitgevoerd wordt verwacht dat ruimschoots aan de grenswaarden voor lozing voldaan kan worden (Tabel 7-1). Het water in dit scenario wordt verregaand

gezuiverd. Met de nanofiltratie is hier een vierde stap, voor verwijdering van microverontreinigingen, ingebouwd. Dit is op RWZI Nieuwegein nog niet aanwezig.

Tabel 7-1. Effluentconcentraties na nanofiltratie (met dNF80) zoals opgegeven door DeSaH.

		Steekmonster
BZV	mg/liter	nb
CZV	mg/liter	<10
Zwevend stof	mg/liter	nb
Totaal stikstof	mg N/liter	3,6
Totaal fosfaat	mg P/liter	0,47

7.3.2 Nutriënten

In het afvalwaterscenario Lokaal Circulair worden fosfaat en een klein deel van de stikstof herwonnen uit het zwartwater en GFe-afval.

Struviet is een meststof die lokaal gebruikt mag worden. Er wordt circa 12kg/d pure struviet geproduceerd (op jaarbasis 4,4 ton), met daarin 1,5kg fosfaat en 0,7kg stikstof. Dit is 57% van de fosfaat uit het zwartwater en GFe-afval (52% van de fosfaat in de gehele afvalwaterstroom), en ruim 3% van de stikstof uit het zwartwater en GFe-afval (~3% van de stikstof in al het huishoudelijk afvalwater).

7.3.3 Energie

In afvalwaterscenario Lokaal Circulair wordt circa 50% van de energie in het douchewater herwonnen. Dit komt neer op een jaarlijkse besparing van circa €100 tot €150 per huishouden. Dit is wel sterk afhankelijk van het leidingontwerp, grootte van het huishouden en hoelang er wordt gedoucht.

Via de UASB-reactor wordt energie geproduceerd. De verwachte biogasproductie bedraagt 60m³/d. Het biogas uitgedrukt in aardgaskwaliteit (82% methaan) komt overeen met circa 50m³ aardgas per dag.

Het biogas is volledig nodig om het influent en de reactor op temperatuur te brengen en te houden. Daarnaast wordt de warmte van het effluent van de OLAND ook ingezet om het inkomende zwartwater op te warmen, en zal er extra energie nodig zijn voor het opwarmen van het zwartwater (circa 500MJ/dag, en 1,6GJ/dag als er na de OLAND geen warmtewisselaar wordt geplaatst).

Het effluent van de zuiveringsinstallatie zal, na de nanofiltratie nog circa 20°C zijn. Door dit af te koelen naar 12°C is de warmtepotentie 6,8GJ/d (31% van de warmtevraag van City West). Met een rendement van 80% voor de warmtewisselaar is dit 5,4GJ/d (25% van de warmtevraag van City West). Dit kan ook worden ingezet om het zwartwater te verwarmen, waardoor het geproduceerde biogas gebruikt kan worden om elektriciteit te produceren (133kWh/d).

7.3.4 GF-afval

Het GFe-afval van de huishoudens wordt met behulp van een voedselrestenvermaler in de keuken ingezameld. Dit GFe-afval komt dus niet in het restafval terecht. Per huishouden is berekend dat er jaarlijks 69kg GFe-afval geproduceerd wordt³⁹. Er is aangenomen dat 70% hiervan (49kg) met de voedselrestenvermaler gescheiden wordt afgevoerd⁴⁰. Deze stroom wordt samen met het zwartwater verwerkt om het water te zuiveren en grondstoffen terug te winnen. Er wordt ten dele biogas van gemaakt en er worden nutriënten teruggewonnen.

7.4 Kosten en baten

De kosten voor afvalwaterscenario Lokaal Circulair zijn weergegeven in Tabel 7-2. Voor een overzicht van de gevolgde aanpak en gebruikte kentallen verwijzen we naar Hoofdstukken 2 en 3.

De kosten voor sanitair en riolering in pandig bevatten investeringen voor een vacuümtoilet, vacuüm voedselrestenvermaler, douche-WTW, in pandig vacuümrioolstelsel (aangesloten op de toiletten en de voedselrestenvermalers), in pandig vrijvervalrioolstelsel voor grijswater en erfaansluitingen. Riolering uitpandig omvat een DWA-stelsel voor grijswater, een vacuümrioolstelsel voor zwartwater en een HWA-stelsel voor hemelwater. Zuiveringskosten zijn de kosten voor de zuiveringsinstallaties die het zwart- en grijswater lokaal zuiveren met bijbehorende biogasproductie en grondstofterugwinning.

Erfaansluitingen zijn opgenomen voor het vacuümrioolstelsel, het grijswaterriool en het hemelwaterriool. De erfaansluitingen van het vacuümrioolstelsel bevatten elk een afsluiter in een straatpot. De kosten voor de erfaansluitingen zijn bij de bewoners opgenomen, omdat de gemeente deze doorbelast aan de projectontwikkelaar, die ze vervolgens verdisconteert met de toekomstige eigenaren.

De investeringskosten voor het DWA en HWA-stelsel zijn op basis van Leidraad Riolering D1100 voor vervanging van een 315mm PVC DWA- en 400mm PVC HWA-stelsel. In deze kosten zijn geen gemaal en externe overstort opgenomen, maar wel de putten en kolken.

De exploitatiekosten van het rioolstelsel zijn gebaseerd op de opgaaf van Gemeente Nieuwegein (€2/woning voor een DWA- en HWA-stelsel). Deze

³⁹ Het percentage keukenafval in het restafval (33%) is gebaseerd op Utrecht met 40-60% hoogbouw. City West is echter *alleen* hoogbouw. Mogelijk is City West meer vergelijkbaar met Amsterdam of Arnhem waar geen GFT apart wordt ingezameld. Deze percentage (respectievelijk 37% en 32,5%) zijn vergelijkbaar met die van Utrecht (CREM, 2019. *Voedselverspilling in Fijn huishoudelijk restafval en GFT-afval Nederland 2019*).

⁴⁰ Inschatting op basis van een eerder project is dat de scheiding maximaal 80% zal zijn. Literatuur laat zien dat maximaal 65% gemeten is. Een hoger percentage is haalbaar geacht, want het wonen in een duurzame wijk heeft ook een positief effect op het gedrag van mensen (bewuster scheiden, minder water verbruiken).

exploitatiekosten zijn ook gehanteerd voor het vacuümrioolstelsel. Met de exploitatiekosten voor de vacuümpomp (onderhoud, stroomverbruik), komen de exploitatiekosten voor de drie rioolstelsels (DWA, HWA en vacuüm) uit op €11/woning.

Tabel 7-2. Kostenraming afvalwaterscenario Lokaal Circulair. Bedragen exclusief btw, behalve baten voor bewoners. Investering in €, jaarlijkse kosten in €/jaar. Gebruikte uitgangspunten en kentallen staan vermeld in Tabel 3-1. Voor toelichting zie tekst.

	Investering (€)	Jaarlijkse kosten (€/j)		
		Totaal	Afschrijving	Exploitatie
Kosten sanitair en riolering in pandig	5.370.000	4.000		4.000
<i>Toeslagen</i>	2.240.000	2.000		2.000
Totaal kosten woningen	7.610.000	6.000	0	6.000
Baten bewoners		-186.000	0	-186.000
Totaal kosten en baten		-180.000	0	-180.000
 Riolering uitpandig	1.160.000	42.000	32.000	10.000
<i>Toeslagen</i>	490.000	17.000	13.000	4.000
Totaal riolering uitpandig	1.650.000	59.000	45.000	14.000
Baten GF-afval verwerking		-15.000	0	-15.000
Totaal kosten en baten riolering uitpandig		44.000	0	-1.000
 Zuivering	1.010.000	92.000	42.000	50.000
<i>Toeslagen</i>	420.000	39.000	18.000	21.000
Totaal zuivering	1.430.000	131.000	60.000	71.000
Baten struviet		-500		-500
Totaal exclusief toeslagen	7.550.000	138.000	74.000	64.000
Totaal inclusief toeslagen	10.690.000	196.000	105.000	91.000
Totaal inclusief baten		-6.000	105.000	-112.000

De jaarlijkse kosten voor de zuivering van het afvalwater bestaan uit kosten voor afschrijving, onderhoud, stroom, en slibafvoer en verwerking voor alle afzonderlijke installaties (UASB, OLAND, Struvietreactor, B-systeem en nanofiltratie).

De opgenomen baten van het sanitair komen ten goede aan de bewoners. Dit is een besparing op kosten voor het verwarmen van douchewater (terugverdientijd van de douche-WTW is 6 tot 9 jaar, zie ook hoofdstuk 5.4) en vermindering van waterverbruik voor toiletspoeling door de vacuümriolering. De baten voor lokale GF-afval verwerking (besparing op inzamel- en verwerkingskosten) komen toe aan de gemeente. De baten van de struvietproductie komen toe aan het waterschap.

8. Vergelijking van afvalwaterscenario's

8.1 Ruimtebeslag

Het ruimtebeslag is verschillend per afvalwaterscenario. De afvalwaterscenario's met hogere ambitieniveaus maken gebruik van additionele technologieën en hebben daarvoor ruimte in het publiek gebied of in de gebouwen nodig (Tabel 8-1).

Tabel 8-1. Ingeschatte benodigde oppervlaktes voor de afvalwaterzuiveringstechnologieën, per afvalwaterscenario, voor City West.

		Conventioneel	Phytoparking	Hydraloop	Lokaal Circulair
Ingeschat benodigd oppervlak	m ²	0	1.300	1.200	150

Het conventionele scenario heeft geen extra ruimte nodig boven de reservering voor het reguliere DWA- en HWA-riool.

