



# Transitie/programmamanagement Waternet Circulair

Rapportage slibverwerken bij RWZI Amsterdam West

Stichting Waternet

30 april 2024

Project  
Opdrachtgever

Transitie/programmamanagement Waternet Circulair  
Stichting Waternet

Document  
Status  
Datum  
Referentie

Rapportage slibverwerken bij RWZI Amsterdam West  
Concept 01  
30 april 2024  
134277/24-006.355

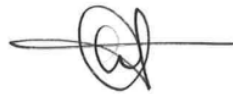
Projectcode  
Projectleider  
Projectdirecteur

134277  
Ir. H. de Fooij  
Dr.ir A.F. van Nieuwenhuijzen

Auteur(s)  
Gecontroleerd door  
Goedgekeurd door

E.S. Little MSc  
D.T.P.J. Roelofsen MSc  
H. de Fooij MSc

Paraaf



Adres

Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V. | Deventer  
Daalsesingel 51c  
Postbus 24087  
3502 MB Utrecht  
+31 (0)30 765 19 00  
www.witteveenbos.com  
KvK 38020751

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

© Witteveen+Bos

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

## INHOUDSOPGAVE

1	<b>INLEIDING</b>	<b>4</b>
1.1	Selectie ketens voor analyse	4
1.2	Leeswijzer	4
2	<b>SCOPE VAN KETENANALYSES</b>	<b>5</b>
2.1	Scope	5
2.2	Primaire en secundaire data	5
2.3	Allocatie data	6
3	<b>KETENS</b>	<b>7</b>
4	<b>PARTNERS</b>	<b>11</b>
5	<b>EMISSIES</b>	<b>13</b>
5.1	Uitstoot 2023-2025	14
5.2	Uitstoot vanaf 2025	15
6	<b>REDUCTIESTRATEGIEËN CO<sub>2</sub>-IMPACT</b>	<b>17</b>
6.1	Maatregelen op korte termijn	17
6.2	Maatregelen op middellange termijn	18
6.3	Maatregelen op lange termijn	19
	Laatste pagina	19
	<b>Bijlage(n)</b>	<b>Aantal pagina's</b>
I	Biogene Uitstoot	1

# 1

## INLEIDING

Dit document beschrijft een ketenanalyse die is uitgevoerd voor Waternet en het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (Waternet/AGV) om de CO<sub>2</sub>-impact voor de CO<sub>2</sub>-Prestatieladder trede 4 certificatie in kaart te brengen. Het doel is om inzicht te krijgen in de scope 3 emissies van een impactvolle domein binnen de organisatie. De doelstellingen voor het uitvoeren van de ketenanalyse voor deze domein zijn:

- het identificeren van CO<sub>2</sub>-reductiekansen;
- het definiëren van reductiedoelstellingen; en
- het monitoren van de voortgang.

### 1.1 Selectie ketens voor analyse

Ketens worden gekozen op basis van de mate van invloed die door Waternet/AGV erop wordt uitgeoefend, en de emissies moeten significant zijn, een risico vormen of kritisch zijn voor belanghebbenden. Conform eis 4.A.1 van de CO<sub>2</sub>-Prestatieladder dient een kwalitatieve analyse worden vastgelegd voor scope 3 emissies<sup>1</sup>. Door Waternet/AGV is het slibverwerkingsproces gekozen voor deze ketenanalyse, met focus op RWZI Amsterdam West omdat het een belangrijke locatie is die veel slib produceert en een verzamelpunt is voor het slib van andere RWZI's. RWZI West heeft ook recente uitdagingen gehad in het slibverwerkingsproces en er zijn wensen voor toekomstige uitbreiding<sup>2</sup>.

### 1.2 Leeswijzer

Dit document presenteert de ketenanalyse van de verwerking van het slib van RWZI Amsterdam West. De opbouw van het rapport is als volgt:

- hoofdstuk 2: Scope, data herkomst (verdeling primair en secundair), en allocatie van data;
- hoofdstuk 3: Ketenbeschrijving - identificeren van schakels in de keten;
- hoofdstuk 4: Samenvatting van de betrokken partners in de keten;
- hoofdstuk 5: Kwantificeren van de scope 3 emissies;
- hoofdstuk 6: Reductiestrategieën.

---

<sup>1</sup> Excel sheet: Kwalitatieve analyse scope 3, de Duurzame Adviseurs, 2023.

<sup>2</sup> *Toekomstige ontwikkelingen RWZI Amsterdam-West*, 14 augustus 2023, Witteveen+Bos.

# 2

## SCOPE VAN KETENANALYSES

### 2.1 Scope

De ketenanalyse heeft betrekking op de verwerking van slib uit RWZI Amsterdam-West. Het startpunt is het ingedikte slib uit de waterlijn. Het ingedikte slib van de waterlijn omvat zowel primaire slib uit de slibindikers, surpluslib uit de bandindikers en primair en surpluslib dat op deze locatie wordt verzameld van andere RWZI's. Het einde van het leven, of de laatste schakel van de keten, is de verbranding van het slib bij de afvalverwerkers of energiecentrales, waarbij voornamelijk vliegas, bedzand en rookgassen worden geproduceerd.

De analyse kwantificeert de scope 3-emissies volgens het Greenhouse Gas (GHG) Protocol. Scope 3 emissies is indirecte CO<sub>2</sub>-uitstoot van activiteiten die niet door Waternet/AGV zelf worden uitgevoerd, maar door producten en diensten die worden ingekocht en van de activiteiten van aannemers en andere partijen betrokken in de keten. Het is belangrijk op te merken dat het transport van vloeibaar slib, het vergistings- en ontwateringsproces en het groengas installatie geen scope 3-emissies vormen, aangezien deze activiteiten worden uitgevoerd door Waternet/AGV en daarom niet zijn opgenomen in de berekening.

De slibverwerkingsketen was eind 2022 veranderd en bevindt zich momenteel in een tijdelijke fase voordat deze weer verandert in Q3 2025. Deze ketenanalyse analyseert de CO<sub>2</sub>-impact van de tijdelijke fase, met referentiejaar 2023<sup>1</sup>, en de geplande situatie (Q3 2025).

