



stowa

POEDERKOOI IN SLIB: EFFECT OP DE HUIDIGE EN TOEKOMSTIGE SLIBEINDVERWERKING



RAPPORT

2020
34

POEDERKOOL IN SLIB: EFFECT OP DE HUIDIGE EN
TOEKOMSTIGE SLIBEINDVERWERKING

RAPPORT

2020

34

ISBN 978.90.5773.906.4



COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

PROJECTUITVOERING

Amber Vergnes, Tauw
Heleen Niele, Tauw
Berend Reitsma, Tauw
Ellen van Voorthuizen, Royal HaskoningDHV

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

Andrea Potma, Waterschap Aa en Maas
Anna Koenis, Hoogheemraadschap van Rijnland
Ad de Man, Waterschapsbedrijf Limburg
Arnoud de Wilt, Royal HaskoningDHV
Bart Verberkt, Waterschap Aa en Maas
Dirk Koot, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Gerard Rijs, Rijkswaterstaat, WVL
Herman Evenblij, Royal HaskoningDHV
John Koop, Waterschap Hunze en Aa's
Miriam Bakker, Waterschap Vallei en Veluwe
Mirabella Mulder, Mirabella Mulder Waste Water Management
Patricia Clevering-Loeffen, Sweco
Paul Roeleveld, Royal HaskoningDHV
Roger Vingerhoeds, Waterschap Brabantse Delta
Ruud Schemen, Waterschap De Dommel
Cora Uijterlinde, STOWA

FOTO OMSLAG Bron: NRC (foto slib)
DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau
STOWA STOWA 2020-34
ISBN 978.90.5773.906.4

Copyright Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.
Disclaimer Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.

TEN GELEIDE

De aanwezigheid van poederkool in slib verandert de kwaliteit en kwantiteit van het af te voeren slib. Bij het maken van de keuze op welke wijze de aanvullende zuivering voor de verwijdering van de microverontreinigingen gaat plaatsvinden, is het advies om hierbij de gehele afvalwater- en slibketen te beschouwen inclusief de slibeindverwerking.

Het ministerie van IenW, de STOWA en de Nederlandse Waterschappen hebben gezamenlijk het Innovatieprogramma Microverontreinigingen uit Afvalwater (IPMV) opgezet om de ontwikkeling van veelbelovende verwijderingstechnieken te versnellen. Doel is dat de waterschappen binnen vijf tot zeven jaar meer beproefde technieken tot hun beschikking hebben voor de verwijdering van micro-verontreinigingen. Het innovatieprogramma is onderverdeeld in vijf verschillende thema's, waaronder het thema Poeder-Actiefkool.

De aanwezigheid van poederkool in slib verandert de kwaliteit en kwantiteit van het af te voeren slib en heeft daarmee invloed op de slibeindverwerking. In het onderzoek wat in dit rapport wordt beschreven, is deze invloed van het toepassen van poederkool voor de huidige en toekomstige slibeindverwerking in beeld gebracht. Dit is gedaan door rekening te houden met een aantal onzekerheden: het aantal zuiveringen waar poederkool toegepast gaat worden, welke dosering daarbij gebruikt wordt en het effect op de slibontwatering. Daarbij komt dat tegelijkertijd ook de wereld van de slibeindverwerking volop in beweging is. Ook de onzekerheden omtrent de huidige en toekomstige hoeveelheid te verwerken slib en de beschikbare verwerkingsroutes zijn meegenomen.

De aanwezigheid van poederkool in slib heeft allereerst invloed op de verwerkingscapaciteit van installaties. De afweging over het wel of niet toepassen van poederkooldosering kan daarom alleen op individueel waterschapsniveau gemaakt worden. Autonome ontwikkelingen zoals een hoger afvalwateraanbod en/of meer of een betere vergisting, hebben afhankelijk van de mate waarin dit plaats vindt, vaak een grotere impact op de verwerkingscapaciteit dan de aanwezigheid van poederkool in slib. Op nationaal niveau lijkt de invloed van de aanwezigheid van poederkool op de verwerkingscapaciteit beperkt.

Ten tweede heeft de aanwezigheid van poederkool in slib mogelijk invloed op de afzetbaarheid van restproducten, de behandeling en lozing van het geproduceerde afvalwater van de slibeindverwerking en het voldoen aan de emissie-eisen voor de geproduceerde rookgassen. Dit wordt veroorzaakt doordat zeer zorgwekkende stoffen zoals PFAS en arseen in hogere mate aan het poederkool hechten. Op dit punt is nog meer onderzoek nodig.

Belangrijkste advies uit dit rapport is om bij de besluitvorming over de inrichting van de zuivering voor de verwijdering van microverontreinigingen de impact op de slibeindverwerking nadrukkelijk in de beschouwing mee te nemen.

Joost Buntsma
Directeur STOWA

SAMENVATTING

AANLEIDING, DOELSTELLING EN AFBAKENING

Voor de verwijdering van medicijnresten en andere microverontreinigingen uit (stedelijk) afvalwater zijn diverse technologieën beschikbaar. Bij de keuze van een geschikte technologie wordt naar verschillende aspecten gekeken, zoals het verwijderingsrendement, de kosten en duurzaamheidsaspecten. De dosering van poederkool aan actiefslib (of aan het effluent met gezamenlijke afvoer van verzadigde kool en spuislib) is één van de mogelijke in te zetten technologieën. De inzet van poederkool verandert zowel de hoeveelheid geproduceerd slib als ook de samenstelling van dit slib en heeft daarmee een impact op de slibeindverwerking. Hoe groot die invloed is, is voor een groot deel nog onbekend. Om de invloed op de slibeindverwerking wel mee te kunnen nemen in de overwegingen rondom de verwijdering van microverontreinigingen is er de behoefte aan een verkenning van de invloed van poederkool in slib voor zowel de huidige als de toekomstige situatie van de slibeindverwerking.

Het doel van het project is om te bepalen wat de invloed is van poederkool in slib, afhankelijk van de mate waarin inzet van poederkool toegepast gaat worden op rwzi's, voor zowel de huidige als voor de toekomstige situatie van de slibeindverwerking in Nederland.

Het doel van het project is niet om een oordeel te geven of poederkool in actiefslib wel of niet dient te worden toegepast. Het rapport beoogt vooral de mechanismen te laten zien hoe poederkool in slib de huidige en toekomstige verwerking van slib beïnvloedt en welke factoren daarbij van belang zijn. Dit om uiteindelijk bij de planvorming rondom de verwijdering van microverontreinigingen én de realisatie van nieuwe slibeindverwerkingsinstallaties de invloed van poederkool in slib mee te kunnen nemen.

AANPAK

Om de invloed van poederkool in slib op de huidige en toekomstige slibeindverwerking in beeld te brengen is rekening gehouden met een aantal onzekerheden. Dit betreffen onzekerheden over het aantal rwzi's waarin poederkool dosering aan actiefslib in Nederland wordt toegepast, welke dosering daarbij gebruikt wordt en wat de invloed is van poederkool in slib op het ontwateringsresultaat. De invloed van deze aspecten zijn aan de hand van de huidige slibproducties en verwerkingsroutes in beeld gebracht. Aan de andere kant zijn er ook onzekerheden over de toekomstige hoeveelheid te verwerken slib, de autonome ontwikkelingen, en de toekomstige verwerkingsroutes. Om de invloed van deze ontwikkelingen in beeld te brengen is aan de hand van slibprognoses de invloed van poederkool in slib in beeld gebracht voor de korte en middellange termijn bij de dan beschikbare verwerkingsroutes.

Op basis van de analyse van de impact van poederkool in slib op de huidige en toekomstige slibeindverwerking zijn een aantal aandachtspunten benoemd die daarmee inzicht geven in de belangrijkste kennishiaten om de invloed van poederkool in slib goed te kunnen duiden.

INVLOED POEDERKOOL IN SLIB

De impact die poederkool in slib heeft op de huidige en toekomstige slibeindverwerking hangt voornamelijk af van de hoeveelheid zuiveringen (en de omvang daarvan) waar poederkool dosering toegepast gaat worden en welke dosering daarbij wordt gebruikt. Uit de analyse van de scenario's waarin 16 tot 34 rwzi's worden voorzien van poederkool dosering in actief

slib lijken de effecten voor Nederland als geheel klein. In deze scenario's varieert de verandering in af te voeren tonnen slibkoek, tonnen organische droge stof en verbrandingswaarde tussen de 0 en maximaal 5%.

Autonome ontwikkelingen zoals een hoger afvalwateraanbod en/of meer of betere vergisting, hebben afhankelijk van de mate waarin dit plaatsvindt vaak een grotere impact dan de aanwezigheid van poederkool in slib. Echter op het niveau van een individuele installatie van de slibeindverwerking kan de aanwezigheid van poederkool in slib een grotere impact hebben omdat:

- de verwachting is dat er de komende vijf jaar een tekort aan slibeindverwerkingscapaciteit is om fluctuaties in de aanvoer op te kunnen vangen.
- bij relatief kleine verwerkingsinstallaties een slibstroom met poederkool van een grotere rwzi sneller een grotere invloed kan hebben.

Bovenstaande geldt voor de huidige slibeindverwerkingsinstallaties. Voor eventueel nieuw te realiseren installaties kan rekening worden gehouden met de poederkool, die met het slib wordt aangeleverd. De extra energie, die in dit poederkool zit, kan dan mogelijk ook nuttig worden ingezet.