In afvalwaterscenario Phytoparking is extra ruimte nodig voor de Phytoparking en de bijbehorende voorbezinker en pompput (respectievelijk netto 1.100m² en 140m², zie Hoofdstuk 5.2.5)⁴¹. De voorbezinker en pompput moeten ondergronds geplaatst kunnen worden, bijvoorbeeld onder het busstation of parkeerplaatsen, en de Phytoparking kan op verschillende manieren worden vormgegeven (rechthoekig, een natuurlijke vorm, meerdere kleinere eenheden). Afhankelijk van het ontwerp is het ook mogelijk dat er meerdere pompputten en vetafscheiders nodig zijn, dit zal in een detailontwerp duidelijk worden. Door de Phytoparking in te zetten als parkeerplaats vindt er een stapeling van functies plaats, en is de aanspraak op openbare ruimte te minimaliseren.

In afvalwaterscenario Hydraloop is er in de gebouwen ruimte nodig voor de Hydraloop Cascade en de extra leidingen (totaal voor heel City West 16 m² voor Hydraloop Cascade alleen, 25m² met oppervlak voor loop- en werkruimte, en leidingwerk, zie ook Hoofdstuk 6.2.3). Per gebouw zal er 1 Hydraloop Cascade geplaatst worden, waarvan de totale grootte af zal hangen van het aantal inwoners. Een Hydraloop is circa 30 cm diep en 80 cm breed, en de Hydraloop Cascade kan, bijvoorbeeld, langs de muur van een technische ruimte worden geplaatst. In dit afvalwaterscenario is daarnaast ook ruimte in het openbare gebied nodig voor de Phytoparking en de bijbehorende voorbezinker en pompput (respectievelijk netto 1.100m² en 80m², zie Hoofdstuk 6.2.6)⁴². Net als bij het afvalwaterscenario Phytoparking kan hier ook op ruimte worden bespaard door functies te combineren.

⁴¹ Totaal volume van de voorbezinker en pompput is 271m³. Aanname is een waterhoogte van 2m.

⁴² Totaal volume van de voorbezinker en pompput is 155m³. Aanname is een waterhoogte van 2m.

De zuiveringstechnieken en het vacuümstation voor afvalwaterscenario Lokaal Circulair moeten in de kelder of parkeergarage van een gebouw, of apart nutsgebouw, worden geplaatst. Het is nog niet bekend waar hier ruimte voor beschikbaar is, daarom is dit verder buiten beschouwing gelaten. De UASB heeft met 6 meter het grootste hoogtebeslag van de reactoren. De andere technologieën zullen een hoogte hebben van circa 3 meter. De vacuümpompunit met vacuümtank komen ook bij de zuiveringsinstallaties te staan. Op basis van de volumes is een netto vloeroppervlak van circa 75m² nodig. Omdat er ook oppervlak voor leidingwerk en loopruimte nodig zal zijn, is een reservering van 100-150m² opgenomen.

Het optimum aantal eenheden voor elke technologie (Phytoparking, Hydraloop, UASB, OLAND, struvietreactor, B-reactor, nanofiltratie en vacuümstation) zal sterk afhangen van het uiteindelijke ontwerp van City West. Op basis hiervan wordt inzichtelijk hoeveel ruimte er op welke plekken in de wijk beschikbaar is, waar het gezuiverde water geïnfiltreerd kan worden, hoeveel mensen op het systeem zullen lozen. Ook spelen kosten, redundantie en bedrijfsvoering en gefaseerde aanleg een belangrijke rol. Vanwege de onzekerheid hiervan vallen deze aspecten nu buiten de scope van de QuickScan, en zullen deze voor alle technologieën in een volgende fase verder uitgewerkt moeten worden.

Als laatste wordt opgemerkt dat het ook mogelijk is om een conventioneel helofytenfilter aan te leggen in plaats van een Phytoparking. In dat geval zal het ruimtebeslag van het filter voor afvalwaterscenario's Phytoparking én Hydraloop toenemen tot circa 4.000-4.500m². Het benodigde oppervlak van de voorbezinkers en pompputten is hetzelfde. Het is ook mogelijk om de Phytoparking niet als parkeerplaats aan te leggen, maar met riet of andere planten. In dat geval verandert het benodigde oppervlak voor beide scenario's niet, maar heet het systeem een Phytoair.

8.2 Water

In twee scenario's worden waterbesparende technologieën toegepast (Hydraloop en Lokaal Circulair). Tabel 8-2 toont de afvalwatervolumes per scenario.

Tabel 8-2. Afvalwatervolumes en waterbesparing per afvalwaterscenario voor City West.

		Conventioneel	Phytoparking		Hydraloop		Lokaal Circulair	
			zwart	grijs	zwart	grijs	zwart	grijs
Afvalwater-productie	m ³ /d	262	81	181	81	105	21	181
Totaal	m ³ /d	262	262		186		202	
Afvalwater	l/p/d	116	36	80	36	47	9	80
Totaal	l/p/d	116	116		83		90	
Verminderde afvalwater-productie	%	-	0%		29%		23%	

De afvalwatervolumes zullen iets afwijken van de drinkwaterconsumptie. De reden hiervoor is dat er drinkwater wordt gebruikt voor doeleinden die niet resulteren in afvalwater (bijvoorbeeld schoonmaken, planten water geven, koken (verdamping) en consumptie). Het afvalwater bevat naast water ook feces, urine, toiletpapier en, afhankelijk van het afvalwaterscenario, GFe-afval.

Afvalwaterscenario Hydraloop zal het meeste drinkwater besparen. Hier wordt circa 36l/p/d ($76\text{m}^3/\text{d}$) bespaard aan drinkwater voor toiletspoeling door douchewater lokaal te zuiveren en hiervoor te hergebruiken. Dit is terug te zien in een kleiner volume grijswater.

Afvalwaterscenario Lokaal Circulair bespaart ook drinkwater voor toiletspoeling door inzet van vacuümtoiletten. Daarnaast verwijdert de nanofiltratie ook virussen, pathogenen en microverontreinigingen.

Het gezuiverde water kan worden ingezet voor klimaat-adaptieve maatregelen. In eerste instantie zou dit met groen-blauwe infrastructuur gedaan worden. Het plan was om het gezuiverde water, met hemelwater, in een stadsbeek door de wijk te laten stromen. Gedurende de QuickScan werd echter duidelijk dat gemeente en waterschap hebben besloten om het hemelwater, met eventueel gezuiverd afvalwater, te infiltreren in de bodem. Dit wordt verder uitgezocht in een TKI-project.

Bij infiltratie van het gezuiverde water zijn wel een aantal opmerkingen te plaatsen. Deze worden in Hoofdstuk 9.3 verder toegelicht.

8.3 Nutriënten

Alleen in het afvalwaterscenario Lokaal Circulair worden nutriënten teruggewonnen uit het zwartwater en GFe-afval. Er wordt circa 12kg/d pure struviet geproduceerd (op jaarbasis 4,4 ton pure kristallen), met daarin 1,5kg fosfaat en 0,7kg stikstof. Dit is 57% van de fosfaat uit het zwartwater en GFe-afval en 52% van de fosfaat in de gehele afvalwaterstroom (inclusief grijswater). Ruim 3% van de stikstof uit het zwartwater en GFe-afval wordt teruggewonnen, wat ook ongeveer 3% van de stikstof in de gehele afvalwaterstroom is.

HDSR overweegt wel om RWZI Nieuwegein in de toekomst om te bouwen naar een Energie- en Grondstoffen Fabriek (E&GF). In dat geval is het mogelijk dat er in de toekomst, in de andere afvalwaterscenario's, naast biogas ook andere grondstoffen worden herwonnen, zoals nutriënten (struviet) en cellulose.

8.4 Warmteterugwinning uit afvalwater

In afvalwaterscenario's Phytoparking, Hydraloop en Lokaal Circulair wordt warmte op appartementsniveau teruggewonnen met een douche-WTW. Circa 40-60% van de warmte in het afvalwater van de douche wordt gebruikt om het leidingwater waarmee gedoucht wordt op te warmen (zie Hoofdstuk 5.2.2). Het precieze rendement hangt af van het type douche-WTW, de wijze van

aansluiten en duur van douchen. Voor de appartementen in City West is en douchebak-WTW of douchegoot-WTW voorzien. Nadat een circa 50% van de warmte uit het douchewater is onttrokken stroomt dit verder in het inpandig grijswaterriool.

Het lokale energiesysteem dat waarschijnlijk in City West zal worden toegepast is een WKO. Hierbij wordt warmte opgeslagen in de bodem en vanuit daar het water van City West opgewarmd. De WKO moet worden voorzien van warmte uit de omgeving, hierbij moet de warmtebron een minimale temperatuur hebben om het rendement van de warmtewisselaar eruit te halen. Merosch heeft berekend dat de onbalans van de WKO-installatie (= de energievraag) in City West circa 8.000GJ/jaar is, oftewel 22GJ/d, en hoe dit op gebiedsniveau ingevuld kan worden.