### 2.2 Primaire en secundaire data

De verdeling van de gegevens tussen primaire en secundaire bronnen is weergegeven in tabel 2.1. Primair betreft gegevens die rechtstreeks afkomstig zijn van Waternet/AGV of van partners die bij de keten betrokken zijn. Secundaire gegevens zijn afkomstig uit een databank of een andere wetenschappelijke bron.

---

<sup>1</sup> Met uitzondering van informatie over slibverwerking.

Tabel 2.1 Verdeling primaire en secundaire data

Data type	Gebruikt gegevens	Herkomst
primaire data	poly-elektrolyt gebruik	Technisch jaarverslag afvalwater 2022, Waternet
	poly-elektrolyt verbrandingsimpact-waarde	Anne Marieke Motelica-Wagenaar, Waternet
	life Cycle Inventory, drogen	Niels Jonkers, Waternet
	beschrijving van de locatie en uitbreidingscenario's	Teun Keurhorst, Witteveen+Bos
secundaire data	impact assessment factoren	Ecoinvent 3.6
	biogeen CO <sub>2</sub> uitstoot, slibverbranding	'Milieuscore monoverbranding van zuiveringsslib', CE Delft 2013
	impact assessment factor, drogen en verbranden	Witteveen+Bos
	personeel vervoer	Geschaald van Klimaatvoetafdruk 2023*, Waternet

## 2.3 Allocatie data

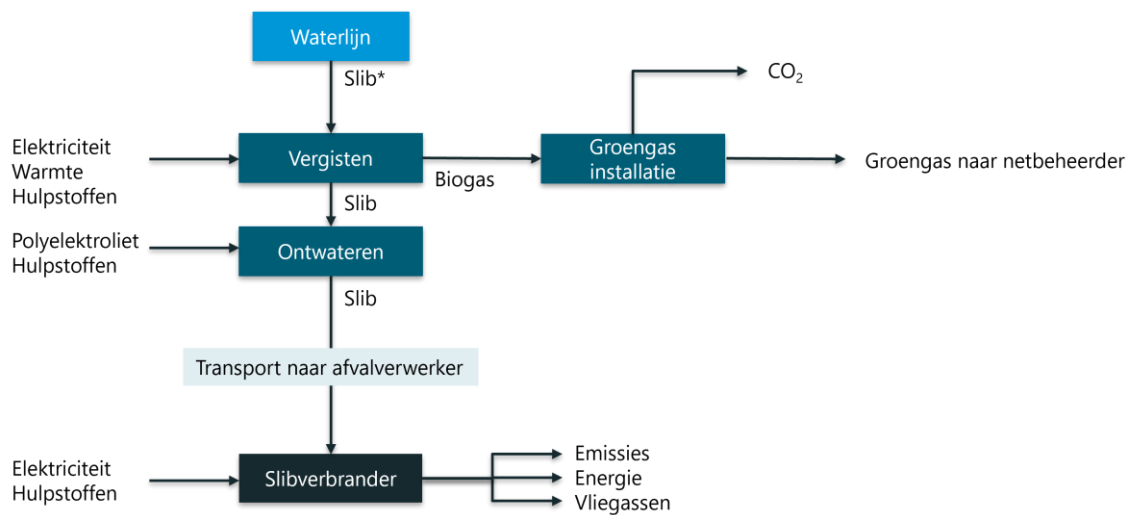
Allocatie houdt in dat CO<sub>2</sub>-emissies worden toegewezen aan een specifiek deel van de waardeketen. Er wordt geen gebruik gemaakt van allocatie van data.

# 3

## KETENS

De slibverwerkingsketen bij RWZI Amsterdam West bestaat uit de volgende stappen: slibproductie uit de waterlijn, vergisting, ontwatering, transport en eindverwerking door droging en verbranding. Dit wordt weergegeven in afbeelding 3.1, met elke stap verder beschrijven in de volgende hoofdstukken. Ook is er ter plaatse een groengasinstallatie aanwezig die biogas, geproduceerd tijdens de vergisting, omzet in groengas dat aan de netbeheerder kan worden verkocht.

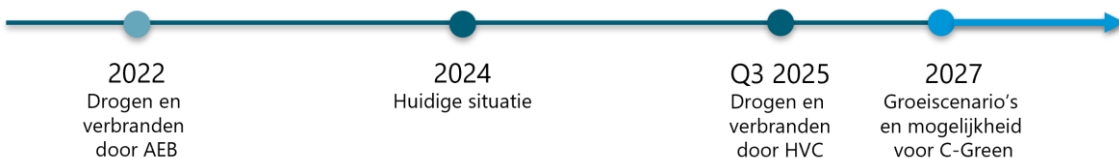
Afbeelding 3.1 Processchema slibverwerking<sup>1</sup>



\* RWZI Amsterdam West ontvangt slib van RWZI's Blaricum, Hilversum, Huizen, Loenen, Ronde Venen en Weesp

De slibverwerkingsketen bij RWZI Amsterdam West bevindt zich in een overgangsfase. Het contract om het slib te verbranden via de verbrandingsinstallatie van AEB is verlopen in 2022. De huidige situatie, waarin het te verbranden slib naar verschillende locaties in Nederland, België en Duitsland wordt getransporteerd, duurt voort tot 2025. Deze tijdlijn wordt weergegeven in afbeelding 3.2.

Afbeelding 3.2 Tijdlijn slibverwerking methode bij RWZI Amsterdam West



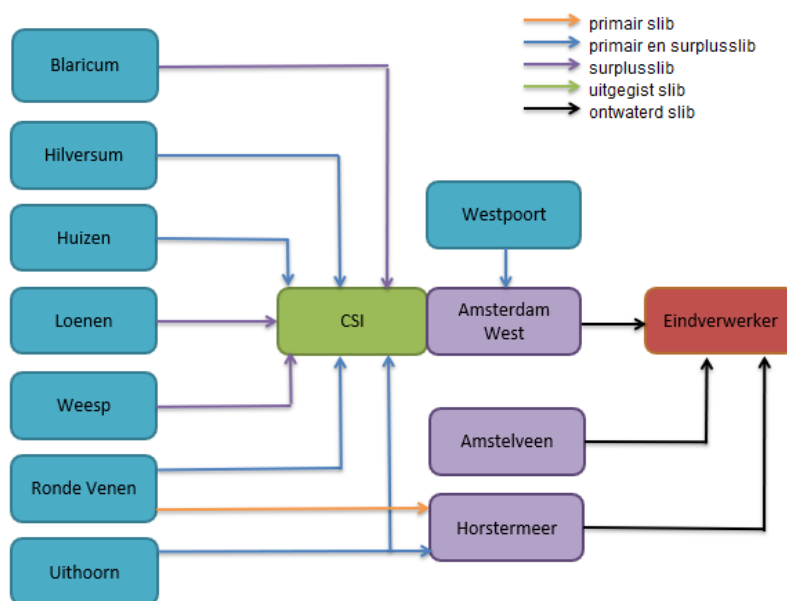
<sup>1</sup> LCA van acht grondstoffen uit rioolwater, Jessica de Koning (CE Delft), Meis Uijtewaai (CE Delft), Geert Bergsma (CE Delft), Mirabella Mulder (Mirabella Mulder Waste Water Management), STOWA 08/2023.