Om bovengenoemde redenen kan er geen algemene uitspraak gedaan worden of er wel of niet problemen ontstaan bij de slibeindverwerking door het toepassen van poederkool dosering. Dit dient op individueel waterschapsniveau bepaald te worden. Het advies is daarom ook om bij de besluitvorming rondom de inrichting van de zuivering voor de verwijdering van microverontreinigingen de impact op de slibeindverwerking mee te nemen. Dit geldt zowel voor de huidige slibeindverwerkingsinstallaties als voor mogelijk nieuw te realiseren installaties in de toekomst. Belangrijk is dan wel om bij het ontwerp van nieuw te realiseren verwerkingsinstallaties op voorhand rekening te houden met de aanwezigheid van poederkool in slib en deze zo nauwkeurig mogelijk vast te stellen.

AANDACHTSPUNTEN BIJ VERWERKING SLIB MET POEDERKOOI

Belangrijkste punt van aandacht voor de verwerking van slib met poederkool is de mate waarin andere stoffen zoals kwik, Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS zoals PFAS en andere), zware metalen (in het bijzonder arseen), aan het poederkool adsorberen en hoe deze zich verder gedragen bij de eindverwerking van slib. De aanwezigheid van genoemde stoffen in het slib leiden mogelijk tot knelpunten in de afzet van restproducten, in het te lozen afvalwater en/of in de overschrijding van de emissie-eisen voor de rookgassen. Dit punt is van belang bij uiteindelijk alle verwerkingsroutes omdat in de huidige situatie in Nederland het ontwaterde en biologisch/thermisch gedroogde slib grotendeels wordt verbrand. Daarom moet aan de emissie-eisen naar de lucht en aan eisen voor het afvalwater of aan de emissie-eisen naar het ontvangende oppervlaktewater worden voldaan. Ook voor de afzetroute van biologisch gedroogd slib naar de Franse landbouw is dit een punt van aandacht.

Tot slot is nog de verwerking van slib met (in de tijd) verschillende samenstellingen (wel/geen poederkool) een punt van aandacht. Dit punt heeft vooral invloed op de huidige monoverbrandingsinstallaties. Bij te grote verschillen in samenstelling van het te verwerken slib kan de doorzet van de installatie beperkt worden doordat op verschillende vlakken dan meer bijsturing nodig is.

TE ONTWIKKELEN KENNIS

Om een goede afweging te kunnen maken rondom de inrichting van de zuivering voor de verwijdering van microverontreinigingen is het advies om in de geplande demo's met poederkooldosering in actiefslib:

- De invloed van poederkool in slib op het ontwateringsresultaat te monitoren.
- De mate waarin kwik, zeer zorgwekkende stoffen en zware metalen, in het bijzonder arseen aan poederkool adsorberen te monitoren en te onderzoeken in hoeverre (of wanneer) dit bij de eindverwerker mogelijk tot knelpunten leidt in de afzet van restproducten, het afvalwater en/of overschrijding van de emissie-eisen voor de rookgassen.
- Aanvullend daaraan de impact van de aanwezigheid van PFAS in slib bij de slibeindverwerking mee te nemen in het al lopende onderzoek dat door STOWA is opgestart rondom PFAS op de rwzi's.

DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.

Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoeklijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede aan alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

POEDERKOOL IN SLIB: EFFECT OP DE HUIDIGE EN TOEKOMSTIGE SLIBEINDVERWERKING

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	SAMENVATTING	
	DE STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Doelstelling en afbakening	1
1.3	Opzet en leeswijzer	2
2	HUIDIG SPEELVELD	3
2.1	Verwijdering microverontreinigingen	3
2.2	Slibeindverwerking	3
2.2.1	Verwerkingsroutes	3
2.2.2	Stand van zaken	4
3	IMPACT POEDERKOOL IN SLIB OP HUIDIGE SLIBEINDVERWERKING	6
3.1	Aanpak	6
3.1.1	Algemeen	6
3.1.2	Verwerkingsroutes ontwaterd slib en impact poederkool	6
3.1.3	Scenario's poederkooldosering	9
3.2	Uitgangspunten berekeningen	10
3.2.1	Slibroutes – huidige slibproducties	10
3.2.2	Poederkooldosering- en kwaliteit	11
3.2.3	Drogestofgehalte slibontwatering	12
3.2.4	Verbrandingswaarde	13
3.2.5	Monoverbranders: Organisch drogestofproductie en verdrongen hoeveelheid slibkoek	14
3.3	Impact op slibkwantiteit	14
3.3.1	Biologisch drogen plus verbranding	15
3.3.2	Thermisch drogen plus verbranding	18
3.3.3	Monoverbranding	20
3.3.4	Co-verbranding	21
3.4	Samenvatting impact op slibkwantiteit	22
3.5	Impact op slibkwaliteit	23

4	IMPACT POEDERKOOL IN SLIB OP TOEKOMSTIGE SLIBEINDVERWERKING	25
4.1	Inleiding	25
4.2	Aanpak	25
4.2.1	Poederkooldosering	26
4.2.2	Slibproducties	26
4.2.3	Verwerkingsroutes	27
4.2.4	Kwalitatieve analyse	28
4.3	Biologische drogen	28
4.3.1	Impact verwerkingscapaciteit	28
4.3.2	Kwalitatieve analyse impact	29
4.4	Thermisch drogen	30
4.4.1	Impact verwerkingscapaciteit	30
4.4.2	Kwalitatieve analyse impact	32
4.5	Monoverbranding	32
4.5.1	Impact verwerkingscapaciteit	32
4.5.2	Kwalitatieve analyse impact	33
4.6	Co-verbranding	35
4.6.1	Impact verwerkingscapaciteit	35
4.6.2	Kwalitatieve analyse impact	35
4.7	Aandachtspunten	36
4.7.1	Bestaande verwerkingsroutes	36
4.7.2	Nieuwe verwerkingsroutes	37
4.8	Impact TDH plus gisting op verbrandingswaarde slib	38
4.8.1	Aanpak en uitgangspunten	38
4.8.2	Resultaten	39
5	VERVOLGONDERZOEK	40
6	CONCLUSIES EN ADVIES	42
6.1	Conclusies	42
6.2	Advies	43
BIJLAGE 1	POEDERKOOLSCENARIO'S RWZI'S HUIDIGE SITUATIE	44
BIJLAGE 2	TOEKOMSTIGE SLIBPRODUCTIES	52
BIJLAGE 3	TOEKOMSTIGE VERWERKINGSROUTES	53
BIJLAGE 4	VRAGENLIJST EINDVERWERKERS	54
BIJLAGE 5	DETAILS UITWERKING TDH	56

1

INLEIDING

1.1 ACHTERGROND

De markt voor slibeindverwerking is op dit moment volop in beweging. Installaties bereiken het einde van hun technische (en financiële) levensduur en contracten lopen af. Dit betekent dat de komende 10 jaar alle waterschappen aan de slag gaan met hun strategie ten aanzien van de slibeindverwerking. Tegelijkertijd zijn de waterschappen ook bezig met de overweging of en hoe zij microverontreinigingen gaan verwijderen. De dosering van poederkool aan actiefslib (of aan het effluent met gezamenlijke afvoer van verzadigde kool en spuislib) is één van de mogelijke routes. De inzet van poederkool verandert zowel de hoeveelheid geproduceerd slib als ook de samenstelling van dit slib en heeft daarmee een impact op de slibeindverwerking. Hoeveel en in welke mate is momenteel lastig in te schatten. Er is daarom behoefte aan een verkenning van de impact van poederkool in actiefslib, afhankelijk van de mate waarin inzet van poederkool toegepast gaat worden, voor zowel de huidige als voor de toekomstige situatie van de slibeindverwerking.

1.2 DOELSTELLING EN AFBAKENING

Het doel van het project is het bepalen van de invloed van de inzet van poederkool in actiefslib op de huidige en toekomstige slibeindverwerking in Nederland om daarmee de waterschappen van handvatten te voorzien die toegepast kunnen worden bij de uitwerking van de strategie voor de verwijdering van microverontreinigingen én voor de strategie van de slibeindverwerking.

De volgende vragen vallen buiten de scope van deze opdracht:

- Effecten van poederkool op de effluentkwaliteit.
- Effecten van poederkool op de bedrijfsvoering van de zuivering.
- CO₂ voetafdruk, kosten en invloed van productie van benodigde poederkool en de dosering hiervan op de rwzi.

Dit rapport verschijnt in een periode dat er sprake is van krapte in de verwerkingscapaciteit van ontwaterd slib om fluctuaties in de aanvoer op te vangen. Afhankelijk van de mate waarin dosering van poederkool in slib de komende 5 tot 10 jaar wordt toegepast kan dit voor installaties een zekere mate van verlies in doorzet veroorzaken. Dit rapport beoogt niet om een voorspelling te doen over wanneer en in welke mate verlies wel of niet optreedt. Het rapport beoogt vooral de mechanismen te laten zien over hoe poederkool in slib de verwerking van slib beïnvloedt en welke factoren daarbij van belang zijn. Dit om uiteindelijk bij de planning rondom de verwijdering van microverontreinigingen en de realisatie van nieuwe slibeindverwerkingsinstallaties de invloed van poederkool in slib mee te kunnen nemen in de overwegingen.