Afvalwater dat een appartementen verlaat heeft een bepaalde restwarmte die gebruikt zou kunnen worden voor een WKO. Het concept om energie terug te winnen uit afvalwater is al eerder toegepast op andere plekken in Nederland⁴³. Echter, Op basis van de berekende energiepotentie van het afvalwater van City West (zie Tabel 8-3) heeft Merosch geconcludeerd dat afvalwater niet de meest kansrijke bron is voor warmteterugwinning voor de WKO. Dit heeft er mee te maken dat het qua kosten het voordeligst is om de warmte uit zo min mogelijk verschillende bronnen te halen, en er niet genoeg warmte aanwezig is in het afvalwater. Ook sluiten de locatie van het samenkomen van de verschillende afvalwaterstromen (noordnoordoosten van de wijk) en de voorziene locaties van de WKO-installaties niet goed op elkaar aan. Het afvalwater in City West heeft vanwege de relatief korte transportafstanden wel de ideale temperatuur voor warmteterugwinning. Dus mocht de locatie voordelig zijn, dan zou de warmte uit het afvalwater mogelijk toch interessant kunnen zijn voor de WKO.

Tabel 8-3 toont de volumes, temperaturen en energiepotentie van het afvalwater bij de perceelgrens, per afvalwaterscenario, en van het gezuiverde afvalwater voor Afvalwaterscenario Lokaal Circulair. Ook is berekend wat het aandeel van de energiepotentie van de benodigde energie is. Het effect van de douche-WTW op de warmtepotentie van het afvalwater op de perceelgrens is hierin meegenomen. Rendementen van warmtewisselaars zijn niet meegenomen.

Het is echter in praktijk niet mogelijk om de energie direct aan de perceelgrens terug te winnen, dus zal er nog afkoeling in het riool plaatsvinden. De afkoeling is afhankelijk van de afstand en van het seizoen. Als wordt uitgegaan van een afkoeling tot 21°C is de energiepotentie van het afvalwater per afvalwaterscenario lager. Voor afvalwaterscenario's Conventioneel, Phytoparking en Hydraloop is dat respectievelijk 9,9GJ/d, 6,8GJ/d en 4,0GJ/d, wat overeenkomt met 45%, 31% en 18% van de benodigde warmte.

Als de warmte van het gezuiverde water in afvalwaterscenario Lokaal Circulair met een rendement van 80% wordt teruggewonnen, is er circa 5,4GJ/d beschikbaar.

⁴³ STOWA 2018. Portfolio thermische energie uit afvalwater; waardevolle lessen uit de praktijk.

Tabel 8-3. Volumes, temperaturen en warmtepotentie van het afvalwater bij de perceelgrens, in de verschillende afvalwaterscenario's voor City West.

		Conventioneel Huishoudelijk afvalwater	Phytoparking Ruw grijswater*	Hydraloop Ruw grijswater*	Lokaal Circulair Gezuiverd water
Volume afvalwater stroom	m ³ /d	262	181	105	202
Temperatuur afvalwater	°C	28	24	26	20
Warmte potentie (tot 12°C)	GJ/d	17,5	9,1	6,1	6,8
Aandeel van benodigde warmte	%	80	41	28	31
Warmte potentie bij 21°C (tot 12°C)	GJ/d	9,9	6,8	4,0	6,8**
Aandeel van benodigde warmte	%	45	31	18	31

* Er is alleen met ruw grijswater (dus voordat het door de Phytoparking wordt gezuiverd) gerekend omdat het zwart- en grijswater apart worden ingezameld en getransporteerd, en de thermische energiepotentie van het zwartwater beperkt is. Dit is circa 10% van warmtevraag.

** Temperatuur van dit water is 20°C.

8.5 Kosten en baten

De kostenramingen zijn per afvalwaterscenario in Hoofdstukken 4.4, 5.4, 6.4 en 7.4 beschreven. Deze zijn onderverdeeld in investeringskosten en jaarlijkse kosten. Laatstgenoemde bestaat uit afschrijving en exploitatiekosten. Tabel 8-4 toont de totale investerings- en jaarlijkse kosten van de 4 afvalwaterscenario's. De investerings- en jaarlijkse kosten zijn in Tabel 8-5 per huishouden weergegeven.

De grootste investeringen zijn in pandig, en komen dus, via de projectontwikkelaars, de toekomstige eigenaren toe. Deze investeringen bestaan uit extra leidingwerk (riolering en wateraanvoer voor toiletten), douche-WTW, Hydraloop, en/of vacuümtoiletten en voedselrestenvermalers. De bewoners hebben ook de meeste baten. Deze komen voort uit water- en, voornamelijk, energiebesparingen. Omgerekend is in afvalwaterscenario's Phytoparking, Hydraloop en Lokaal Circulair een jaarlijkse besparing van respectievelijk €150,-, €190,- en €180,- per huishouden. Dit is inclusief BTW, omdat bewoners dit niet kunnen verrekenen.

De terugverdientijden van de douche-WTW en Hydraloop zijn (exclusief BTW, inclusief 20% onvoorzien en 41,7% toeslagen), respectievelijk, 6-9 jaar en 19-60 jaar. De spreiding in terugverdientijd voor de Hydraloop is toe te schrijven aan

of het benodigde riolering en leidingwerk wordt meegenomen in de berekening, of niet. Water- en elektriciteitsverbruik van de Hydraloop is ook opgenomen.

Tabel 8-4. Kostenraming afvalwaterscenario's City West. Bedragen exclusief btw, behalve baten voor bewoners. Investerings in €, jaarlijkse kosten in €/jaar. Gebruikte uitgangspunten en kentallen staan vermeldt in Tabel 3-1. Voor toelichting zie tekst.

	Conventioneel		Phytoparking		Hydraloop		Lokaal Circulair	
	Investerings (€)	Jaarlijkse kosten (€/j)	Investerings (€)	Jaarlijkse kosten (€/j)	Investerings (€)	Jaarlijkse kosten (€/j)	Investerings (€)	Jaarlijkse kosten (€/j)
Kosten sanitair en riolering inpandig	1.010.000		2.440.000		3.690.000	3.000	5.370.000	4.000
<i>Toeslagen</i>	<i>420.000</i>		<i>1.020.000</i>		<i>1.540.000</i>	<i>1.000</i>	<i>2.240.000</i>	<i>2.000</i>
Totaal kosten woningen	1.430.000	0	3.460.000	0	5.230.000	4.000	7.610.000	6.000
Baten				-188.000		-235.000		-186.000
Riolering uitpandig	950.000	21.000	1.050.000	24.000	1.050.000	24.000	1.160.000	42.000
<i>Toeslagen</i>	<i>390.000</i>	<i>9.000</i>	<i>440.000</i>	<i>10.000</i>	<i>440.000</i>	<i>10.000</i>	<i>490.000</i>	<i>17.000</i>
Totaal riolering uitpandig	1.340.000	30.000	1.490.000	34.000	1.490.000	34.000	1.650.000	59.000
Baten GF-afval verwerking								-15.000
Zuivering	0	34.000	250.000	49.000	250.000	49.000	1.010.000	92.000
<i>Toeslagen</i>	<i>0</i>	<i>0*</i>	<i>100.000</i>	<i>11.000**</i>	<i>100.000</i>	<i>11.000**</i>	<i>420.000</i>	<i>39.000</i>
Totaal zuivering	0	34.000	350.000	60.000	350.000	60.000	1.430.000	131.000
Baten struviet								-500
Totaal exclusief toeslagen	1.960.000	55.000	3.740.000	73.000	4.990.000	76.000	7.550.000	138.000
Totaal inclusief toeslagen	2.770.000	64.000	5.300.000	94.000	7.070.000	98.000	10.690.000	196.000
Totaal inclusief baten				-94.000		-137.000		-6.000

* Zuiveringskosten zijn gebaseerd op de zuiveringsheffing, toeslagen zijn hier dus niet van toepassing.

** Toeslagen zijn alleen berekend over de jaarlijkse kosten van de Phytoparking, niet over de exploitatiekosten van het zuiveren van het zwartwater op de RWZI. Dit is namelijk gebaseerd op de zuiveringsheffing.

De kosten voor het transport van het afvalwater bevatten bij afvalwaterscenario's met hogere ambitieniveaus een extra rioolstelsel voor het apart transporteren van grijs- en zwartwater. Deze scenario's hebben dan ook hogere investerings- en jaarlijkse kosten dan het conventionele scenario. Opgemerkt wordt dat de toename in investeringskosten, ten opzichte van het conventionele scenario, relatief laag is. Het extra rioolstelsel is goedkoper in aanleg omdat er voor dit stelsel geen oud riool verwijderd en afgevoerd hoeft te worden (geen vervanging).

Bij afvalwaterscenario Lokaal Circulair is er, naast een DWA-stelsel voor het grijswater en een HWA-stelsel voor het hemelwater, een vacuümrioolstelsel voor het zwartwater en GFe-afval. De jaarlijkse kosten van dit stelsel zijn hoger dan een vrijvervalstelsel vanwege het stroomverbruik van de vacuüm- en perspompen, evenals exploitatiekosten van de elektromechanische onderdelen. Echter heeft de gemeente in dit scenario's ook baten. Deze komen

voort uit een besparing voor het niet apart hoeven inzamelen en verwerken van een aanzienlijke fractie (70%) van het GFe-afval in City West.

Tabel 8-5. Kostenraming afvalwaterscenario's City West per huishouden (1.250). Bedragen exclusief btw, behalve baten voor bewoners. Investering in €, jaarlijkse kosten in €/jaar. Gebruikte uitgangspunten en kentallen staan vermeldt in Tabel 3-1. Voor toelichting zie tekst.