Er zijn al overeenkomsten gesloten voor de overname van de verwerking door de verbrandingsinstallatie van HVC in Alkmaar in Q3 2025. In elk geval is er een voorspelde uitbreiding nodig bij RWZI Amsterdam West. In 2027 vindt er een uitbreiding van de vergistingscapaciteit met 400.000 i.e. plaats, inclusief voorindikkers, struvietreactor, buffers, fakkels en gashouder, en uitbreiding van de groengasinstallatie<sup>1</sup>. Ook wordt een volledige nieuwbouw van een slibontwateringsinstallatie met schroefpersen en slibsilos gerealiseerd. Met deze uitbreidingen met oog op robuustheid en duurzaamheid is er een solide basis voor verbetering en groei wat betreft het transport- en verwerkingsproces. Waternet/AGV werkt samen met een start-up, C-Green, om alternatieve processen te onderzoeken.

### Slibproductie

De slibverwerking keten begint met ingedikt slib uit de waterlijn. In de Centrale Slibontvangst Inrichting (CSI) ontvangt de RWZI Amsterdam West slib in verschillende vormen (primair, surplus, uitgest) van andere RWZI's. Afbeelding 3.3 geeft een overzicht van het slib dat in de CSI is verzameld.

Afbeelding 3.3 Slibverzameling bij de CSI van RWZI Amsterdam West<sup>2</sup>



De prestaties van het indikken van primair slib bij RWZI Amsterdam West (inclusief primair en surpluslib van de CSI en Westpoort) wordt voor de jaren 2018-2022 weergegeven in afbeelding 3.4. Primair en surpluslib moet nog vergist worden in RWZI Amsterdam West. Het reeds uitgeste slib wat wordt aangeleverd wordt wel gelijk ontwaterd. Afbeelding 3.5 toont de prestaties van de surpluslibbandindikking van 2018-2022.

Afbeelding 3.4 Primaire slibindikking RWZI Amsterdam West (incl. CSI en Westpoort) 2018-2022

rwzi		2022	2021	2020	2019	2018
<b>Amsterdam West</b>	ton ds/jaar	17.706	16.431	15.725	17.792	15.008
Ind. CSI en Westpoort	% droge stof	4,0	4,3	4,6	5,8	5,0

Afbeelding 3.5 Mechanische surpluslibindikking RWZI Amsterdam West 2018-2022

rwzi		2022	2021	2020	2019	2018
<b>Amsterdam West</b>	ton ds/jaar	17.395	17.627	17.729	19.046	20.105
Bandindikker	% droge stof	7,1	7,2	7,1	6,7	6,8
	Polymeer verbruik (kg PE/ton ds)	2,3	2,4	3,1	2,9	3,9

<sup>1</sup> Toekomstige ontwikkelingen RWZI Amsterdam-West, 14 augustus 2023, Witteveen+Bos.

<sup>2</sup> Van de Technisch Jaarverslag Afvalwater 2023: Slibbehandeling Zuiveringsbeheer Sabrina van Dijk-Koning, Waternet.



### Slibvergisten

Vergisting is de biologische behandeling van slib in zuurstofvrije omstandigheden. Bij RWZI Amsterdam West vindt het vergistingsproces plaats in drie tanks van elk 10.000 m<sup>3</sup>, die in serie zijn geplaatst. Het slib wordt omgezet in digestaat (een pathogeenvrij vloeibaar restproduct) en biogas (65 % methaan), dat wordt opgeslagen in twee gashouders. Uitgegist slib wordt bewaard in een opslagtank.

### Groengas installatie

Het gas wordt ter plaatse opgewaardeerd tot groengas (bestaande uit 80 % methaan). Op dit moment wordt jaarlijks 11,8 miljoen m<sup>3</sup>/j geproduceerd<sup>1</sup>. In dit proces wordt CO<sub>2</sub> verwijderd, de CO<sub>2</sub>-emissies worden momenteel geëmitteerd naar de atmosfeer, wat overeenkomt met 35.000 Nm<sup>3</sup>/d ongeveer<sup>2</sup>. Er wordt gediscussieerd over de mogelijkheid om de CO<sub>2</sub> te vervloeien en te gebruiken, bijvoorbeeld door inzet in de glastuinbouwsector, om te worden gebruikt als een voedingsbron voor planten. Hiervoor zou een OCAP CO<sub>2</sub>-leiding van RWZI West naar CO<sub>2</sub>-afnemers gelegd kunnen worden.

### Slibontwatering

In de slibontwatering wordt slib gecentrifugeerd om het watergehalte te verminderen, met als doel de optimalisatie van de nutriëntenconcentratie en de hoeveelheid te verwerken massa. Poly-elektrolyet wordt aan het proces toegevoegd om de flocculatie te verbeteren en daardoor de scheiding van het slib van het water in de centrifuge te optimaliseren. Dit resulteert in gedroogd slib (21 % droge stof<sup>3</sup>).

### Slibtransport

In de transportfase wordt gedroogd slib (21 % droge stof) per vrachtwagen van 35 ton vervoerd van RWZI Amsterdam West naar de slibverwerkers. Deze bestaan uit verschillende drogers, energiecentrales en cementfabrieken. Tabel 3.1 toont de situatie van 2023, waarin het slib wordt verdeeld en naar locaties in Nederland, België en Duitsland wordt vervoerd.