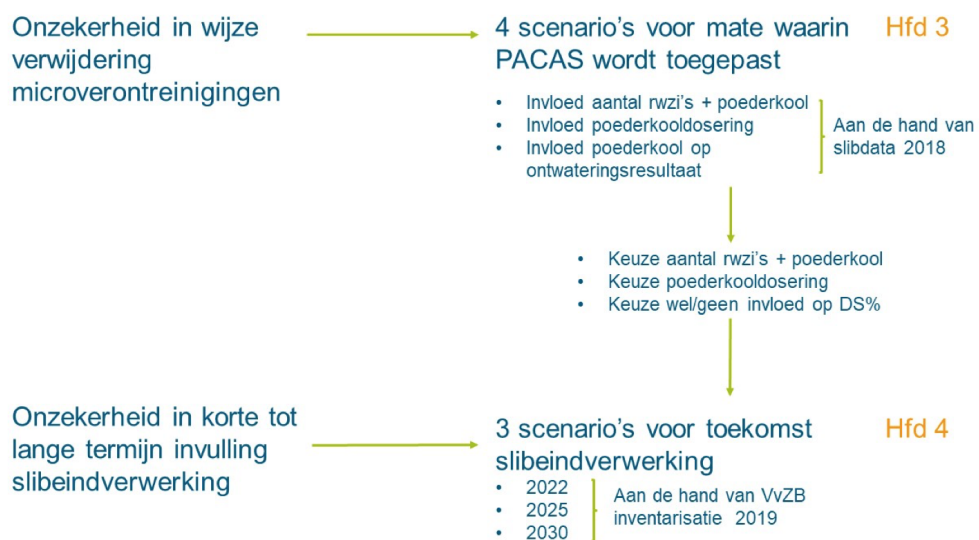
1.3 OPZET EN LEESWIJZER

Om de invloed van poederkool in slib op de huidige en toekomstige slibeindverwerking in beeld te brengen is rekening gehouden met een aantal onzekerheden, zie Figuur 1. Dit betreffen onzekerheden over het aantal rwzi's waar poederkooldosering aan actiefslib wordt toegepast, welke dosering daarbij gebruikt wordt en wat de invloed is van poederkool in slib op het ontwateringsresultaat. De invloed van deze aspecten zijn aan de hand van de huidige slibproducties en verwerkingsroutes in beeld gebracht (hoofdstuk 3). Aan de andere kant zijn er nog onzekerheden over de toekomstige hoeveelheid te verwerken slib, de autonome ontwikkelingen, en de toekomstige verwerkingsroutes.

Om de invloed van deze ontwikkelingen in beeld te brengen is aan de hand van slibprognoses voor 2022 en 2025 de invloed van poederkool in slib in beeld gebracht voor de in 2022 en 2025 (en 2030) beschikbare verwerkingsroutes (hoofdstuk 4).

Op basis van de analyse van de impact van poederkool in slib op de huidige en toekomstige slibeindverwerking zijn een aantal aandachtspunten benoemd die daarmee inzicht geven in de belangrijkste kennishiaten om de invloed van poederkool in slib goed te kunnen duiden (hoofdstuk 5).

FIGUUR 1 SCHEMATISCHE WEERGAVE OPZET ONDERZOEK NAAR INVLOED VAN POEDERKOOLOP IN SLIB OP DE SLIBEINDVERWERKING



Aangezien de verwachting is dat nog de nodige kennis rondom de impact van poederkool in slib op de slibeindverwerking ontwikkeld dient te worden en er nog onzekerheid bestaat over toekomstige inrichting van de slibeindverwerking en de wijze van de verwijdering van microverontreiniging, is in hoofdstuk drie en vier onderscheid gemaakt in harde en zachte feiten als het gaat om de uitgangspunten voor de berekening van de impact van poederkool op de slibkwaliteit, en -kwantiteit en de impact op de slibeindverwerking. De uitgangspunten die hierbij zijn gebruikt zijn duidelijk en traceerbaar vastgelegd.

Voorafgaand aan hoofdstuk drie en vier is in hoofdstuk twee kort het huidige speelveld geschetst rondom de verwijdering van microverontreinigingen en de slibeindverwerking.

Het rapport sluit in hoofdstuk zes af met de conclusies van de impact van poederkool in slib en het advies voor vervolgonderzoek om kennishiaten in te vullen.

2

HUIDIG SPEELVELD

2.1 VERWIJDERING MICROVERONTREINIGINGEN

Binnen het Innovatieprogramma microverontreinigingen uit rwzi-afvalwater worden verschillende onderzoeken gedaan. Doel van deze onderzoeken is om de waterschappen inzicht te geven in (nieuwe) innovatieve manieren om microverontreinigingen te verwijderen.

Een technologie die al in Duitsland en Zwitserland wordt gebruikt, is poeder actiefkooldosering in de actief-slibtank (PACAS). Er is ook in Nederland een praktijkproef gedaan met PACAS¹. In deze proef zijn goede verwijderingsrendementen gevonden. Poeder actief kool kan op verschillende manieren gedoseerd worden, in de actief-slibtank of in een nageschakelde contactreactor. Bij dosering in de actief-slibtank komt het poederkool in het slib terecht. Bij de nageschakelde variant wordt het poederkool nu via het surplusslib afgevoerd, maar onderzoek vindt plaats op welke wijze het poederkool eventueel apart afgevoerd kan worden. De mate van poederkooldosering heeft invloed op de slibkwaliteit- en kwantiteit. De impact daarvan wordt in hoofdstuk drie besproken.

In een eerder STOWA onderzoek² is onderzocht welke rwzi's de grootste bijdrage hebben aan microverontreinigingen in het oppervlaktewater. Afhankelijk van de beoordelingscriteria worden verschillende rwzi's geïdentificeerd als hotspot. De uitkomst van de Hotspotanalyse vormt de basis voor de scenario-analyse in hoofdstuk drie die kijkt naar de impact van poederkooldosering op de slibkwaliteit en kwantiteit.

2.2 SLIBEINDVERWERKING

2.2.1 VERWERKINGSROUTES

De wijze waarop ontwaterd slib moet worden verwerkt, staat beschreven in sectorplan 16 van het landelijk afval beheerplan (LAP-3). De minimale standaard die daar voor ontwaterd slib onder andere is genoemd, is verbranding van slib. In de huidige situatie (anno 2020) wordt nagenoeg al het ontwaterde slib in Nederland uiteindelijk verbrand. Voor verbranding wordt voor een deel van het slib eerst droging toegepast hetzij biologisch hetzij via aardgas. De verwerking van ontwaterd slib in Nederland kan daarom worden opgesplitst in directe verbranding of verbranding na een drogingsstap. Een overzicht van de verwerkingsroutes anno 2020 is weergegeven in Figuur 2.

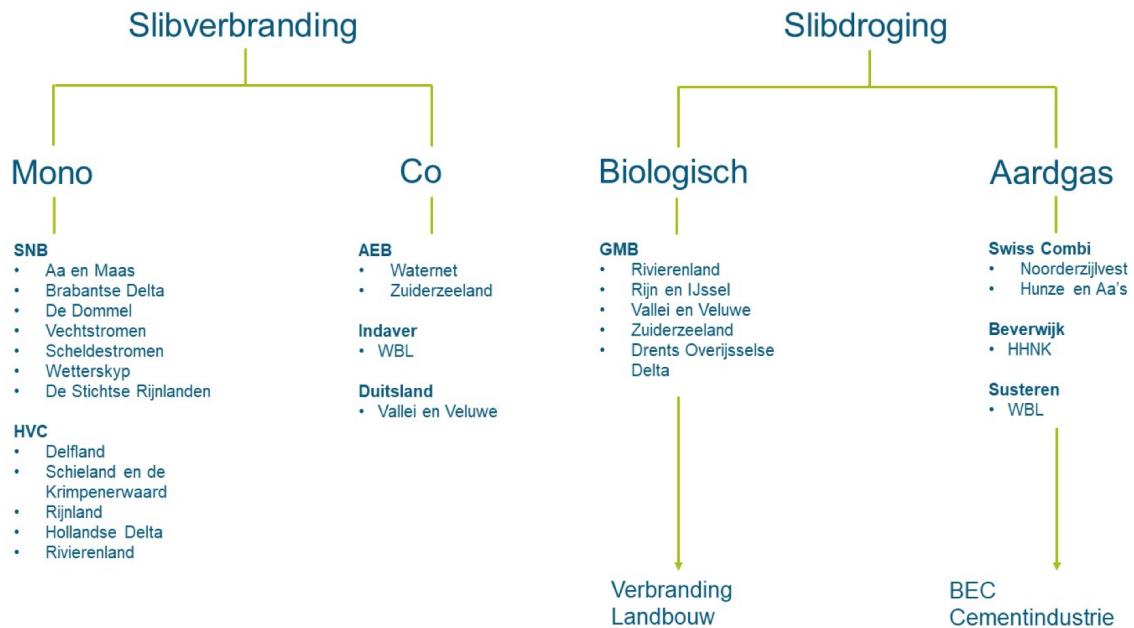
Verbranding van biologisch gedroogd slib vindt plaats in elektriciteits- of afvalverbrandingsinstallatie. Door het hogere drogestofgehalte van het biologisch gedroogde slib (60 – 65% DS) levert verbranding van dit slib netto energie op. Bij verbranding van ontwaterd slib (20 – 25% DS) wordt nagenoeg alle energie die vrijkomt bij de verbranding gebruikt om het water te verdampen. Dit proces verschilt dus wezenlijk van de verbranding van biologisch gedroogd

1 STOWA, 2018 PACAS – Poederkooldosering in actiefslib voor verwijdering van microverontreinigingen, rapport 2018 – 02.

2 STOWA, 2017 Landelijke hot-spotanalyse geneesmiddelen rwzi 's, rapport 2017 - 42

slib, maar beide worden in dit rapport wel als verbranding benoemd. Dit geldt ook voor de verbranding van thermisch gedroogd slib in een biomassa energiecentrale (BEC) of bij de cementindustrie. Door het hoge drogestofgehalte (minimaal 90% DS) levert verbranding van dit slib energie op die kan worden gebruikt voor warmtelevering (BEC). In de cementindustrie is het gedroogde slib een alternatieve (duurzamere) brandstof voor fossiele brandstoffen. De vrijkomende energie uit de verbranding van het gedroogde slib wordt ingezet voor de productie van cement. De resterende as wordt daarbij ook nog nuttig ingezet als grondstof voor het cement. Een beperkt niet nader bekend deel van het biologisch gedroogd slib wordt afgezet naar de landbouw in Noord-Frankrijk.