	Conventioneel		Phytoparking		Hydraloop		Lokaal Circulair	
	Investering (€)	Jaarlijkse kosten (€/j)	Investering (€)	Jaarlijkse kosten (€/j)	Investering (€)	Jaarlijkse kosten (€/j)	Investering (€)	Jaarlijkse kosten (€/j)
Kosten sanitair en riolering in pandig	800		2.000		3.000	2	4.300	3
<i>Toeslagen</i>	300		800		1.200	1	1.800	2
Totaal kosten woningen	1.100	0	2.800	0	4.200	3	6.100	5
Baten				-150		-190		-180
Riolering uitpandig	800	17	800	19	800	20	900	30
<i>Toeslagen</i>	300	7	400	8	400	10	400	10
Totaal riolering uitpandig	1.100	24	1.200	30	1.200	30	1.300	50
Baten GF-afval verwerking								-10
Zuivering	0	30	200	40	200	40	800	80
<i>Toeslagen</i>	0	0*	100	10**	100	10**	300	30
Totaal zuivering	0	30	300	50	300	50	1.100	110
Baten struviet								-0
Totaal exclusief toeslagen	1.600	40	3.000	60	4.000	60	6.000	110
Totaal inclusief toeslagen	2.200	50	4.200	80	5.700	80	8.600	160
Totaal inclusief baten				-80		-110		-5

* Zuiveringskosten zijn gebaseerd op de zuiveringsheffing, toeslagen zijn hier dus niet van toepassing.

** Toeslagen zijn alleen berekend over de jaarlijkse kosten van de Phytoparking, niet over de exploitatiekosten van het zuiveren van het zwartwater op de RWZI. Dit is namelijk gebaseerd op de zuiveringsheffing.

De zuiveringslasten bestaan in de afvalwaterscenario's Phytoparking en Hydraloop uit de afschrijvings- en exploitatiekosten voor de lokale verwerking van grijswater en voor de verwerking van zwartwater op de RWZI. Voor afvalwaterscenario Lokaal Circulair bestaan deze uit het lokaal verwerken van zowel grijs- als zwartwater, met ingezameld GFe-afval. De kosten voor gebruik van grond en realisatie van een (nuts)gebouw zijn *niet* meegenomen. Gebruik van energie (pompen en verwarmen), chemicaliën, slibafvoer, onderhoud en reserveringen voor vervanging van civiele en niet civiele onderdelen zijn in de exploitatiekosten verwerkt.

In Tabel 8-4 is te zien dat de kosten voor de zuivering in de afvalwaterscenario's met hogere ambitieniveaus significant hoger is dan in het conventionele scenario. In deze scenario's zijn investeringskosten die niet in het conventionele scenario nodig zijn, omdat RWZI Nieuwegein het afvalwater van City West zonder uitbreiding kan zuiveren. Ook zijn de jaarlijkse exploitatiekosten hoger omdat het schaalvoordeel van een grotere zuivering hier niet aanwezig is.

De vergelijking tussen zuiveringskosten van het conventionele scenario en de andere afvalwaterscenario's is asymmetrisch. Dit is in feite een transitievraagstuk. Omdat al geïnvesteerd is in de bestaande zuivering kan het alternatief er niet tegenop (lock-in effect), ook al zou de vergelijking in een *greenfield* situatie gunstiger uit kunnen pakken. Nu is gerekend met €15,- per v.e. aan zuiveringskosten. Rekenend met het tarief van 65,48 per v.e. (dat het waterschap HDSR rekent aan bewoners, dus inclusief het terugbetalen van investeringskosten) dan worden de jaarlijkse zuiveringskosten van het conventionele scenario 4-5 maal zo hoog (€147.300). Deze zijn dan ook circa €90K hoger dan de jaarlijkse zuiveringskosten van de afvalwaterscenario's waar het afvalwater lokaal deels wordt gezuiverd. De jaarlijkse zuiveringskosten voor Afvalwaterscenario Lokaal Circulair zijn circa €25K lager. Hierbij moet ook worden opgemerkt dat het water in dit scenario verregaand wordt gezuiverd. Met de nanofiltratie is hier een vierde stap, voor verwijdering van microverontreinigingen, ingebouwd. Dit is op RWZI Nieuwegein nog niet aanwezig. Echter is ook deze vergelijking asymmetrisch, omdat de zuiveringsheffing ook wordt gebruikt voor de indirecte kosten die gepaard gaan met de werkzaamheden van het waterschap. Deze kosten zijn niet meegenomen in de jaarlijkse kosten van de drie overige afvalwaterscenario's.

In het afvalwaterscenario Lokaal Circulair worden ook bij de zuivering grondstoffen teruggewonnen. De financiële baten hiervan zijn echter niet significant, dit is voornamelijk een voordeel op het gebied van circulariteit.

Het totale kostenoverzicht van de afvalwaterscenario's bevat de investeringen die door bewoners, gemeente en het waterschap gedaan moeten worden en hun jaarlijkse uitgaven. Het is zichtbaar dat elk hoger ambitieniveau hogere investeringen vraagt en dat dit niet altijd terugkomt in lagere jaarlijkse lasten. De grote voordelen worden behaald in het lokaal vasthouden van gezuiverd water en in het Lokaal Circulaire scenario ook grondstofterugwinning. Dit zorgt ervoor dat het afvalwater kan bijdragen aan klimaatadaptatie en de circulariteit van City West. Dit draagt bij aan de ambities voor de binnenstad van Nieuwegein.

8.6 Netto Contante Waarde

De kosten van de vier afvalwaterscenario's zijn in de QuickScan als totale investering en totale jaarlijkse kosten berekend. Ze zijn niet uitgesplitst per stakeholder (bewoners, gemeente en waterschap). Ook is er geen netto contante waarde (NCW) berekend. Voor een verdere kostenevaluatie is een Total Cost of Ownership model (TCO) gebruikt. Het doel van dit model is om de financiële aspecten van verschillende afvalwaterscenario's en energiehuishouding voor een gebiedsontwikkeling op overzichtelijke wijze met elkaar te vergelijken. Het TCO-model is een puur financieel model en geen ontwerpmodel. Het technologisch voorontwerp van de afvalwaterscenario's, met kosten van infrastructurele werken, is derhalve vereist als input voor het model.

Door de investerings- en jaarlijkse kosten van de vier scenario's (Tabel 8-4) in het TCO-model in te voeren, is het mogelijk om een splitsing te maken van kosten (inclusief eventuele baten) voor de verschillende betrokken stakeholders en is de NCW van de vier scenario's uitgewerkt. Zo worden de kosten per belanghebbende inzichtelijk over een langere beschouwde periode.

De additionele uitgangspunten voor de TCO-berekeningen zijn weergegeven in Tabel 8-6. Voor het TCO-model is de meest recente versie afkomstig van Waternet gebruikt (*"TCO-model leeg oktober 2018"*). Hierin heeft LeAF een aantal aanpassingen gemaakt voor de BTW berekeningen van de bewoners.

Tabel 8-6. Rekenuitgangspunten TCO-model

Startjaar	2021	
Eindjaar	2070	
Evaluatieperiode	50	jaar
Start volloop (jaar)	2021	
Einde volloop (jaar)	2021	
Discontovoet	2	%
Aflossingsmethodiek	Lineair	
Indices (algemeen, gas, elektra)	0	%
Afschrijvingsmethodiek	Economisch	
Volledige afschrijving einde looptijd	Nee	
BTW-plichtig, voor bewoners ⁴⁴	Nee	
BTW-plichtig, voor gemeente en waterschap	Ja	
Rekenrente, voor alle stakeholders	0	%
Herinvestering tijdens evaluatieperiode	Ja	
Afschrijvingstermijn sanitair bewoners	15 jaar	
Afschrijvingstermijn in pandig rioolstelsel (vrijverval en vacuüm	50 jaar	

Het TCO-model houdt rekening met het kunnen verrekenen van de BTW. De investerings- en herinvesteringskosten voor de bewoners zijn in dit model dus hoger, omdat zij de 21% BTW niet kunnen verrekenen. Ook houdt dit model wel rekening met de afschrijving van het leidingwerk in pandig, evenals sanitair, door de bewoners. Hiervoor is respectievelijk 50 en 15 jaar aangehouden. Dit is niet meegenomen in de QuickScan, en hiermee moet rekening worden gehouden bij de vergelijking tussen Tabel 8-4 (kosteninschatting in de QuickScan) en Tabel 8-7 (output van het TCO-model).

⁴⁴ Bewoners zijn niet BTW-plichtig, en kunnen geen BTW verrekenen. Het TCO-model zal voor de bewoners 21% BTW meenemen in de kostenberekeningen, omdat dit werkelijke kosten voor de stakeholder zijn. De projectontwikkelaar zal waarschijnlijk wel BTW-plichtig zijn, en kan deze kosten dus wel verrekenen. Dit is nu niet meegenomen in het TCO-model.

Tabel 8-7. Totale kosten (CAPEX en OPEX), inkomsten en NCW voor de 4 afvalwaterscenario's bij een evaluatieperiode van 50 jaar, in €. *Nb. Kosten zijn negatief, baten positief.*

	Conventioneel	Phytoparking	Hydraalooop	Lokaal Circulair
Kosten				
<i>Totaal CAPEX lasten</i>	-5.204.000	-12.546.000	-17.601.000	-27.677.000
<i>Totaal OPEX kosten</i>	-1.728.000	9.583.000	9.440.000	7.087.000
Totaal Kosten	-6.932.000	-2.963.000	-8.161.000	-20.590.000
Inkomsten				
<i>Inkomsten</i>	-	-	-	21.000
Totaal Inkomsten	-	-	-	21.000
Netto Contante Waarde (NCW)	-4.393.000	-1.878.000	-5.121.000	-13.035.000

Tabel 8-7 geeft de Netto Contante Waarde (NCW) van de vier afvalwaterscenario's weer, voor de evaluatieperiode van 50 jaar. Hier is geen onderscheid gemaakt tussen stakeholders. De NCW is opgebouwd uit het totaal aan CAPEX en OPEX en omvat daarmee alle kosten die met een afvalwaterscenario zijn gemoeid (investering, onderhoud, bedrijfsvoering en eenmalige kosten).