Tabel 3.1 Transportafstanden 2023<sup>4</sup>

Slib transport vanuit RWZI West	Afstanden [km]	Hoeveelheid [t]
binnen Nederland	99 - 223	23.900
export naar België	218	11.100
export naar Duitsland	277 - 677	51.000
<b>Totaal</b>		<b>86.000</b>

Vanaf Q3 2025 vervoeren 10 HVC-vrachtwagens<sup>5</sup> per dag gedroogd slib (21 % droge stof) van RWZI Amsterdam West naar Alkmaar. Tabel 3.2 toont de transportafstanden en de vervoerde ladingen.

Tabel 3.2 Verwacht transportafstanden 2026

Slibverwerker	Afstand [km]	Hoeveelheid geëxporteerd vanuit RWZI West [t]
HVC Alkmaar	40	86.000

<sup>1</sup> Toekomstige ontwikkelingen RWZI Amsterdam-West, 14 augustus 2023, Witteveen+Bos.

<sup>2</sup> Op basis van gesprek met ir. Teun Keurhorst, 09/2023.

<sup>3</sup> Technisch Jaarverslag Afvalwater 2023: Slibbehandeling Zuiveringsbeheer Sabrina van Dijk-Koning, Waternet.

<sup>4</sup> Geleverd in Excel format door Lex Lelijveld, Logistiek en Afvalcoördinator bij Waternet.

<sup>5</sup> Op basis van gesprek met Lex Lelijveld, 2023.

### Slibeindverwerking

Slibeindverwerking bestaat uit drogen en verbranden. Zuiveringsslib ging vroeger naar de landbouw, maar dat is sinds de jaren '90 niet meer toegestaan vanwege een te hoge concentratie zware metalen in het slib. Wettelijk gezien moet slib thermisch verwerkt worden op een temperatuur van 850 graden Celsius gedurende 2 seconden. In dit proces worden schadelijke stoffen geconcentreerd (in de as) en uit het milieu gehaald (bijv via de rookgasreiniging). Het proces begint met de aankomst van gedroogd slib (21 % droge stof) dat per vrachtwagen wordt geleverd. Vanaf 2025 wordt ongeveer 90.000 ton gedroogd slib van RWZI Amsterdam West verwerkt bij HVC in Alkmaar. De installatie gaat in totaal 230.000 ton kunnen verwerken. Dit slib wordt gemengd met slib van andere waterschappen en vervolgens gedroogd tot een drogestofgehalte van 91 %. Daarna vindt de verbranding plaats in een oven bij een temperatuur van 850-950 °C. Zand is aanwezig in het proces (in het wervelbed), kalksteen wordt gebruikt om een groot deel van het zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) te verwijderen, en ammoniak wordt ingespoten om NO<sub>x</sub> uit de rookgassen te verwijderen. De rookgassen koelen af in de stoomketels, die stoom produceren die als warmte voor de droger (of het warmtenet) kan worden gebruikt. Overtollige stoom wordt gebruikt voor elektriciteitsopwekking. De rookgassen worden vervolgens gefilterd en gewassen voordat ze in het milieu worden vrijgegeven. Vliegashouding blijft over en kan worden gebruikt als secundaire grondstof.

# 4

## PARTNERS

Partners zijn partijen zowel upstream als downstream in de keten van de organisatie waarmee de organisatie samenwerkt, zoals distributeurs, leveranciers, afnemers, klanten en opdrachtgevers.

### Leveranciers van hulpstoffen

De leverancier van poly-elektrolyt is VTA Austria GmbH, en zij levert 1.180 ton/jaar aan de locatie via een EURO6 vrachtwagen.

### Beheer en onderhoud

Onderhoud op locatie wordt uitgevoerd door aannemers en wordt gepland door de afdeling Techniek van Waternet. De groengas installatie is eigendom van Waternet/AGV maar het beheer en onderhoud zijn uitbesteed aan MT Environmental Technology. OrangeGas, de leverancier van groengas, werkt samen met betrekking tot de productie en verkoop van groengas geproduceerd bij RWZI Amsterdam West. Lindegas zorgt voor de mogelijke afname van CO<sub>2</sub> voor inzet in de glastuinbouw onder de naam OCAP.

### Afvalverwerker

Tot eind 2022 was het Afval Energie Bedrijf (AEB) verantwoordelijk voor slibdroging en verbranding, met transport van RWZI West via een transportband. In 2019 werden de activiteiten tijdelijk stopgezet vanwege problemen met het slib<sup>1</sup>, en daarna hervat met verminderde capaciteit totdat het contract afliep in 2022<sup>2</sup>.

Tussen 2023 en 2025 varieert de afvalverwerker. Deze partners staan vermeld in tabel 3.1. Het slib wordt naar verschillende partners in Duitsland vervoerd om te worden gedroogd en verbrand. Het transport gebeurt per vrachtwagen en wordt uitgevoerd door de partners zelf, niet door Waternet/AGV. Waternet/AGV is alleen verantwoordelijk voor het transport van het vloeibare deel van de slib.

Vanaf het derde kwartaal van 2025 is HVC verantwoordelijk voor het vervoer, drogen en verbranden van het slib. De verbrandingsinstallatie bevindt zich in Alkmaar en zal het slib per vrachtwagen vervoeren.

### C-Green

C-Green is een Zweedse start-up met een technologie die slib omzet in biokool door pyrolyse (HTC) en natte oxidatie in een modulaire, containeropstelling. Dit is een alternatieve verwerkingsmethode in vergelijking met het gebruikelijke drogen en verbranden van slib. De producten zijn biokool, afvalwater (dat wordt teruggestuurd naar slibgisting) en energie. De energie die het proces produceert voldoende is om het eigen proces te voeden en ook in de waterlijn te gebruiken. C-Green heeft samengewerkt met Waternet/AGV om in 2023 een pilotproject op te zetten in Reym, Rotterdam.

De voordelen van de C-Green technologie zijn een verbeterde energieproductie in verhouding tot koolstofemissies, in vergelijking met verbranding. Het vergemakkelijkt ook het strippen van ammonium (NH<sub>4</sub>) bij de hoog operationele temperaturen (200-230 °C). De biokool zelf kan worden gebruikt als vervanging voor hout in de brandstofinvoer voor HVC, Stora (België) en kolencentrales in Nederland en Duitsland. Er zijn momenteel beperkingen in de toepasbaarheid in de landbouw vanwege het gehalte aan zware metalen en PFA in het product.