FIGUUR 2 OVERZICHT HUIDIGE (ANNO 2020) ROUTES VOOR DE EINDVERWERKING VAN ONTWERD SLIB



De situatie zoals weergegeven in Figuur 2 is de situatie in 2020, maar deze zal richting de toekomst veranderen. In hoofdstuk vier is voor drie scenario's (2022, 2025 en 2030) invulling gegeven voor de toekomstige inrichting van de slibeindverwerking.

2.2.2 STAND VAN ZAKEN

Sinds eind 2017 is een tekort zichtbaar in de verwerkingscapaciteit van ontwerd slib om fluctuaties in de aanvoer op te vangen. Dit tekort is het gevolg van een toename in de hoeveelheid te behandelen afvalwater, achterblijven van de verwachte slibreducties door Energiefabrieken en het wegvallen van de afzetmogelijkheden in Duitsland³. Dit laatste heeft ertoe geleid dat vanaf eind 2017 ontwerd- en biologisch gedroogd slib is gestort.

In 2019 is opnieuw een inventarisatie uitgevoerd naar de balans tussen de hoeveelheid te verwerken slib en de verwerkingscapaciteit in Nederland³. Door de waterschappen is voor de periode 2020 – 2030 opgegeven welke slibproducties verwacht worden. In deze prognoses zijn ontwikkelingen rondom het afvalwateraanbod (door groei of krimp van bevolking) en meer en/of betere vergisting meegenomen. Door de huidige eindverwerkers (en enkele waterschappen) is aangegeven welke verwerkingscapaciteit voor diezelfde periode beschikbaar is of komt (in geval van nieuw te realiseren capaciteit). Op basis van deze gegevens is voor de

3 Royal HaskoningDHV, 2020, Inventarisatie slibeindverwerking 2019; Directierapport; referentie: WWWAT_BG8789_R001_F1.0.

periode 2020 – 2025 een balans opgemaakt tussen slibaanbod en beschikbare verwerkingscapaciteit. Het jaar 2030 is daar bij buiten beschouwing gelaten, omdat er te veel onzekerheden zijn in slibaanbod, verwerkingscapaciteit en ontwikkelingen in wet & regelgeving.

De belangrijkste conclusies uit deze inventarisatie waren dat:

- De huidige situatie waar een tekort in verwerkingscapaciteit zichtbaar is om fluctuaties in de aanvoer op te vangen tot en met 2022 blijft bestaan.
 - De aanvoer van slib vindt niet gelijkmatig over het jaar plaats, maar piekt in de eerste maanden van het jaar. Tegelijkertijd is de verwerkingscapaciteit ook niet 100% beschikbaar gedurende het gehele jaar als gevolg van (on)gepland onderhoud en incidenten.
- Na 2022 voor een robuuste slibeindverwerking alle nu beschikbare en nog nieuw te realiseren verwerkingscapaciteit voor ontwaterd slib nodig is en alle opgegeven reducties in slibaanbod dienen behaald te worden. Indien één of beide niet waargemaakt kan worden, dan is het realistisch om tot eind 2025 rekening te houden met een tekort aan verwerkingscapaciteit om fluctuaties op te vangen.
- Er meer verwerkingscapaciteit nodig is voor de afzet van biologisch en thermisch gedroogd slib.
 - Een groot gedeelte van het nu in Nederland geproduceerde biologisch en thermisch gedroogde slib werd tot circa 2017 in Duitsland verwerkt. Door het wegvallen van die markt is er op dit moment (najaar 2020) soms nog sprake van een tekort aan verwerkingscapaciteit.

3

IMPACT POEDERKOOL IN SLIB OP HUIDIGE SLIBEINDVERWERKING

3.1 AANPAK

3.1.1 ALGEMEEN

De impact van poederkool in slib op de huidige en toekomstige slibeindverwerking wordt door verschillende factoren beïnvloed die nu nog enige mate van onzekerheid kennen. Het doel van dit hoofdstuk is daarom om inzicht te krijgen in de invloed van:

- Het aantal rwzi's (en de omvang daarvan). Om de impact hiervan inzichtelijk te maken is gewerkt in vier scenario's (zie verder §3.1.3).
- De hoeveelheid gedoseerd poederkool. De impact hiervan is inzichtelijk gemaakt aan de hand van twee doseerhoeveelheden, 10 en 15 mg poederkool per liter afvalwater (zie verder §3.2.2).
- De impact van poederkool op het ontwateringsresultaat. De impact hiervan is inzichtelijk gemaakt door uit te gaan van geen en wel een verbetering van het ontwateringsresultaat (zie verder §3.2.3).

Aan de hand van de huidige slibproducties en verwerkingsroutes worden in dit hoofdstuk de bovengenoemde inzichten verkregen. In het volgende hoofdstuk wordt gekeken naar de impact van poederkool in slib op de slibeindverwerking in de toekomst.

Bovengenoemde factoren hebben invloed op verschillende kwantitatieve aspecten van slib die bij de verwerking een rol spelen. Deze zijn: de hoeveelheid slib in tonnen slibkoek, tonnen (organische) droge stof, de verbrandingswaarde en de verdrongen hoeveelheid slibkoek. Afhankelijk van de toegepaste verwerkingsroute is één aspect of zijn meerdere aspecten van toepassing (zie verder §3.1.2).

De toepassing van poederkool in slib heeft naast een kwantitatief effect ook effect op de kwaliteit van het slib (zie §3.5). Dit aspect is van belang voor het verdere functioneren van de huidige en toekomstige verwerkingsinstallatie- en routes. Dit is in hoofdstuk vier per verwerkingsroute verder uitgewerkt en wordt hier niet verder besproken.

3.1.2 VERWERKINGSROUTES ONTWATERD SLIB EN IMPACT POEDERKOOL

In Nederland wordt het ontwaterde slib via verschillende verwerkingsroutes verwerkt. Voor 2018 is dit inzichtelijk gemaakt in Figuur 3. In 2018 werd 11% van het slib via co-verbranding verwerkt, 16% via biologische droging en verbranding, 18% via thermisch drogen en verbranding en 54% via monoverbranding. Het biologisch of thermisch gedroogde slib wordt via verschillende routes verwerkt. Dit komt in het vervolg van deze paragraaf verder aan bod.

FIGUUR 3 SLIBAFVOER NAAR EINDVERWERKER IN 2018; LINKS: AANDEEL (%) PER EINDVERWERKER, RECHTS ABSOLUTE PRODUCTIES IN TON SLIBKOEK/J PER EINDVERWERKER



De wijze waarop poederkool impact heeft op de eindverwerking is afhankelijk van de toegepaste technologie of technologieën. Deze kunnen worden ingedeeld naar:

- **Biologische droging plus (co)verbranding:** in deze verwerkingsroute wordt het ontwaterde slib eerst biologisch gedroogd (gecomposteerd) waarna het grootste gedeelte wordt verbrand in een afval- of energiecentrale⁴. Hieronder vallen de verwerkingsroutes van GMB Zutphen en Tiel.
 - De kwantitatieve aspecten die hier van toepassing zijn: drogestofgehalte, tonnen slibkoek, ton ODS per ton slibkoek en de verbrandingswaarde.
 - Drogestofgehalte en tonnen slibkoek: Bij de droging van slib gaat het om de hoeveelheid te verdampen water. Meer of minder te verdampen water beïnvloedt de doorzet van de installatie.
 - Ton ODS per ton slibkoek: Voor de verdamping van het water is voldoende ODS nodig die kan worden afgebroken waarbij de benodigde warmte ontstaat. De ODS uit poederkool heeft (vooralsnog) een fossiele oorsprong en zal niet biologisch worden afgebroken. Dit aspect speelt dus verder geen rol bij de impact van poederkool in slib voor biologische droging.
 - Verbrandingswaarde: het biologisch gedroogde slib wordt voor het grootste gedeelte verbrand in co-verbrandingsinstallatie. Een hogere verbrandingswaarde heeft invloed hebben op de doorzet van die installatie. In theorie leidt een hogere verbrandingswaarde tot een lagere doorzet als dergelijke installaties thermisch begrensd zijn. Aan de andere kant leidt een hogere verbrandingswaarde tot een hogere energieproductie, waardoor slib + poederkool een aantrekkelijkere brandstof kan zijn. Tot slot speelt mee dat bij de verbranding van (biologisch gedroogd) slib onder andere stikstofcomponenten, zwavel, kwik vrijkomen en via een rookgasreiniging verwijderd dienen te worden. De capaciteit van de rookgasreiniging kan op enig moment ook limiterend zijn voor de te verwerken hoeveelheid biologisch gedroogd slib. Kortom het is niet duidelijk te duiden of een stijging in de verbrandingswaarde een negatieve of positieve invloed heeft op de doorzet van de co-verbrandingsinstallatie.
 - Een niet nader bekend (klein) deel van het biologisch gedroogde slib wordt afgezet naar de landbouw in Noord-Frankrijk. De invloed van poederkool in slib voor deze route wordt in paragraaf 4.3.2 beschreven.