Besparingen op energie en water door bewoners, en vermeden kosten door inzameling, transport en verwerking van GFe-afval voor de gemeente zijn in het TCO-model opgenomen in de OPEX kosten. Baten komen voort uit de verkoop van struviet.

Wat opvalt in Tabel 8-7 is dat de NCW het minst negatief is voor afvalwaterscenario Phytoparking, en dat dit lager is bij Hydraalooop en Lokaal Circulair. Dit is verklaarbaar doordat de scenario's technologisch complexer worden, met meer infrastructuur, en daardoor ook duurder. Afvalwaterscenario Phytoparking heeft een lagere NCW dan Conventioneel vanwege de positieve OPEX, welke weer toe te wijden is aan de besparingen van de douche-WTW. De CAPEX is wel circa 2 keer zo hoog. De douche-WTW is niet toegepast in afvalwaterscenario Conventioneel, en daardoor heeft dit scenario een negatieve OPEX (=kosten), met lagere NCW.

8.6.1 Netto contante waarde per stakeholder

Grofweg zijn er in de afvalwaterscenario's drie stakeholders te onderscheiden: toekomstige eigenaren (bewoners), zij zijn eigenaar van alles in de gebouwen tot en met de erfaansluiting, gemeente, die eigenaar is van de gemeentelijke rioolstelsels, en het waterschap, die de zuiveringen in eigendom heeft en beheert.

De NCW van de afvalwaterscenario's verschilt per stakeholder. Tabel 8-8, Tabel 8-9, Tabel 8-10 en Tabel 8-11 tonen de NCW per afvalwaterscenario, per stakeholder.

Uit deze vergelijking is op te maken dat de NCW het voordeligst is voor de bewoners in afvalwaterscenario Phytoparking. Hoewel de CAPEX hoger is dan bij Conventioneel, hebben zij in dit scenario de baten van de douche-WTW. De waterbesparingen van de Hydraloop in afvalwaterscenario Hydraloop wegen niet op tegen de elektriciteitskosten hiervan. De baten voor bewoners zijn in dit scenario dus iets lager dan bij afvalwaterscenario Phytoparking. De investeringen zijn hoger omdat er, naast de Hydraloop Cascade zelf, ook een extra inpandig rioolstelsel en leidingnetwerk voor toiletspoelwater aangelegd moet worden. De investeringen zijn voor de bewoners het hoogst in afvalwaterscenario Lokaal Circulair. Dit is toe te schrijven aan de kosten voor vacuümtoiletten, voedselrestenvermalers en het inpandige vacuümrioolstelsel.

Tabel 8-8. Totale kosten (CAPEX en OPEX), inkomsten en NCW voor Afvalwaterscenario Conventioneel, bij een evaluatieperiode van 50 jaar, uitgesplitst per stakeholder, in €. *Nb. Kosten zijn negatief, baten positief.*

	Totaaloverzicht	Bewoners	Gemeente Nieuwegein	HDSR
Kosten				
<i>Totaal CAPEX lasten</i>	-5.204.000	-3.169.000	-2.035.000	-
<i>Totaal OPEX kosten</i>	-1.728.000	-	-72.000	-1.656.000
Totaal Kosten	-6.932.000	-3.169.000	-2.107.000	-1.656.000
Inkomsten				
<i>Inkomsten</i>	-	-	-	-
Totaal Inkomsten	-	-	-	-
Netto Contante Waarde (NCW)	-4.393.000	-2.008.000	-1.336.000	-1.050.000

Tabel 8-9: Totale kosten (CAPEX en OPEX), inkomsten en NCW voor Afvalwaterscenario Phytoparking, bij een evaluatieperiode van 50 jaar, uitgesplitst per stakeholder, in €. *Nb. Kosten zijn negatief, baten positief.*

	Totaaloverzicht	Bewoners	Gemeente Nieuwegein	HDSR
Kosten				
<i>Totaal CAPEX lasten</i>	-12.546.000	-8.900.000	-2.502.000	-1.143.000
<i>Totaal OPEX kosten</i>	9.583.000	11.117.000	-108.000	-1.427.000
Totaal Kosten	-2.963.000	2.217.000	-2.610.000	-2.570.000
Inkomsten				
<i>Inkomsten</i>	-	-	-	-
Totaal Inkomsten	-	-	-	-
Netto Contante Waarde (NCW)	-1.878.000	1.405.000	-1.654.000	-1.628.000

Tabel 8-10: Totale kosten (CAPEX en OPEX), inkomsten en NCW voor Afvalwaterscenario Hydraloop, bij een evaluatieperiode van 50 jaar, uitgesplitst per stakeholder. *Nb. Kosten zijn negatief, baten positief.*

	Totaaloverzicht	Bewoners	Gemeente Nieuwegein	HDSR
Kosten				
<i>Totaal CAPEX lasten</i>	-17.601.000	-13.955.000	-2.502.000	-1.143.000
<i>Totaal OPEX kosten</i>	9.440.000	10.974.000	-108.000	-1.426.000
Totaal Kosten	-8.161.000	-2.981.000	-2.610.000	-2.570.000
Inkomsten				
<i>Inkomsten</i>	-	-	-	-
Totaal Inkomsten	-	-	-	-
Netto Contante Waarde (NCW)	-5.121.000	-1.838.000	-1.654.000	-1.628.000

Tabel 8-11: Totale kosten (CAPEX en OPEX), inkomsten en NCW voor Afvalwaterscenario Lokaal Circulair, bij een evaluatieperiode van 50 jaar, uitgesplitst per stakeholder, in €. *Nb. Kosten zijn negatief, baten positief.*

	Totaaloverzicht	Bewoners	Gemeente Nieuwegein	HDSR
Kosten				
<i>Totaal CAPEX lasten</i>	-27.677.000	-22.345.000	-2.336.000	-2.997.000
<i>Totaal OPEX kosten</i>	7.087.000	10.916.000	-1.303.000	-2.526.000
Totaal Kosten	-20.590.000	-11.429.000	-3.638.000	-5.523.000
Inkomsten				
<i>Inkomsten</i>	21.000	-	-	21.000
Totaal Inkomsten	21.000	-	-	21.000
Netto Contante Waarde (NCW)	-13.035.000	-7.243.000	-2.306.000	-3.486.000

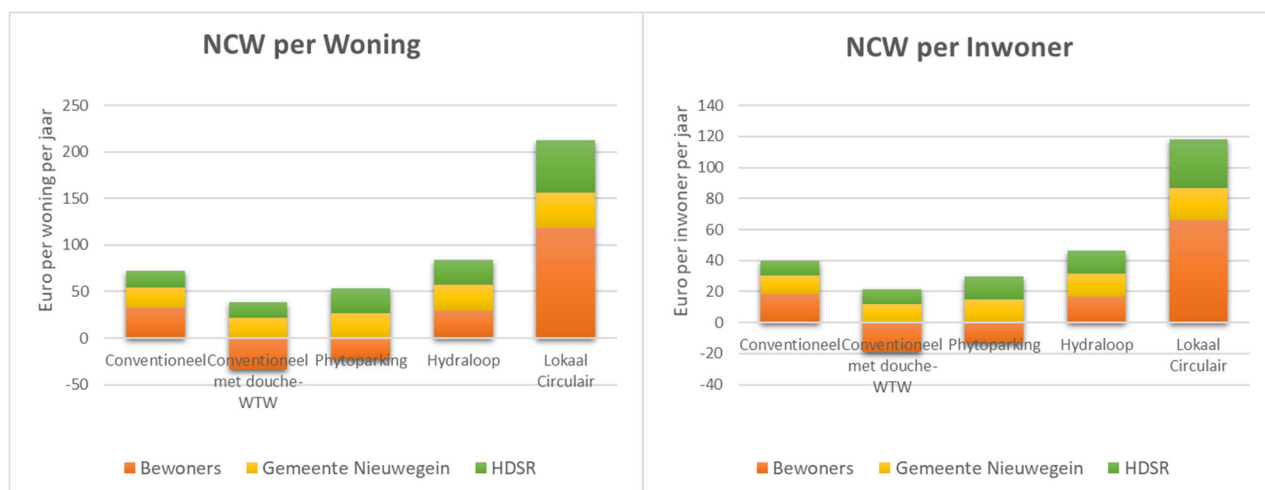
De NCW is voor de gemeente het laagst in het Conventionele afvalwaterscenario. De NCW is voor afvalwaterscenario's Phytoparking en Hydraloop gelijk, omdat hier dezelfde gemeentelijke rioolstelsels zijn voorzien. De NCW is het hoogst in het afvalwaterscenario Lokaal Circulair, voornamelijk vanwege de hogere OPEX-kosten. De CAPEX is lager dan de andere twee scenario's omdat de aanleg van het vacuümrioolstelsel goedkoper is dan de aanleg van een DWA-stelsel. De OPEX-kosten zijn hoger vanwege het stroomverbruik van de vacuüm- en perspompen, en onderhoud hiervan.