---

<sup>1</sup> <https://www.agv.nl/actueel/problemen-met-slib/>.

<sup>2</sup> <https://www.agv.nl/over-ons/bestuursakkoord/onze-plannen-2021/actuele-ontwikkelingen/>.

Samen met C-Green onderzoekt Waternet/AGV momenteel de financiële haalbaarheid van de technologie bij RWZI West. De mogelijkheden worden onderzocht om een modulaire opstelling te installeren die 7.000 ton slib per jaar kan verwerken naar 1.400 t/jaar biokool. Dit zou een klein deel van de slibbehandeling ter plaatse vertegenwoordigen, de robuustheid vergroten en mogelijk zorgen voor een uitbreiding van de capaciteit in de komende jaren. Dit bevindt zich momenteel in de begin van de vergunningsfase.

# 5

## EMISSIES

Scope 3-emissies verwijzen naar alle indirecte emissies die plaatsvinden in de waardeketen van een organisatie, inclusief zowel upstream als downstream activiteiten. De berekening van de Scope 3-emissies die verband houden met de slibverwerking keten bij RWZI Amsterdam West wordt gebaseerd op Ecoinvent 3.6-producten en -processen die worden gebruikt in SimaPro. Deze zijn vermeld per categorie in tabellen 5.1 - 5.4.

### Energie

Tabel 5.1 Ecoinvent 3.6 producten gebruikt om energie-inputs en -outputs te modelleren

Input/Output	Gekozen product
warmte van aardgas	heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland}  heat production, natural gas, at industrial furnace >100 kW   Cut-off, U
groene elektriciteit, wind	electricity, high voltage {NL}  electricity production, wind, 1-3MW turbine, onshore   Cut-off, U
groene elektriciteit, PV	electricity, low voltage {NL}  electricity production, photovoltaic, 570kWp open ground installation, multi-Si   Cut-off, U
groene elektriciteit, biogas	electricity, low voltage {CH}  biogas, burned in micro gas turbine 100kWe   Cut-off, U

### Transport

Tabel 5.2 Ecoinvent 3.6 producten gebruikt om transport-inputs en -outputs te modelleren

Input/Output	Gekozen product
transport van hulpstoffen	transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 RER
transport van ontwaterd slib tot 2025	transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 {RER}  transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5   Cut-off, U
transport van ontwaterd slib vanaf Q3 2025	transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 {RER}  transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5   Cut-off, U transport, freight, lorry 28 metric ton, vegetable oil methyl ester 100 % {GLO}  market group for transport, freight, lorry 28 metric ton, vegetable oil methyl ester 100 %   Cut-off, U (of project Ecoinvent 3 - allocation, cut-off by classification - unit) transport, vrachtwagen, elektriciteit, Grijze mix <sup>1</sup> transport, vrachtwagen, elektriciteit, Groene mix <sup>17</sup>

<sup>1</sup> Producten uit DuboCalc (NMD Bepalingsmethode versie 1.1, maart 2022) vanwege ontbrekende gegevens in Ecoinvent 3.6.

## Hulpstoffen

Tabel 5.3 Ecoinvent 3.6 producten gebruikt om hulpstoffen-inputs en -outputs te modelleren

Input/Output	Gekozen product
sliblijn - poly-elektrolyet	polyacrylamide {GLO}  market for   Cut-off, U
rookgasreiniging - NaOH	sodium hydroxide, without water, in 50 % solution state {GLO}  market for   Cut-off, U
rookgasreiniging - Ca(OH) <sub>2</sub>	lime, hydrated, loose weight {RoW}  market for lime, hydrated, loose weight   Cut-off, U
vuurhaard - CaCO <sub>3</sub>	calcium carbonate, precipitated {RER}  market for calcium carbonate, precipitated   Cut-off, U
luchtbehandeling - actief kool	activated carbon, granular {GLO}  market for activated carbon, granular   Cut-off, U
luchtbehandeling - regeneratie actief kool	activated carbon, granular {RER}  treatment of spent activated carbon, granular from hard coal, reactivation   Cut-off, U

## Verbrandingsproces

Tabel 5.4 Ecoinvent 3.6 product gebruikt om het verbrandingsproces te modelleren

Input/Output	Gekozen product
verbrandingsproces	raw sewage sludge {CH}  treatment of, municipal incineration with fly ash extraction   Cut-off, U

## 5.1 Uitstoot 2023-2025

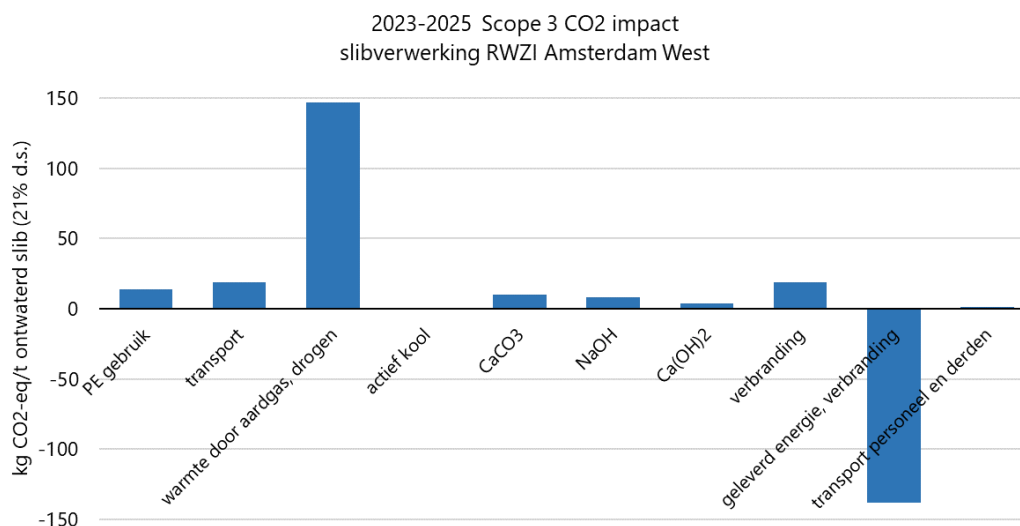
De huidige scope 3 emissies in de keten bedragen 85 kg CO<sub>2</sub>-eq/ton ontwaterd slib (21 % droge stof), wat komt overeen met 7.300 t CO<sub>2</sub>-eq/jaar in totaal. Dit wordt afhankelijk van hoeveel energie van het verbrandingsproces wordt teruggewonnen. Ervan uitgaande dat er geen energie wordt teruggewonnen in het slibdrogingproces, komen de emissies voornamelijk voort uit aardgasgebruik in de droger, gevolgd door het transport naar de slibeindverwerkers, en het slibverbrandingsproces zelf. De volledige bijdragen per categorie zijn weergegeven in afbeelding 5.1 en tabel 2.1. Aanzienlijke koolstofemissies ontstaan door het gebruik van warmte bij slibdroging, omdat ervan wordt uitgegaan dat dit proces wordt verwarmd met aardgas.