4 Voornamelijk door het sluiten van de Duitse markt is de verbrandingscapaciteit voor biologisch gedroogd slib sterk verminderd, waardoor biologisch gedroogd slib is gestort. Echter voor de berekeningen is uitgegaan van het verbranden van het biologisch gedroogde slib. Voor de volledigheid: vanuit dezelfde oorzaak is er vanaf 2018 ook ontwaterd slib gestort.

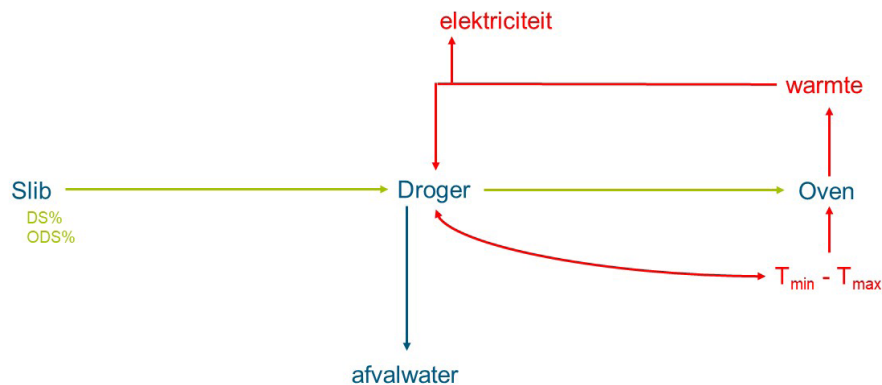
- **Thermische droging plus (co)verbranding:** in deze verwerkingsroute wordt het ontwaterde slib nu nog met aardgas gedroogd tot een drogestofgehalte van minimaal 90%. Deze verwerkingsroute wordt toegepast in Beverwijk (HHNK), Susteren (WBL) en door Swiss Combi Technology (SCT) in Heerenveen en Garmerwolde⁵. Het gedroogde slib wordt op verschillende wijzen verwerkt. Verwerking vindt plaats in de cementindustrie of in een biomassa energiecentrale (BEC).
 - De kwantitatieve aspecten die hier van toepassing zijn: drogestofgehalte, tonnen slibkoek, en de verbrandingswaarde
 - Drogestofgehalte en tonnen slibkoek: zie biologisch drogen
 - Verbrandingswaarde: Gelijk aan biologisch drogen en aanvullend daarop zal de impact van poederkool in slib afhankelijk zijn van de toegepaste verbrandingsroute. Bij verwerking in de cementindustrie levert de extra energieproductie een voordeel op. De mate waarin gedroogd slib in de cementindustrie kan worden verwerkt hangt af van de luchtmissie-eisen die onder andere worden gesteld voor zwavelcomponenten, kwik en stikstofcomponenten. Ditzelfde geldt ook voor de verbranding van gedroogd slib in een BEC. Aanwezigheid van poederkool levert meer energie op, maar verwerking kan begrensd worden door thermische capaciteit of eisen aan luchtmissies.
- **Co-verbranding:** in dit type installatie wordt ontwaterd slib samen met huishoudelijk afval verbrand. Dit vond anno 2018 nog plaats bij AEB, Indaver en met het slib (gedeeltelijk) dat via GMB naar Duitsland wordt afgevoerd.
 - Het kwantitatieve aspect dat hier van toepassing is, is de verbrandingswaarde:
 - De verbrandingswaarde is het resultaat van de warmte die vrijkomt door verbranding van de organische stof en de 'verkoeling' die plaats vindt door de verdamping van de hoeveelheid water (beïnvloed door drogestofgehalte). In theorie leidt een hogere verbrandingswaarde tot een lagere doorzet als dergelijke installaties thermisch begrensd zijn. Aan de andere kant betekent dit ook dat er meer energie vrijkomt en er mogelijk ruimte ontstaat om meer nattere stromen te verwerken. Net als bij de verwerking van gedroogd slib valt hier dus niet eenduidig te duiden of een stijging van de verbrandingswaarde van het slib een positieve of negatieve invloed heeft op de doorzet van de installatie.
- **Monoverbranding:** in dit type installatie wordt alleen ontwaterd slib verbrand. Dit vindt plaats bij HVC en SNB.
 - De kwantitatieve aspecten die voor de huidige installaties invloed hebben zijn: hoeveelheid organisch droge stof en hoeveelheid verdrongen ton slibkoek. Zie toelichting hieronder.

De huidige monoverbranders van HVC en SNB hebben een droger vóór de verbrandingsovens die de aanvoer naar de ovens (met eigen warmte) reguleert om deze binnen een bepaalde bandbreedte van de temperatuur te houden. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 4.

5 Het gedroogde slib van Beverwijk wordt verbrand in BEC Alkmaar, het gedroogde slib uit Susteren wordt verbrand bij de cementindustrie. Dit geldt ook voor het gedroogde slib uit de droger van Garmerwolde.

FIGUUR 4

SCHEMATISCHE WEERGAVE WERKING VAN DE HUIDIGE MONOVERBRANDINGSINSTALLATIES



De capaciteit van de huidige monoverbranders wordt door de wijze waarop deze zijn ontworpen bepaald door de hoeveelheid organische stof. De ovens dienen te worden bedreven binnen een bepaalde bandbreedte van temperatuur (onder- en bovengrens). De drogers die vóór de verbrandingsovens zijn geïnstalleerd, zorgen ervoor dat het slib binnen deze bandbreedte blijft. De te bereiken temperatuur in de ovens is daar wel een samenspel van hoeveelheid ODS (energie) en droge stof (water). Qua droge stof zit daar een onder- en een bovengrens aan. Op het moment dat slib te nat (<19%⁶) wordt aangeleverd kan het zijn dat er te weinig warmte uit de ovens beschikbaar is om het slib zo ver te drogen dat in de ovens de minimale temperatuur wordt gehaald. In dat geval dient er aardgas bijgestookt te worden om het slib voldoende te drogen. Op het moment dat het slib wordt aangeleverd boven het maximale af te voeren drogestofgehalte naar de ovens (>35% DS) zal de doorzet naar de ovens omlaag moeten, omdat anders de temperatuur in de ovens te hoog wordt. Binnen deze grenzen van de drogers heeft het drogestofgehalte van het slib alleen invloed op de hoeveelheid afvalwater dat geproduceerd wordt. In de situatie dat er energie 'over' is in de vorm van elektriciteitsproductie zal een hoger drogestofgehalte leiden tot een hogere elektriciteitsproductie, omdat er dan meer warmte overblijft.

3.1.3 SCENARIO'S POEDERKOOLDOSERING

Afhankelijk van op hoeveel en welke rwzi's PACAS toegepast wordt, veranderen voor de eindverwerkers de hoeveelheden slib en verandert de samenstelling van het slib. De volgende scenario's zijn in beschouwing genomen:

1. PACAS op de rwzi's waar het op korte termijn gepland staat⁷;
2. PACAS op de 108 rwzi's uit de hotspotanalyse⁸;
3. PACAS op de 68 rwzi's uit de hotspotanalyse⁸;
4. PACAS op de 32 rwzi's uit de hotspotanalyse⁸.

In bijlage 1 is aangegeven welke specifieke rwzi's binnen de bovengenoemde scenario's vallen. In de bijlage zijn ook enkele technologische gegevens van de zuiveringen uit de BVZ 2018 opgenomen. Per scenario is gekeken naar de impact van poederkooldosering door uit te gaan van een dosering van 10 of 15 mg poederkool per liter afvalwater. Bij de uitwerking van scenario 1 is het vooraf belangrijk te benoemen dat het hier gaat om geplande installaties van poederkooldosering. Of deze installaties gerealiseerd worden, hangt af van verdere besluitvorming daarover. De impact die in dit scenario wordt weergegeven kan dus in de werkelijkheid

6 Bij een organisch drogestofgehalte van 68%.

7 Informatie uit VvZB enquête (2019) met geplande PACAS installaties in de periode 2020 - 2024.

8 Informatie per mail Gerard Rijs 20 December 2019 en STOWA 2017, Landelijke hotspotanalyse geneesmiddelen rwzi's, 2017 - 42.

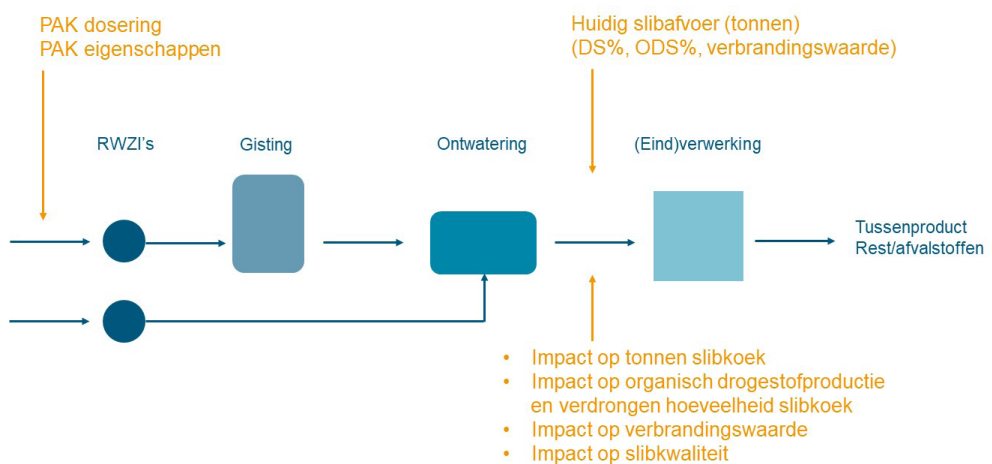
anders zijn. Voor de overige scenario's geldt dat niet duidelijk is of en in welke volgorde en op welke termijn de waterschappen op de verschillende rwzi's aanvullende behandelingstappen zullen toepassen voor de verwijdering van microverontreinigingen. In plaats van poederkool-dosering aan actiefslib kan daarnaast gekozen worden voor andere technieken.