Afvalwaterscenario Conventioneel heeft de laagste NCW voor het waterschap. In dit geval betreft het alleen operationele kosten van de RWZI, en zijn er geen investeringen nodig. De NCW voor afvalwaterscenario's Phytoparking en Hydraloop zijn gelijk. Hier is wel een investering nodig voor de Phytoparking. Deze heeft ook OPEX-kosten. Daarnaast wordt het zwartwater op de RWZI gezuiverd, wat ook van invloed is op de OPEX-kosten. Afvalwaterscenario Lokaal

Circulair heeft de hoogste NCW voor het waterschap. Dit is toe te schrijven aan de CAPEX- en OPEX-kosten van de lokale zuiveringsinstallaties. De inkomsten uit verkoop van het struviet zijn zeer beperkt.

8.6.2 Jaarlijkse kosten per woning en inwoner

De NCW van een afvalwaterscenario kan ook worden uitgedrukt per woning, of inwoner, per jaar, inclusief uitsplitsing naar stakeholder (Figuur 8-1).



Figuur 8-1. NCW per jaar, per woning (links) en per inwoner (rechts), uitgesplitst naar stakeholder.

Aan dit figuur is ook het conventionele afvalwaterscenario toegevoegd, maar dan met douche-WTW. Hierdoor is het positieve effect van de douche-WTW op de NCW voor de bewoners goed te zien. De totale NCW is circa €67 per huishouden (€37 per persoon) lager dan wanneer er geen douche-WTW wordt toegepast.

Deze NCW's kunnen ook worden vergeleken met de heffingen.

8.7 Heffingen

De inwoners van City West gaan riool-, zuiverings- en afvalstoffenheffing betalen (Tabel 8-12). De gemeente en het waterschap zetten de heffingen echter niet alleen in voor de directe kosten (afschrijving en exploitatie) van het rioolstelsel, afvalwaterzuivering en afvalverwerking. Ook andere taken, gerelateerd aan het rioolstelsel, de afvalwaterzuivering en afvalverwerking, worden (deels) van de heffingen betaald. Een voorbeeld hiervan is het vegen van straten en pleinen door de gemeente. Om deze reden zijn de reserveringen van de heffingen voor de jaarlijkse exploitatiekosten voor zowel rioolheffing, zuiveringsheffing en afvalstoffenheffing ook weergegeven (laatste kolom in Tabel 8-12). Zo kan een vergelijking gemaakt worden tussen de inkomsten en verschillende exploitatiekosten. Voor een vergelijking met de NCW zijn de opbrengsten van de heffingen ook weergegeven per woning en per inwoner.

Tabel 8-12. Jaarlijkse inkomsten door heffingen voor riolering en zuivering. Op basis van uitgangspunten zoals in Tabel 3-1 vermeld.

	Jaarlijkse heffingen			Waarvan voor exploitatie		
	Totaal	Per woning	Per inwoner	Totaal	Per woning	Per inwoner
Rioolheffing	199.000	159	89	2.500	2	1
Zuiveringsheffing	147.000	118	65	34.000	27	15
Afvalstoffenheffing	394.000	315	175	21.000	17	9
Totaal	740.000	593	329	57.500	46	26

Een kritische kanttekening is dat de afschrijvingskosten niet in het exploitatie-deel van de heffingen zijn opgenomen, maar dat deze wel in de NCW zijn verwerkt.

De jaarlijkse afschrijvings- en exploitatiekosten van de afvalwaterscenario's Phytoparking, Hydraloop en Lokaal Circulair (rioleringen en zuivering, met baten voor minder GFe inzameling en verkoop van struviet; zonder baten voor bewoners) zijn geraamd op €94.000, €98.000 en €175.000 (inclusief toeslagen). De opbrengst van de heffingen zal dit ruimschoots dekken (€740.000 per jaar, Tabel 8-12). Deze kosten kunnen ook gedekt worden door de jaarlijkse opbrengsten van alleen de rioolheffing en zuiveringsheffing (€346.000).

Als alleen naar het exploitatie-deel van de heffingen wordt gekeken, en de NCW van de afvalwaterscenario's, dan is op te merken dat de NCW voor afvalwaterscenario's Conventioneel en Phytoparking lager zijn. De NCW van afvalwaterscenario Hydraloop is circa 80% hoger, en Lokaal Circulair ruim 400%.

Nieuwe Sanitatie projecten kenmerken zich vaak doordat het inzamel, transport en zuiveringssysteem geïntegreerd zijn. Hierdoor kunnen kosten- en baten door elkaar gaan lopen. Zo resulteert de inzameling van zwartwater en GFe-afval in kosten en een besparingen voor de bewoners (voedselrestenvermaler, vacuümtoiletten, besparing op water en energie), gemeente (vacuümsysteem en minder GF-afval te verwerken) en waterschap (lagere/geen energiekosten, of zelfs een kleine plus voor de zuivering iets meer nutriënten in struviet). Deze kosten en baten zijn niet altijd recht-evenredig verdeeld.

Bij het Nieuwe Sanitatie project in Gent (België) wordt het afvalwatersysteem geïntegreerd met het energiesysteem. Doordat het energiesysteem eigendom is van de lokale energicoöperatie, beheert zij ook het gehele afvalwatersysteem, en int dus de riolerings- als zuiverings- en afvalstoffenheffingen. Hier is ook in Nederland wettelijke ruimte voor; de overheden mogen een marktpartij aanwijzen om de zorgplicht te vervullen. Een dergelijke aanpak is echter nog niet gerealiseerd, maar is te overwegen om de kosten en baten meer bij 1 partij te leggen.

8.8 Beheersbaarheid

Dergelijke afvalwatersystemen zullen, net als andere systemen, beheer en onderhoud vergen. Voor afvalwaterscenario's Phytoparking en Hydraloop zal

dit onder andere bestaan uit het periodiek afvoeren van slib uit de voorbezinker, en onderhoud van de Phytoparking en Hydraloop. Voor het Lokaal Circulair afvalwaterscenario moet het slib en de struviet ook periodiek worden afgevoerd, moeten chemicaliën bijgevuld worden (voor struvietreactor, B-systeem en nanofiltratie), en algemeen onderhoud van pompen en installaties worden uitgevoerd. Ook het vacuümrioolstelsel en DWA-rioolstelsel zullen periodieke inspectie, reiniging en op den duur onderhoud nodig hebben.

Behalve regulier onderhoud zal het ook noodzakelijk zijn om het systeem te monitoren. Over het algemeen wordt in de beginfase niet alleen gekeken naar effluentsamenstelling maar ook naar het functioneren van de individuele technologieën. Hierbij zijn correct opstarten en functioneren, storingsgevoeligheid en stroom- en chemicaliënverbruik zaken die extra aandacht verdienen. Na verloop van tijd, als blijkt dat alles naar behoren functioneert, zal de monitoringsintensiteit afnemen maar niet overbodig worden.

Het kan helpen om telemetrie toe te passen, waardoor monitoring van bepaalde aspecten op afstand mogelijk is (bijvoorbeeld lekkage in het vacuümriool, biogasproductie van de UASB en pH of debieten van een flow). Hierdoor worden storingen snel doorgegeven zodat er minimale hinder is. Dit wordt bijvoorbeeld al standaard ingebouwd in de Hydraloop, voor andere systemen is dit niet standaard. Dit is nu niet meegenomen in deze QuickScan.

Doordat het afvalwater lokaal wordt behandeld zijn storingen en goed functioneren een groot aandachtspunt. De technieken die worden toegepast in de verschillende afvalwaterscenario's in deze QuickScan zijn technieken die elders, wellicht in andere configuratie, zijn toegepast. Hierdoor is bekend wat aandachtspunten zijn, maar ook dat dergelijk systemen robuust zijn en niet direct negatief reageren op verkeerd lozingsgedrag.

In het ontwerp van de systemen kan ook een stuk robuustheid worden ingebouwd. Behalve telemetrie kan ook gedacht worden aan aansluitpunten voor zuigwagens en installatie van een noodaggregaat voor het vacuümrioolstelsel. Het is voor alle technieken mogelijk om onderhouds- en storingscontracten met marktpartijen af te sluiten.

9. Innovatiekansen

9.1 Innovatie en toekomstbestendigheid

De afvalwaterscenario's bieden alle vier in de basis een robuust en toekomstbestendig afvalwatersysteem. De technologieën die ten grondslag liggen aan elk afvalwaterscenario zijn al in de praktijk getest en/of toegepast, waardoor de verkoopbaarheid van de appartementen, leefbaarheid van de wijk en algehele volksgezondheid is gewaarborgd.

De investering in het afvalwatersysteem van de wijk wordt voor de komende 60-70 jaar gedaan. In de tussentijd zal het sanitair in de appartementen wel vervangen worden, maar het systeem zelf (leidingen, type toiletten) waarschijnlijk niet. Als er nu een conventioneel afvalwatersysteem (DWA-stelsel aangesloten op de RWZI) aangelegd zou worden, zal dit anticipatie op mogelijke toekomstige technologische, economische, maatschappelijke en politieke ontwikkelingen tegenwerken. Immers, indien in de gangbare kostensystematiek geen hoge afschrijvingskosten worden geaccepteerd zullen deze gedane investeringen de toepassing van andere systemen en innovaties remmen. Om deze reden is het moment van (ver)nieuwbouw een zeer grote kans om flexibiliteit naar de toekomst in te bouwen.

De ontwerpen bieden ruimte voor innovaties (levend laboratorium) op het gebied van circulaire systemen, gezondheid, klimaatadaptatie en energieneutraliteit. Hierbij kan gedacht worden aan de volgende kansen.