Volgens het Greenhouse Gas Protocol wordt er in deze berekening geen rekening gehouden met biogene CO<sub>2</sub>, deze wordt separaat gerapporteerd in Bijlage I. Desalniettemin, de totale scope 3 emissies met biogene emissies meegeteld komt overeen met 35.800 t CO<sub>2</sub>-eq/jaar in totaal.

De CO<sub>2</sub>-impact van poly-elektrolyt-gebruik veronderstelt dat het een 100 % oplossing is<sup>1</sup>. Als het echter minder geconcentreerd is, zullen de emissies nog hoger zijn, omdat het wordt typisch opgelost in een emulsie van fossiel-gebaseerd olië en water. In deze berekening wordt ervan uitgegaan dat al het PE vrijkomt tijdens de verbrandingsstap. Het is verantwoordelijk voor 55 % van de fossiele verbrandingsemissies. In de werkelijkheid kan het echter gedeeltelijk vrijkomen tijdens zowel vergisting als verbranding. Transportemissies zijn relatief hoog vanwege de lange transportafstanden naar Duitsland en België (tabel 3.1) in de huidige situatie.

<sup>1</sup> *Persoonlijk communicatie*, Anne Marieke Motelica-Wagenaar (Waternet), 2024.

Afbeelding 5.1 Scope 3 emissies per categorie, 2023-2025



Tabel 5.5 Emissieberekening slibverwerking 2023-2025

Activiteit	kg CO <sub>2</sub> -eq/t onwaterd slib
hulpstoffen - poly-elektrolyet gebruik, indikking en ontwatering	14
transport naar slibverwerkers <sup>1</sup>	19
warmtegebruik in het slibdrogingsproces	147
hulpstoffen - actief kool in de luchtbehandelingsysteem van de droger	0,9
hulpstoffen - CaCO <sub>3</sub> gedoseerd in vuurhaard	10
hulpstoffen - NaOH gebruikt in rookgasreiniging	8,2
hulpstoffen - Ca(OH) <sub>2</sub> gebruikt in rookgasreiniging	3,9
slibverbranding	19
energie geleverd door het verbrandingsproces	-140
Transport - personeel en derden	1,3
<b>Totaal</b>	<b>85 kg CO<sub>2</sub>-eq</b>

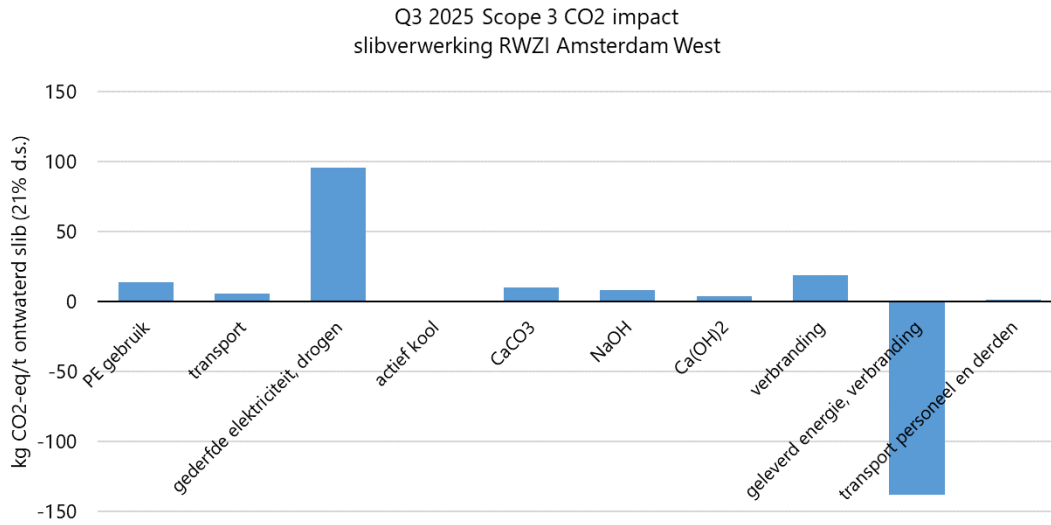
## 5.2 Uitstoot vanaf 2025

De scope 3-emissies in de keten vanaf Q3 2025 bedragen 21 kg CO<sub>2</sub> -eq/ton onwaterd slib, wat komt overeen met 1.800 t CO<sub>2</sub> -eq/jaar in totaal. Dit is 76 % lager dan in de huidige situatie, dankzij het hergebruik van warmte uit het verbrandingsproces om het slib te drogen, en in mindere mate vanwege kortere transportafstanden. De bijdrage per categorie wordt weergegeven in afbeelding 5.2. Met biogene koolstofemissies meegerekend komt dit overeen met 30.200 t CO<sub>2</sub> /jaar in totaal.

De belangrijkste bron van emissies in de keten komt voort uit het gebruik van hulpstoffen (poly-elektrolyet, actief kool, CaCO<sub>3</sub>, NaOH en Ca(OH)<sub>2</sub>). Dit wordt opgevolgd door het verbrandingsproces en transport. Het nieuwe slibdroger bij HVC Alkmaar zal lokaal energie gebruiken, teruggewonnen vanuit het verbrandingsproces. Alle energie die vrijkwam tijdens de verbranding werd voorheen volledig omgezet in elektriciteit. Het elektriciteitsnet moet nu voor deze gedeelde energievoorziening zorgen (bestaande uit 46 % grijs, 54 % groene bronnen), wat wordt opgenomen in de berekening.

<sup>1</sup> Zoals samengevat in Tabel 3.1.