3.2 UITGANGSPUNTEN BEREKENINGEN

3.2.1 SLIBROUTES – HUIDIGE SLIBPRODUCTIES

In Figuur 5 zijn schematisch de mogelijke routes van slib met poederkool naar de slibeindverwerkingen weergegeven op basis waarvan de kwantiteitsaspecten zijn berekend. Het slib van alle rwzi's wordt na een indikstap direct of via een (centrale) gistinglocatie ontwaterd.

FIGUUR 5 SCHEMATISCHE WEERGAVE AFVOERROUTES VAN ONTWATERD SLIB MET POEDERKOOLO EN FACTOREN WAAROP DIT POEDERKOOLO IMPACT HEEFT BIJ DE SLIBEINDVERWERKING



De slibroutes zijn per rwzi in kaart gebracht. Het slib gaat, direct via een ontwateringslocatie of via een gisting- plus ontwateringslocatie naar een eindverwerker. In de basis is uitgegaan van de Bedrijfsvergelijking Zuiveringsbeheer uit 2018 (BVZ 2018) met alle data per rwzi locatie van onvergist en vergist slib, ontwaterd slibhoeveelheden, zowel in slibkoek als drogestofhoeveelheden. Om alle slibroutes van 2018 correct in kaart te brengen, zijn alle waterschappen telefonisch benaderd om de ontbrekende informatie aan te vullen. Van iedere rwzi is vastgesteld welke routing het slib doorloopt, via welke gisting (als het slib vergist wordt) en via welke slibontwatering naar welke eindverwerker het slib gaat. In de tussentijd zijn er veranderingen doorgevoerd en/of zijn er veranderingen op handen (zoals bijvoorbeeld de ingebruikname van de extra SGT bij rwzi Hengelo). Deze zijn in berekeningen voor 2018 niet meegenomen en komen aan de orde bij de toekomstscenario's in hoofdstuk vier.

Eerst zijn alle relevante waarden per slibontwatering berekend, omdat al het slib dat op één ontwatering komt (in ieder geval in 2018) dezelfde eindverwerker heeft. Vervolgens worden alle waarden per verwerker gesommeerd/gemiddeld. Er zijn een aantal uitzonderingen:

- Soms gaat het slib van een waterschap naar meerdere eindverwerkers. Dan is voor iedere gisting en/of slibontwatering het slib naar rato (opgegeven door het waterschap) verdeeld over de eindverwerkers;
- Het slib van Zutphen en Holten wordt niet ontwaterd door het waterschap maar door de eindverwerker (GMB). Daardoor is de koek handmatig bij de cijfers van de eindverwerker GMB Zutphen opgeteld;

- Voor de rwzi's die in 2018 dicht waren maar nog wel in de bedrijfsvergelijking stonden, zijn de voor de berekeningen benodigde technologische gegevens op nul gezet zodat er geen dubbelingen optreden. Het afvalwater van deze zuiveringen wordt immers op een andere locatie behandeld.

3.2.2 POEDERKOOLOSERING- EN KWALITEIT

Poederkoolkwaliteit

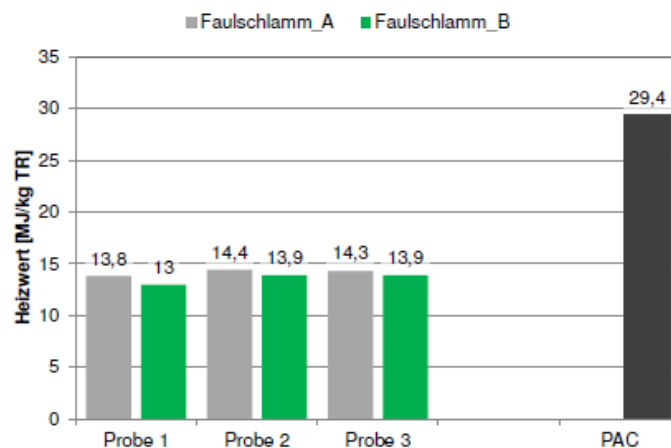
Voor de impact van poederkool op de slibkwantiteit zijn gegevens nodig over het organisch drogestofgehalte van het gedoseerde poederkool en de verbrandingswaarde daarvan.

In 2014 is door het Kompetenzzentrum Spurenstoffe BW een uitgebreid onderzoek gedaan naar de impact van poederkool op de slibkwaliteit en – kwantiteit⁹. Uit dit onderzoek blijkt dat voor de kool de hoeveelheid droge stof en de hoeveelheid organisch droge stof gelijk aan elkaar kunnen worden gesteld. Het uitgangspunt voor deze studie is daarom dat het drogestofgehalte van poederkool gelijk is aan het organisch drogestofgehalte van de poederkool. Ofwel het ODS-gehalte van poederkool is nagenoeg 100%.

De verbrandingswaarde die voor het poederkool in bovengenoemd onderzoek is vastgesteld, bedraagt 29,4 GJ per ton ODS (zie Figuur 6).

FIGUUR 6

VERBRANDINGSWAARDE (HEIZWERT) POEDERKOOLO (NAAST IMPACT POEDERKOOLO OP VERBRANDINGSWAARDE VAN HET SLIB: "FAULSCHLAMM A" BETREFT HET SLIB WAAR POEDERKOOLO AAN IS TOEGEVOEGD)



Bij één van de leveranciers van poederkool (Cabot) is ook navraag gedaan naar de verbrandingswaarde van poederkool. Zij gaven een range op van 25 – 30 GJ/ton ODS. De door het Kompetenzzentrum Spurenstoffe BW gevonden waarde ligt in deze range. Om deze reden is in dit onderzoek gerekend met een verbrandingswaarde van 29 GJ per ton ODS.

Poederkooldosering

De poederkooldosering is per rwzi (als deze onderdeel is van één van de scenario's) als volgt berekend:

$$P_{rwzi} = (Q * 0,85 * C) / 1.000.000$$

Met:

P_{rwzi} = de hoeveelheid tonnen droge stof poederkool per jaar per rwzi

Q = het jaargemiddelde debiet m³/j (uit de BVZ 2018)

C = de dosering poederkool in milligram droge stof per liter

⁹ Meckes, J., Metzger, S., Kapp, H., Untersuchungen zum Spurenstoffbindungsverhalte von Pulveraktivkohle unter anaeroben Bedingungen, Abschlussbericht, UM-Vorhabennr. 352/2013.

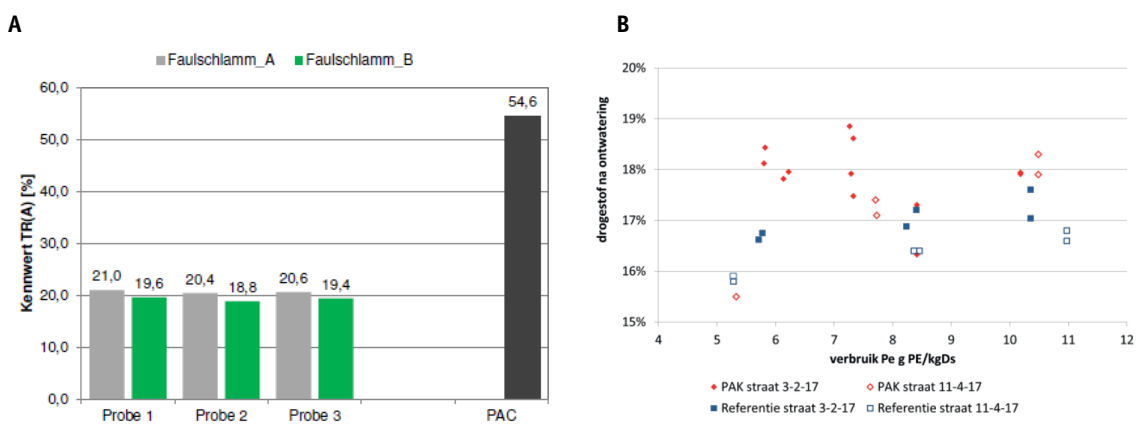
De dosering van poederkool wordt afgetopt bij een aanvoer van 2x DWA. Om die reden is er met een dosering van 0,85 * dosering rekening gehouden.

Voor de poederkooldoseringen is uitgegaan van een dosering van 10 of 15 mg poederkool per liter influent.

3.2.3 DROGESTOFGEHALTE SLIBONTWATERING

De impact van poederkool in slib op het drogestofgehalte van het slib na ontwatering is nog maar beperkt onderzocht. In Figuur 7 zijn de resultaten weergegeven van het eerdergenoemde onderzoek van het Kompetenzzentrum Spurenstoffe BW en de resultaten uit het STOWA PACAS onderzoek dat in 2018 in Papendrecht is uitgevoerd¹.