9.1.1 Toepassing van nieuwe technologieën

Technologische innovaties volgen elkaar in rap tempo op. Hierbij kan gedacht worden aan systemen die andere grondstoffen (nutriënten zoals kalium, zink, stikstof, cellulose) terugwinnen, en systemen die nieuwe stoffen verdergaand verwijderen (medicijnresten, prioritaire stoffen, micro-plastics en nanodeeltjes).

Hoewel de voorgestelde technologieën in de praktijk getest en/of toegepast zijn, zijn ze nog niet *main stream*. Casussen als City West in Nieuwegein bieden daarom kansen voor vervolgonderzoek en optimalisatie. Hierbij kunnen kennisinstellingen en universiteiten een belangrijke rol spelen. Financiering zou, door en/of met de kennispartners, bij nationale en EU (wetenschaps)fondsen gezocht kunnen worden.

Het is in theorie mogelijk om nieuwe technologieën, waar vaak een pilotlocatie voor wordt gezocht, te testen in Nieuwegein. De deelstromen bieden hier de mogelijkheden voor, en het gezuiverde water zou alsnog op het riool geloosd kunnen worden. Zo wordt bijgedragen aan innovaties, zonder de volksgezondheid of het milieu aan risico's bloot te stellen.

9.1.2 Lokaal hergebruik van meststoffen

Zwartwater bevat grondstoffen die van waarde zijn voor de landbouw. Voor daadwerkelijke circulariteit zullen de twee sectoren (afvalwater en landbouw) ook in Nederland op een veilige en robuuste manier gekoppeld moeten gaan worden. De groene ruimten in City West bieden hier kansen voor. De teruggewonnen grondstoffen (water en struviet) kunnen zo bijdragen aan de groene leefomgeving.

9.1.3 Maatschappelijk bewustzijn

Lokale zuivering van afvalwater in de wijk kan bijdragen aan bewustzijn, en verhoogde omgevingskwaliteit. Het groen van de natuurlijke zuivering en hergebruik van water en nutriënten, bieden hier de basis voor. Het kan City West een unieke en aansprekende wijk maken.

9.2 Gefaseerde uitvoering bouw

De gefaseerde aanleg van een woonwijk loopt niet altijd synchroon met de aanleg van het rioolstelsel en de zuiveringsinstallatie. De rioleringsstelsels worden aangelegd voor de gehele wijk, en gefaseerd kunnen nieuw te bouwen gebouwen aangesloten worden. De zuiveringsinstallatie zal initieel veel capaciteit hebben, welke langzaam afvlakt naarmate de bouw vordert.

Vindt de gefaseerde aanleg over een langere periode plaats dan kan voor de zuiveringsinstallatie worden gedacht aan een modulaire opzet. Hierdoor kan worden ingespeeld op actuele capaciteitswensen en op technologische ontwikkelingen, m.a.w. het is flexibeler naar toekomst.

Meerdere kleine zuiveringsmodules zullen waarschijnlijk, maar niet zeker, in totaal duurder zijn, maar hebben veel voordelen ten opzichte van het realiseren van een grote zuivering voor de gehele wijk: meer flexibiliteit naar de toekomst (inspelen op nieuwe innovaties en verbeterde circulaire technieken), flexibele inpassing in het ruimtelijke ontwerp (kleinere systemen op verschillende locaties), gefaseerde bouw (en dus minder onderbelasting van het zuiveringssysteem in de opstartfase), en gefaseerde investering. Hierbij moet wel worden voorkomen dat de robuustheid van het systeem niet in het gedrang komt.

Een andere mogelijkheid is om bij Afvalwaterscenario Lokaal Circulair de UASB in de eerste paar jaar op een lagere temperatuur te bedrijven. Doordat er minder afvalwater wordt geproduceerd is er een langere verblijftijd dan bij optimale belasting. Deze langere verblijftijd maakt het mogelijk om met een lagere temperatuur dezelfde zuiveringsrendementen te behalen.

9.3 Klimaatadaptatie: Groen-blaue infrastructuur

Het grijswater wordt in afvalwaterscenario's Phytoparking en Hydraloop met een groen systeem gezuiverd. Hierdoor wordt er groeninfrastructuur in de wijk

aangelegd, worden parkeerplaatsen gecreëerd, en wordt het afvalwater gezuiverd. Het is ook mogelijk om dit systeem op een andere manier te integreren met de groen-blauwe infrastructuur. Bijvoorbeeld, door een helofytenfilter in de middenbermen van de wegen, of andere groenstroken aan te leggen. Door niet alleen riet te gebruiken voor de beplanting, maar ook andere gewassen, kan het verder bijdragen aan een verbeterde leefomgeving en biodiversiteit.

Het gezuiverde afvalwater kan, met het hemelwater, worden ingezet voor klimaatadaptatie. Concreet voor City West betekent dit dat momenteel gezocht wordt naar technologische mogelijkheden om het water te infiltreren in verschillende bodemlagen. Hierbij is er een aantal kanttekeningen te plaatsen die, wellicht in het TKI-project, uitgezocht moeten worden:

- De grenswaarden voor lozing die in deze QuickScan zijn gebruikt, gelden voor lozing op een oppervlaktewater. Lozing in de bodem kent andere normen.
- Afhankelijk van de situatie zal de gemeente in dit geval het bevoegd gezag zijn, of de provincie. Dit zal afhangen van de te infiltreren volumes, dieptes en of het water in een watervoerend pakket geïnfiltreerd zal gaan worden.
- Het afvalwater van de Phytoparking zal nog nutriënten en microverontreinigingen bevatten. De bodem zal deze verder afbreken of binden, maar dat geldt niet voor alle stoffen. Aanbevolen wordt om een risico-inventarisatie uit te laten voeren naar gedrag van de stoffen in de bodem, en mogelijke risico's op de lange termijn.
- Het is de verwachting dat het effluent van de nanofiltratie lagere concentraties aan nutriënten, en nagenoeg geen virussen, bacteriën en microverontreinigingen bevatten.

9.4 Energie

Het afvalwater in City West bevat energie. Hoewel het in Afvalwaterscenario's Conventioneel, Phytoparking en Hydraloop wellicht niet optimaal is om hier gebruik van te maken (zie Hoofdstuk 8.4), biedt Afvalwaterscenario Lokaal Circulair hier wel kansen voor. Warmte uit het effluent van de zuivering kan worden ingezet om het influent van de zuivering (zwartwater, maar eventueel ook grijswater) op te warmen. Mogelijk dat het biogas van de UASB dan gebruikt kan worden om elektriciteit voor de vacuümpomp, en perspompen, te produceren. Zo kan toegewerkt worden naar een afvalwatersysteem dat werkelijk energieneutraal is. Een dergelijk totaalconcept is nog niet eerder op deze manier uitgewerkt of gerealiseerd. Dit zou een innovatie zijn waarmee City West zich op de voorgrond zou profileren.

10. Conclusies en aanbevelingen

10.1 Conclusies

Het doel van deze QuickScan is om informatie te genereren op basis waarvan de gemeente een weloverwogen besluit kan nemen of het zinvol is om Nieuwe Sanitatie voor City West verder uit te werken, om inzichtelijk te maken wat nodig is voor die uitwerking, en om synergiën met de andere thema's (energie en klimaatadaptatie) te onderzoeken.

Uit de QuickScan is gebleken dat het goed mogelijk is om lokaal, voor verschillende ambitieniveaus, een afvalwatersysteem te ontwikkelen waarmee wordt bijgedragen aan het verwezenlijken van de ambities van de gemeente. Afvalwater kan dusdanig gezuiverd worden dat het lokaal geloosd mag worden, en energie en nutriënten kunnen worden teruggewonnen.

Op het gebied van energie, circulariteit, klimaatadaptatie en toekomstbestendigheid bieden de Nieuwe Sanitatie afvalwaterscenario's kansen. Deze concepten bieden de mogelijkheid om energie uit het afvalwater terug te winnen, en het gezuiverde water in de wijk te hergebruiken voor bemesting en besproeiing van stedelijk groen. Gezien de klimatologische ontwikkelingen en zoektocht naar duurzame energiebronnen zijn dit zeer relevante kansen. De vermeden of verborgen kosten die gepaard gaan met deze ontwikkelingen, zoals schade door droogte en gezondheidsklachten door hitte stress zijn niet in de QuickScan meegenomen.

Afhankelijk van het scenario zijn er verschillende hoeveelheden water, met verschillende samenstellingen, beschikbaar. Lokaal Circulair heeft de grootste stroom ($202\text{m}^3/\text{d}$), met de laagste concentraties aan nutriënten en microverontreinigingen (o.a. medicijnresten, pathogenen, virussen). Daarna volgen Phytoparking ($181\text{m}^3/\text{d}$) en Hydraloop ($105\text{m}^3/\text{d}$) waarin alleen grijs water gezuiverd wordt voor lokaal gebruik. Dit effluent kan nog wel microverontreinigingen, pathogenen en virussen bevatten, hoewel het zeer goed mogelijk is dat het minder zal zijn dan wanneer het systeem al het huishoudelijk afvalwater zou zuiveren.

Uiteindelijk is de synergie met het Energie-thema beperkt gebleken, voornamelijk omdat er voor de WKO 1 warmtebron gezocht wordt. De thermische energie in het afvalwater is niet voldoende om volledig aan de warmtevraag te voldoen. Wel is inzet van een douche-WTW (economisch) een zeer interessante optie voor de bewoners.