Afbeelding 5.2 Scope 3 emissies per categorie, vanaf Q3 2025



Tabel 5.6 Scope 3 emissies per categorie, vanaf Q3 2025

Activiteit	kg CO <sub>2</sub> -eq/t ontdaerd slijb
Hulpstoffen -poly-elektrolyet gebruik, slijblijndikking en ontdaering	14
Transport naar HVC Alkmaar	5,8
Gedeelde elektriciteit door het hergebruik van warmte in het droogproces	96
Hulpstoffen - actief kool in de droger luchtbehandeling systeem	0,9
Hulpstoffen - CaCO <sub>3</sub> gedoseerd in vuurhaard	10
Hulpstoffen - NaOH gebruikt in rookgasreiniging	8,2
Hulpstoffen - Ca(OH) <sub>2</sub> gebruikt in rookgasreiniging	3,9
Slijbverbranding	19
Energie geleverd door het verbrandingsproces	-140
Transport - personeel en derden	1,3
<b>Totaal</b>	<b>21 kg CO<sub>2</sub>-eq</b>



# 6

## REDUCTIESTRATEGIEËN CO<sub>2</sub>-IMPACT

In deze paragraaf worden verschillende reductiestrategieën aanbevolen om de Scope 3 CO<sub>2</sub>-impact van slibverwerking bij RWZI Amsterdam West te verlagen.

### 6.1 Maatregelen op korte termijn

Maatregelen kunnen op korte termijn worden geïmplementeerd om de huidige situatie te verbeteren, ook al moet de grootste deel van het slib nog tot Q3 2025 geëxporteerd worden. Deze maatregelen zijn opgesomd in tabel 6.1.

Tabel 6.1 Maatregelen voor CO<sub>2</sub> reductie 2023-2025

Maatregel	Impact
overleg met transporteurs van vloeibare slib in Nederland om het gebruik van HVO100 of elektrisch vrachtwagens te stimuleren	- 45 % van transportemissies ten aanzien van HVO50
inkoop van duurzame poly-elektroliet	- 25 % van PE gebruik <sup>1</sup>
uitzoeken mogelijkheden om een hogere ontwateringsgraad slib te bereiken bij Waternet	transportemissies verminderen Hogere calorische waarde van slib

Om de situatie tot en met 2025 aan te pakken, is het raadzaam eerst in gesprek te gaan met de transporteurs. Binnen de invloedssfeer van Waternet moet dit de transporteur van vloeibare slib binnen Nederland zijn, die tegenwoordig gebruikt HVO50 als brandstof. Tijdens dit overleg moet het gebruik van brandstoffen worden besproken, zoals een mogelijke overstap naar elektrisch vervoer om de uitstoot te verminderen. Daarnaast is het van belang zijn logistiekbeheer te bespreken. Dit gaat over de belading van de vrachtwagens, of er een controlesysteem opgericht is en welke instructies de chauffeurs ontvangen om hun werk efficiënt uit te voeren.

Er moet ook aandacht worden besteed aan het gebruik van chemicaliën, namelijk het gebruik van poly-elektroliet. Waternet procestechnologen zijn bezig met het uitzoeken van alternatieve poly-elektrolieten, bijvoorbeeld die kunnen gedoseerd worden in lagere hoeveelheden, of die geproduceerd zijn met groene energie. Dit kan scope 3 emissies met 25 %, of 301.000 kg/jaar verlagen. Biobased poly-elektrolieten, zoals kationisch zetmeel en cyclodextrine, zijn eerder getest bij RWZI Amsterdam West als onderdeel van STOWA-onderzoek in 2016<sup>2</sup>. Destijds was de prestatie was niet voldoende om de overstap naar biobased chemicaliën te rechtvaardigen. Een marktverkenning kan nu samen met Waternet procestechnologen worden uitgevoerd. Verder moeten er gesprekken worden gevoerd met AquaMinerals en HVC, om verbeteringen met chemicaliëngebruik te identificeren.

<sup>1</sup> Anne Marieke Motelica-Wagenaar, in communicatie met Programma Circulair, maart 2024.

<sup>2</sup> STOWA 2016-14, 'Groen' poly-elektroliet, Korving, L. et al.

Aanpassingen naar de sliblijn bij Waternet kunnen nu uitgezocht worden om een hogere ontwateringsgraad te bereiken, waardoor de volume van de slib wordt verminderd en de transportemissies afnemen, en de calorische waarde van de slib toenemen. Dit kan worden bereikt door gebruik te maken van andere apparatuur, bijvoorbeeld door een thermische hydrolyse stap<sup>1</sup> toe te voegen. Het is belangrijk dat deze apparatuur efficiënt en duurzaam wordt aangedreven. Als dit het geval is, biedt deze maatregel twee belangrijke voordelen en valt deze binnen de invloedssfeer van Waternet.

## 6.2 Maatregelen op middellange termijn

Op de middellange termijn zal de slibdroger bij HVC Alkmaar volledig operationeel, en vier windmolens zullen draaien bij RWZI Amsterdam West. Hier zijn kwantificeerbare verbeteringen in CO<sub>2</sub>-impact aan verbonden. Verdere verbeteringen zijn afhankelijk van besprekingen met HVC Alkmaar over zijn proces en het gebruik van chemicaliën. Deze sectie wordt dienovereenkomstig bijgewerkt. Deze maatregelen zijn weergegeven in tabel 6.2.

Tabel 6.2 Maatregelen voor CO<sub>2</sub> reductie 2026-2027

Maatregel	Impact
uitfasering EURO5 en EURO6 vrachtwagens, overstappen naar 75 % elektrisch vrachtwagens	- 16 - - 55 % van slibtransport vergelijk met 2023 <sup>2</sup>
energieterugwinning uit de afvalcentrale	- 59 % van totaal keten
aandeelhouders in gesprek te gaan met HVC Alkmaar	mogelijke kansen om fosfaat terug te winnen <sup>3</sup>
- om het stand van zaken met fosfaat terugwinning uit bodemas te bespreken;	Impact van chemicaliënproductie verlagen
- om duurzaam chemicaliën inkoop te optimaliseren, van bijvoorbeeld CaCO <sub>3</sub> ;	
- om innovatieve alternatieve verwerkingsroutes uit te zoeken	
eigen opwek groene elektriciteit (wind) bij RWZI Amsterdam West om de gedeelde elektriciteit die gaat gebruikt worden bij HVC Alkmaar over te komen	-97 % vergelijk met de grijs mix
onderzoek naar alternatieve verwerkingsmethodes	n.t.b.