FIGUUR 7 IMPACT POEDERKOOLO IN SLIB OP ONTWERINGSRESULTAAT (KENNERT TR(A)) ZOALS ONDERZOCHEER DOOR KOMPETENZENTRUM SPURENSTOFFE-BW (IN GRAFIEK A IS GROEN KOLOM SLIB (FAULSCHLAMM) ZONDER POEDERKOOLO, GRIJZE KOLOM IS SLIB MET POEDERKOOLO) EN STOWA (B)



Beide onderzoeken laten zien dat de aanwezigheid van poederkool het ontwateringsresultaat verbetert. De mate waarin is door de beperkte omvang van onderzoeksresultaten moeilijk vast te stellen. Wel lijkt het redelijk om daarvoor een effect op het ontwateringsresultaat in de berekening op te nemen. Om die reden wordt de gevoeligheid van het wel of niet verbeteren van de ontwateringsgraad op de af te voeren hoeveelheid slib in de onderhavige studie in de beschouwing meegenomen. De hoeveelheid af te voeren slib is berekend voor twee situaties, één zonder verbetering van het ontwateringsresultaat en één met verbetering van het ontwateringsresultaat.

Geen verbetering ontwatering

Als de slibontwatering door PACAS niet verbetert, is het drogestofgehalte na de ontwatering gelijk aan de situatie zonder PACAS. Het totale gewicht aan droge stof neemt toe met de hoeveelheid gedoseerde droge stof aan poederkool. Dit is door het huidige drogestofgehalte gedeeld om het nieuwe totale gewicht aan slibkoek te berekenen. Ofwel:

- af te voeren hoeveelheid slib (tonnen/j) = $(\text{ton } ds_{\text{slib}} + \text{ton } ds_{\text{poederkool}}) / DS\%_{\text{huidig}}$

Wel verbetering ontwatering

Net als in de voorgaande situatie neemt het totale gewicht aan droge stof toe met de hoeveelheid gedoseerde droge stof aan poederkool. In de situatie dat de slibstroom met poederkool de enige te ontwateren stroom is op een locatie, dan is de hoeveelheid droge stof gedeeld door: huidig ontwateringsresultaat + 1%. De verbetering van 1% is in Papendrecht gevonden

bij een dosering van 15 mg poederkool/l. Het effect bij een dosering van 10 mg poederkool/l is onbekend, en zal mogelijk lager liggen. Ervaringen uit de praktijk kunnen hier te zijner tijd meer inzicht in geven.

Op het moment dat ook slibstromen zonder poederkool op dezelfde locatie worden ontwaterd, is het theoretisch te behalen ontwateringsresultaat als volgt berekend:

$$DS\%_{\text{berekend}} = DS\%_{\text{huidig}} + 1\% * (\text{secundair slib} + \text{poederkool}) / (\text{totale slibstroom})$$

De totale slibstroom kan bestaan uit: primair slib, secundair slib met of zonder poederkool en van het totaal kan een deel wel of niet vergist zijn. Deze verschillen in samenstelling zijn niet af te leiden op basis van de data uit de BVZ 2018. Om al deze slibstromen en de verhoudingen te bepalen zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- Secundair slibproductie zonder voorbezinktank: 0,048 kilogram droge stof per i.e. per dag.
- Slibproductie met voorbezinktank:
 - primair slib: 0,025 kilogram droge stof per i.e. per dag
 - secundair slib: 0,030 kilogram droge stof per i.e. per dag
- Afbraak droge stof primair slib in slibgistingstank: 50%
- Afbraak droge stof secundair slib in SGT 30%
- De aanwezigheid van poederkool in slib heeft geen effect op de verblijftijd of afbraak van het slib in de gisting.

Op basis van de bovenstaande uitgangspunten is de theoretische verhouding primair en secundair slib als deel van het totaal voor en na de gisting bepaald. Het op deze manier berekende aandeel primair- en secundair slib is samengevat in Tabel 1. Deze waarden zijn gebruikt bij de berekeningen.

TABEL 1 THEORETISCH BEPAALD AANDEEL PRIMAIR EN SECUNDAIR SLIB VAN HET TOTAAL VÓÓR EN NA DE GISTING

Slibstroom	Aandeel vóór gisting (%)	Aandeel na gisting (%)
Primair slib	45	37
Secundair slib	55	63

3.2.4 VERBRANDINGSWAARDE

De verbrandingswaarden voor slib worden berekend aan de hand van de volgende formule¹⁰:

$$H_{\text{slib}} = (ODS * H_{\text{organisch}}) * DS - H_{\text{verdamping water}} * (1 - DS)$$

Met:

- H_{slib} = stookwaarde in GJ per ton slib materiaal
- $H_{\text{organisch}}$ = 21,3 GJ/ton ODS (organische droge stof)¹¹
- ODS = organisch gehalte in de droge stof in (%)
- DS = drogestofgehalte in het slibmateriaal in (%)
- $H_{\text{verdamping water}}$ = 2,258 GJ/ton (verdampingswarmte van water)

Het organisch drogestofgehalte in het afgevoerde slib is bepaald aan de hand van de in de BVZ 2018 opgegeven waarde voor de asrest van het afgevoerde ontwaterde slib.

¹⁰ STOWA, 2015, *Verkenning pyrolyse/carbonisatie zuiveringslib en andere biomassa stromen*, rapportnummer 2015 – 37.

¹¹ In de praktijk (bij HVC) worden lagere waarden voor de verbrandingswaarden gevonden (circa 20 GJ/ton ODS).

Voor poederkool is uitgegaan van een verbrandingswaarde van 29 GJ/ ton ODS. Dit poederkool wordt toegevoegd aan het afvalwater en komt met aanhangend water in het slib terecht. De verbrandingswaarde van het poederkool in het slib wordt dus ook berekend met dezelfde formule, waarbij $H_{\text{organisch}}$ wordt vervangen door de waarde van 29 GJ/ton ODS en het (hoge) ODS gehalte. Het drogestofpercentage bepaalt uiteindelijk hoeveel de verdampingswarmte van water op de poederkool fractie in mindering wordt gebracht. Beide verbrandingswaarden worden bij elkaar opgeteld en vervolgens berekend per ton ontwaterde slibkoek.

3.2.5 MONOVERBRANDERS: ORGANISCH DROGESTOFPRODUCTIE EN VERDRONGEN HOEVEELHEID SLIBKOEK

De hoeveelheid te verwerken organisch droge stof is berekend aan de hand van de hoeveelheid organisch droge stof (ODS) in het slib en de hoeveelheid ODS dat als poederkool wordt aangeleverd.

De hoeveelheid organisch droge stof bepaalt niet alleen de doorzet van slibkoek in een monoverbrandingsinstallatie. Dit wordt ook bepaald door de hoeveelheid energie die per ton ODS vrijkomt. Voor poederkool ligt deze met 29 GJ/ton ODS een factor 1,36 hoger dan de verbrandingswaarde van de ODS uit slib (21,3 GJ/ton ODS). Met andere woorden één ton ODS poederkool verdringt 1,36 ton ODS slib. Om dit voor de totale te verwerken hoeveelheid slib in een monoverbrandingsinstallatie te vertalen zijn de volgende rekenstappen uitgevoerd:

- ton ODS slib verdrongen = ton ODS poederkool gedoseerd x 1,36
- ton DS slib verdrongen = verdrongen ODS slib/ODS gehalte slib
- ton slibkoek verdrongen = verdrongen DS slib/DS gehalte slib

De verdrongen hoeveelheid slibkoek wordt nog gerelateerd aan de huidige verwerkingscapaciteit van de beide monoverbrandingsinstallaties. Feitelijk kan de verdrongen hoeveelheid slib ook gezien worden als de extra capaciteit die nodig is om het slib met poederkool te kunnen verwerken. Ter illustratie: met bovengenoemde bepaling waarbij het slib een ODS gehalte heeft van 69% en een drogestofgehalte heeft van 23%, verdringt 1 ton poederkool 8,5 ton slibkoek, ofwel is 8,5 ton extra verbrandingscapaciteit nodig. In de praktijk worden voor de verbrandingswaarde van ODS andere, lagere waarden gevonden. Bij een lagere verbrandingswaarde van het slib zal de verdrongen hoeveelheid slib door 1 ton poederkool toenemen.

3.3 IMPACT OP SLIBKWANTITEIT

Het doel van dit hoofdstuk is om inzicht te krijgen in de impact van poederkool op de huidige verwerkingsroutes en wat daarbij de invloed is van:

- Het aantal rwzi's (de vier scenario's).
- De mate van poederkooldosering (10 of 15 mg poederkool/l).
- Wel of geen verbetering van het ontwateringsresultaat (absoluut 0% of 1% droge stof erbij).

Om dit doel te bereiken en aan de andere kant het aantal grafieken en tabellen beperkt te houden, wordt het gevraagde inzicht in de invloed van bovengenoemde aspecten geïllustreerd aan de hand van één verwerkingsroute. Er is hierbij gekozen voor de route van biologisch drogen van GMB en verbranden (als tweede stap) omdat hierbij de invloed van alle drie genoemde aspecten het beste zichtbaar is. De impact van poederkool in slib op de andere routes wordt dan vervolgens geïllustreerd bij één poederkooldosering en één ontwateringsresultaat.