Afvalwaterscenario's Phytoparking en Hydraloop hebben, vanwege de Phytoparking voor zuivering van het grijswater, het grootste ruimtebeslag ($\sim 1.300\text{m}^2$). De vacuümpomp en zuivering van afvalwaterscenario Lokaal Circulair heeft een ruimtebeslag van circa $100\text{--}150\text{m}^2$, en dit zal in een kelder van een gebouw, of apart nutsgebouw moeten. De hiermee gepaarde grondkosten zijn nu niet in de QuickScan meegenomen.

Ruim 50% van de fosfaat in het afvalwater wordt teruggewonnen als meststof in afvalwaterscenario Lokaal Circulair. Ook wordt er biogas en warmte teruggewonnen. Deze energie is nodig om de zuivering zelf goed te laten werken.

Afvalwaterscenario Lokaal Circulair draagt ook bij aan een verbetering van de afvalscheidingspercentages. Door GFe-afval in hoogbouw met voedselrestenvermalers in te zamelen, wordt vóórkomen dat dit met het restafval wordt verbrand. Dit verlaagt inzamel-, transport- en verwerkingskosten (circa €15.000 per jaar). Daarnaast worden er zo nutriënten uit het GFe-afval teruggewonnen, en draagt het bij aan de energieneutraliteit van de zuivering.

De investeringskosten van de drie niet-conventionele afvalwaterscenario's zijn hoger dan wanneer een conventioneel afvalwatersysteem zal worden aangelegd. Redenen hiervoor zijn dat de bestaande RWZI genoeg capaciteit heeft, maar ook dat er, ten opzichte van de conventionele situatie, extra infrastructuur aangelegd moet worden. Ook de exploitatiekosten van riolering en zuivering zijn in deze scenario's hoger, voornamelijk omdat er meer rioolstelsels aangelegd zullen worden en meer technologieën geïmplementeerd worden, en er dus meer onderhoud nodig is.

De kosten lopen met de stijgende ambities van de afvalwaterscenario's op. Dit is te verklaren doordat de scenario's complexer worden, met meer technologie en infrastructuur, en dus hogere investeringen eisen.

De jaarlijkse exploitatiekosten van de uitpandige rioolstelsels en de afvalwaterzuiveringsinstallaties zijn voor alle afvalwaterscenario's hoger dan het bedrag van de te innen riolerings-, zuiverings- en afvalstoffenheffingen dat hiervoor gereserveerd is. De jaarlijkse kosten voor het sanitair en riolering in pandig zijn hier niet in meegenomen omdat deze bij de bewoners liggen (zie ook Hoofdstuk 8.5 en 8.7). De jaarlijkse kosten kunnen wel gedekt worden uit de opbrengsten van de volledige opbrengsten van de riool- en zuiveringsheffing.

De bewoners zullen de meeste baten uit de nieuwe afvalwaterscenario's halen. Omgerekend is er in scenario's Phytoparking, Hydraloop en Lokaal Circulair een jaarlijkse besparing van respectievelijk €150,-, €190,- en €180,- per huishouden (inclusief BTW). Dit komt vooral voort uit de besparingen op kosten voor het verwarmen van douchewater, maar ook door waterbesparing bij de Hydraloop en vacuümtoiletten. Het voordeel van de Hydraloop is dat de besparing plaatsvindt zonder dat de bewoners van gedrag of sanitair hoeven te veranderen. Het voordeel van het vacuümtoilet is dat het bijdraagt aan een lokale, circulaire en daadwerkelijk energie neutrale verwerking van het afvalwater.

De terugverdientijd van de douche-WTW zonder btw is 6 tot 9 jaar, inclusief 20% onvoorzien en 41,7% toeslagen. Dit is een interessante investering voor de toekomstige bewoners en eigenaren van de appartementen. De Hydraloop heeft een terugverdientijd van ongeveer 19 jaar zonder btw, met 20% onvoorzien en 41,7% toeslagen, en de kosten voor water- en stroomverbruik.

Als ook de extra riolering en het leidingwerk wordt meegenomen komt de terugverdientijd op bijna 60 jaar. Het is belangrijk om hierbij op te merken dat de kosten voor de extra riolering en het leidingwerk voor de Hydraloop is berekend op basis van kentallen en aannames. Mogelijk dat deze kosten lager uitvallen als de ontwerpen bekend zijn. De terugverdientijd zal dan ook lager worden.

Uit een eerste modellering van de afvalwaterscenario's blijkt dat de grenswaarden voor het lozen op een oppervlaktewater haalbaar zijn. Echter, als het water geïnfiltreerd wordt zullen er misschien andere lozingsnormen gelden.

Deze QuickScan is gebaseerd op een algemeen ontwerp en kentallen. De resultaten geven een beeld van de consequenties en kansen van drie Nieuwe Sanitatie afvalwatersystemen voor City West. Vanwege het ontbreken van detailontwerpen en dus gedetailleerde kostengegevens, is de onzekerheidsmarge van de kostenindicatie circa 40%. Het proces en de bevindingen geven aanleiding om vervolgstappen te overwegen. In dit vervolgtraject kan, op basis van deze QuickScan, ook besloten worden welke aspecten van het afvalwatersysteem nog wenselijk zijn, en welke niet. Hiermee kan een detailontwerp van de rioolstelsels en zuiveringstechnologieën gemaakt worden waarbij ook het ontwerp van de wijk, locatie van gebouwen, de gefaseerde en eventueel modulaire, aanleg en integratie met groen-blauwe infrastructuur worden meegenomen.

10.2 Aanbevelingen voor vervolg

Voor het vervolgtraject geven we de volgende aanbevelingen:

Versterken van samenwerking: vinden van gedeelde doelen en ambities

Een dergelijk project zoals in deze QuickScan uitgewerkt, is een uitgelezen kans om de samenwerking in de waterketen in de praktijk toe te passen. Juist praktijkervaringen kunnen die samenwerking verstevigen en verbeteren. Dit zal op bestuurlijk niveau moeten worden ondersteund bij gemeente, waterschap én projectontwikkelaars. Het opzetten van dergelijke projecten is namelijk niet eenvoudig, en de kosten- en baten zijn niet conform de traditionele verdeling. Ervaring leert dat dergelijke innovatieve trajecten vaak niet stuklopen op de technologie of de kosten, maar op (gebrek aan) samenwerking en collectief toewerken naar een doel.

Door in gesprek elkaars doelen en ambities te begrijpen en erkennen, en dat als startpunt te nemen voor een gezamenlijke oplossing, kan er een constructieve samenwerking worden opgezet en draagvlak ontstaan. Dit houdt in dat er niet naar de casus zelf, of oplossing daarvan, wordt gekeken, maar het gesprek eerst op een ander niveau plaats vindt, namelijk op dat van ambities, doelstellingen, wensen en randvoorwaarden in het algemeen. Pas als die duidelijk zijn kan de casus gezamenlijk worden ingevuld. Hierdoor ontstaat er draagvlak en betrokkenheid, wordt elkaar wat gegund, en wordt de kans op succesvolle samenwerking vergroot. Het is aanbevolen om kansen en bereidwilligheid voor een dergelijk proces te onderzoeken.

Uitwerken van energiesysteem

Uit deze QuickScan is gebleken dat er in het afvalwaterscenario Lokaal Circulair een warmtetekort is voor de lokale zuivering van het afvalwater van City West, maar ook dat het gezuiverde water nog thermische energie bevat. Door deze energie in te zetten om het inkomende zwartwater te verwarmen, en het biogas om te zetten naar elektriciteit, kan een afvalwaterconcept worden ontwikkeld dat uit het afvalwater voldoende energie opwekt om dit afvalwater in te zamelen, te transporteren en te verwerken. De QuickScan laat zien dat, op basis van de biogas- en elektriciteitsproductie, evenals thermische energie in het effluent, het een interessant concept is om verder uit te werken.

Integreren van water, energie en klimaatadaptatie in het ruimtelijke plan

Gedurende de uitvoering van de QuickScan werd duidelijk dat de verschillende ontwerpen voor City West (riolering, ruimtelijke ordening), steeds meer vorm krijgen. Er ontstaat een risico dat de wijk, met infrastructuur, ontworpen zal worden voordat de visie en ambities voor de binnenstad van Nieuwegein verder uitgewerkt zijn. In dat geval zullen de ambities worden ingehaald door de praktijk. Aanbevolen wordt om gedurende de uitwerkingen ook de ambities en verschillende doelstellingen scherp te blijven houden, en daarbij de integratie van verschillende thema's actief te blijven zoeken. Als dit niet wordt gedaan, is er een reële kans dat de ambities voor de binnenstad uiteindelijk niet waargemaakt zullen worden.

Maken van meer gedetailleerd ontwerp

Mogelijk dat gedurende het proces zal blijken dat de uitgewerkte afvalwaterscenario's niet toepasbaar zijn in bepaalde deelgebieden, en juist andere deelgebieden zich beter hiertoe verlenen. Of, dat er andere randvoorwaarden, zoals grenswaarden voor lozing of infiltratie, duidelijk worden. Daarnaast kan het ook zijn dat de resultaten van de huidige QuickScan input bieden voor een beslissing over het al dan niet doorgaan met een bepaald afvalwaterscenario, of dat bepaalde politieke en maatschappelijke ontwikkelingen hier aanleiding toe geven.

Als hier meer kennis over is, wordt aanbevolen om een haalbaar afvalwaterscenario verder uit te werken. Een gedetailleerder ontwerp zal meer inzicht geven in kosten, ruimtebeslag en inpassing in de wijk, kansen voor eventueel gefaseerd bouwen, integratie met groen-blauwe infrastructuur, en implicaties voor beheer en onderhoud.