Met het oog op de situatie vanaf 2026 en verder, kunnen gesprekken met HVC worden gevoerd. Er zijn alternatieve verwerkingsmethodes die kunnen worden geïmplementeerd om de CO<sub>2</sub>-impact te verminderen.

Om innovatieve routes verder uit te zoeken, een CO<sub>2</sub>-impactanalyse en MCA (Multi-Criteria Analyse) kunnen worden uitgevoerd om het pyrolyse (HTC) en natte oxidatie proces van C Green te vergelijken met de huidige situatie. Dit bevindt zich nog in de beginfase, maar de potentiële C-Green pilot van 7.000 t die wordt overwogen voor 2027 kan worden gebruikt als basis voor deze analyses.

<sup>1</sup> [www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/thermische-hydrolyse-als-de-motor-voor-centrale-slibverwerking](http://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/thermische-hydrolyse-als-de-motor-voor-centrale-slibverwerking).

<sup>2</sup> Reductie van CO<sub>2</sub> emissies afhankelijk van de gebruikt elektriciteitsmix (NL groen, of NL grijs).

<sup>3</sup> Fosfaat kan worden teruggewonnen uit bodemas, of via een precipitatie route uit de sliblijn. Het terugwinnen van P uit de sliblijn zorgt voor minder scaling in apparatuur, wat leidt tot lagere onderhoudskosten als extra voordeel.

### 6.3 Maatregelen op lange termijn

De maatregelen om op te pakken op lange termijn zijn weergegeven in tabel 6.3. Nieuwe aanbestedingen in 2027 bieden een kans om transportemissies te minimaliseren, maar andere maatregelen zijn afhankelijk van de resultaten van de eerste besprekingen en analyses die moeten worden uitgevoerd. Ongeacht het gekozen proces, kan op dit punt ook onderzoek worden gedaan naar CO<sub>2</sub>-afvang.

Tabel 6.3 Maatregelen voor CO<sub>2</sub> reductie 2027+

Maatregel	Impact
75 % elektrisch vrachtwagens, 25 % HVO100	- 29 - - 68 % van slibtransport vergelijk met 2023
uitzoeken mogelijkheden van upgraden fosfaatreactor om terugwinning te stimuleren	n.t.b.
uitzoeken de mogelijkheid om de keten te vergelijken met C Green, volgens de resultaten van CO <sub>2</sub> -impact en Multi-Criteria analyses	n.t.b.
CO <sub>2</sub> afvang van slibverbranding (CCU of CCS <sup>1</sup> )	n.t.b.

Voor de toekomstige situatie waarin naar verwachting 10 vrachtwagens per dag zullen rijden van RWZI Amsterdam West naar Alkmaar, wordt aanbevolen om 75 % van de vrachtwagens elektrisch te maken. Het is aanbevolen om 25 % HVO100 te behouden als noodscenario.

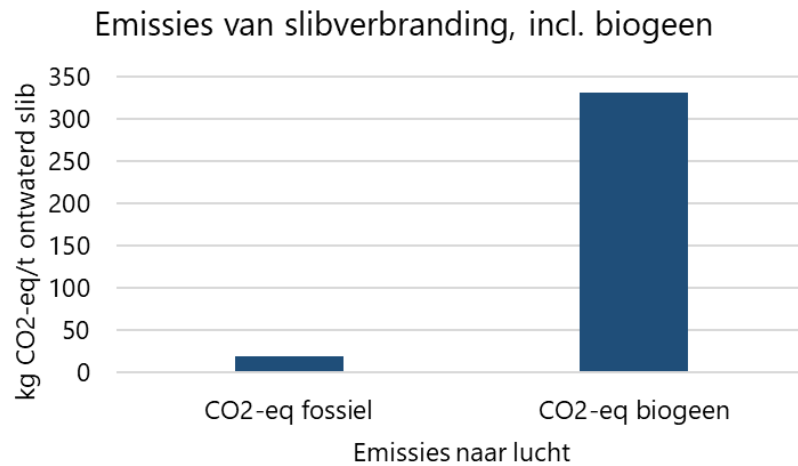
<sup>1</sup> *Carbon Capture Utilization (CCU)* verwijst naar het afvangen en benutten van CO<sub>2</sub> in bijvoorbeeld de glastuinbouw. Met *Carbon Capture and Storage (CCS)* wordt het CO<sub>2</sub> afvangen en daardoor opgeslagen, bijvoorbeeld onder de Noordzee.

Bijlage(n)

## BIJLAGE: BIOGENE UITSTOOT

Slibverbranding produceert voornamelijk biogene directe koolstofemissies, die niet worden opgenomen in de hoofdberekening maar wel een aanzienlijke hoeveelheid vormen. Afbeelding I.1 vergelijkt de hoeveelheid biogene emissies met de emissies van fossiele oorsprong. Tabel I.1 geeft het totale overzicht van scope 3 emissies vanuit het perspectief van Waternet/AGV voor de periode tot 2025 waarin de biogene emissies opgenomen zijn.

Afbeelding I.1 Emissievergelijking fossiel en biogene CO<sub>2</sub>



Tabel I.1 Emissieberekening slibverwerking fossiele en biogene Scope 3 CO<sub>2</sub>-eq impact tot 2025

Activiteit	kg CO <sub>2</sub> -eq
hulpstoffen - poly-elektrolyet gebruik, indikking en ontwatering	14
transport naar slibverwerkers	19
warmtegebruik in het slibdrogingsproces	147
hulpstoffen - actief kool in de luchtbehandelingsysteem van de droger	0,9
hulpstoffen - CaCO <sub>3</sub> gedoseerd in vuurhaard	10
hulpstoffen - NaOH gebruikt in rookgasreiniging	8,2
hulpstoffen - Ca(OH) <sub>2</sub> gebruikt in rookgasreiniging	3,9
slibverbranding - fossiele emissies	19
slibverbranding - biogene emissies	331
energie geleverd door het verbrandingsproces	-138
transport - personeel en derden	1,3
<b>Totaal</b>	<b>416 kg CO<sub>2</sub>-eq</b>