3.3.1 BIOLOGISCH DROGEN PLUS VERBRANDING

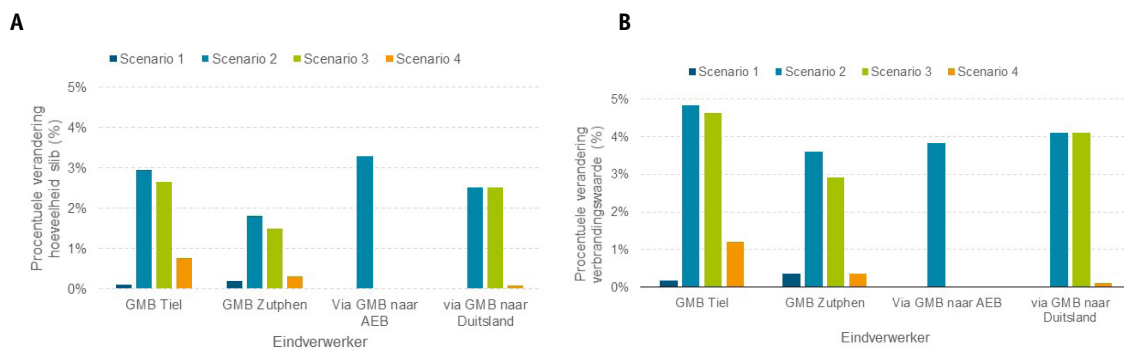
Voor biologisch drogen plus verbranding van het gedroogde slib zijn de kwantitatieve aspecten de hoeveelheid slibkoek, het drogestofpercentage en de verbrandingswaarde van toepassing. Aan de hand van deze aspecten wordt de invloed van de hierboven genoemde factoren geïllustreerd. Dit is gedaan voor alle verwerkingsroutes die bij GMB plaatsvinden. De route via GMB Tiel en GMB Zutphen betreffen composteren + verbranden, de afvoerroute naar AEB is de co-verbranding van ontwaterd slib.

Dit geldt ook voor de afvoerroute naar Duitsland. De invloed van poederkool in slib op het proces van biologisch drogen en verbranden wordt hier dus geïllustreerd aan de hand van de routes GMB Tiel en Zutphen.

Invloed aantal rwzi's met poederkool dosering

De invloed van het aantal rwzi's met poederkool dosering op de hoeveelheid te verwerken tonnen slib en de verbrandingswaarde is geïllustreerd voor de situatie waarin is uitgegaan van 15 mg poederkool/l en 0% verbetering van het ontwateringsresultaat. Het resultaat is opgenomen in Figuur 8.

FIGUUR 8 INVLOED POEDERKOOI IN SLIB OP PROCENTUELE VERANDERING IN A: HOEVEELHEID TE VERWERKEN SLIBKOEK EN B: DE VERBRANDINGSWAARDE. UITGANGSPUNTEN: 15 MG POEDERKOOI/L EN 0% VERBETERING ONTWERINGSRESULTAAT. SCENARIO 1 16 RWZI'S, SCENARIO 2 108 RWZI'S, SCENARIO 3 68 RWZI'S, SCENARIO 4 32 RWZI'S



De impact van het aantal rwzi's op de hoeveelheid te verwerken tonnen slibkoek is in Figuur 8 goed zichtbaar. De impact neemt in het scenario met de meeste rwzi's (scenario 2) met maximaal ruim 3% toe. De toename in verbrandingswaarde is sterker dan de maximale toename in de af te voeren hoeveelheid slib. De verklaring hiervoor is dat er organische droge stof (poederkool) wordt toegevoegd met een hogere energetische inhoud dan die van de organische droge stof van het slib. Bij een verbetering van het ontwateringsresultaat zal dit effect nog groter zijn, zoals verderop in deze paragraaf wordt geïllustreerd. De verandering in de absolute hoeveelheid extra te verwerken tonnen slibkoek is weergegeven in Tabel 2. Omdat bij een aantal waterschappen het slib van verschillende rwzi's via verschillende routes bij GMB worden verwerkt is hier niet het onderscheid mogelijk tussen afvoer naar locatie (Zutphen, Tiel, AEB, en Duitsland).

TABEL 2 OVERZICHT VAN AANTAL RWZI'S PER SCENARIO DIE SLIB AFVOEREN NAAR GMB EN DE EXTRA TONNEN SLIBKOEK DIE IN ELK VAN DE SCENARIO'S WORDT VERWERKT

Parameter	Eenheid	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
Aantal rwzi's	-	3	23	18	7
Extra tonnen slib	ton/j	329	6.410	4.992	1.138
Capaciteit GMB	ton/j	282.000	282.000	282.000	282.000
Aandeel extra tonnen	%	0,1	2,3	1,8	0,4

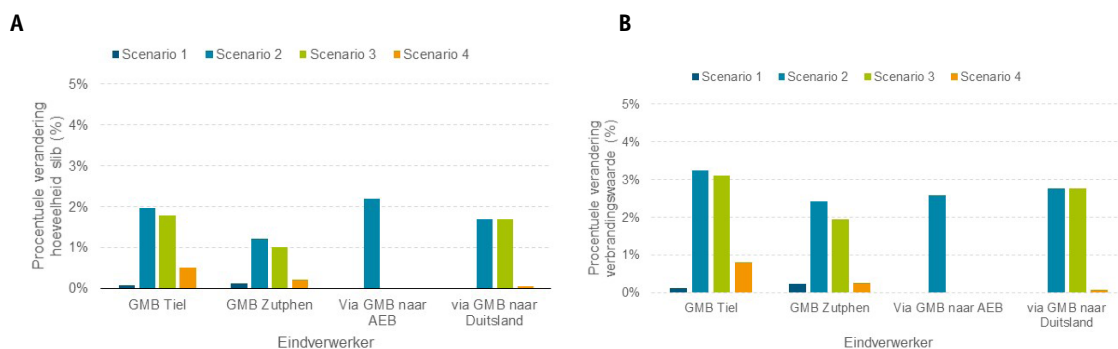
Het aantal en de schaalgrootte van de rwzi's die poederkool dosering toepassen bepalen het effect. Omdat in de hier geschetste situatie geen verbetering van het ontwateringsresultaat is meegenomen treedt er geen verandering op in het drogestofgehalte. Aangezien in deze situatie wel de hoeveelheid te verwerken slibkoek toeneemt zorgen de extra te verwerken tonnen slib in de huidige situatie voor een verlaging van de doorzet.

Bij een mogelijke toekomstige installatie kan met deze toename rekening worden gehouden.

Invloed poederkool dosering

Om de invloed van de poederkool dosering inzichtelijk te maken is in Figuur 9 de impact op de te verwerken hoeveelheid ton slibkoek en de verbrandingswaarde bij een dosering van 10 mg poederkool/l (en 0% impact ontwateringsresultaat) weergegeven. Dit is vergeleken met de impact bij een dosering van 15 mg poederkool/l zoals weergegeven in Figuur 8. Logischerwijs neemt bij een lagere dosering de impact evenredig af.

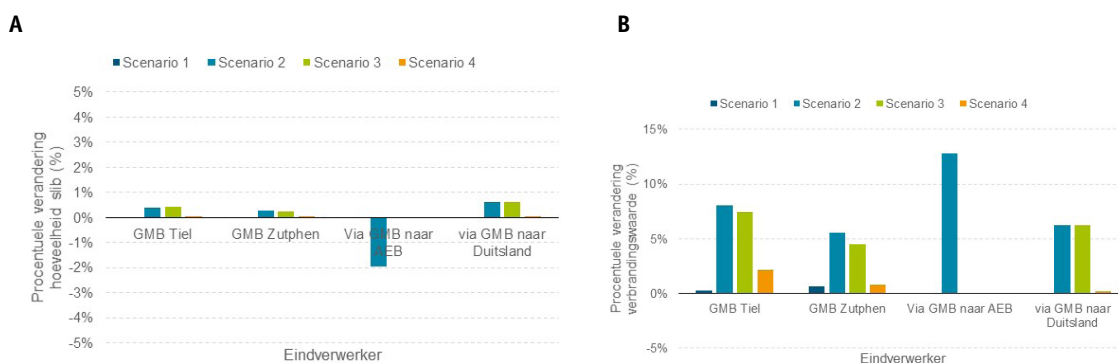
FIGUUR 9 INVLOED POEDERKOOLO IN SLIB OP PROCENTUELE VERANDERING IN A: HOEVEELHEID TE VERWERKEN SLIBKOEK EN B: DE VERBRANDINGSWAARDE. UITGANGSPUNTEN: 10 MG POEDERKOOLO/L EN 0% VERBETERING ONTWERINGSRESULTAAT



Invloed ontwateringsresultaat

De invloed van het ontwateringsresultaat is geïllustreerd door te kijken naar een dosering van 10 mg poederkool/l waarbij het ontwateringsresultaat wel met 1% verbetert. Het resultaat hiervan is weergegeven in Figuur 10.

FIGUUR 10 INVLOED POEDERKOOL IN SLIB OP PROCENTUELE VERANDERING IN A: HOEVEELHEID TE VERWERKEN SLIBKOEK EN B: DE VERBRANDINGSWAARDE. UITGANGSPUNTEN: 10 MG POEDERKOOL/L EN 1% VERBETERING ONTWERINGSRESULTAAT



Een verbetering van het ontwateringsresultaat met absoluut 1% heeft een sterk effect op de hoeveelheid slibkoek (vergelijk Figuur 9A met Figuur 10A). De toegenomen doorzet door de kool wordt voor een aanzienlijk deel gecompenseerd; soms is de hoeveelheid slib naar de eindverwerker zelfs minder dan vóór de dosering van poederkool.

Dit is zichtbaar voor de route waarin slib via GMB naar AEB wordt afgevoerd. Dit betreft het slib van Zuiderzeeland wat grotendeels bestaat uit het slib van de awzi Almere en waar de verbetering in ontwateringsresultaat leidt tot een lagere afvoer dan in de huidige situatie. Dit is geïllustreerd in Tabel 3. Deze zuivering heeft een laag jaarlijks debiet (DWA stelsel) en daarmee een lage hoeveelheid te doseren poederkool¹². Er is in Almere ook geen gisting, dus een groot deel van het slib heeft baat bij het effect van poederkool op de ontwatering. Daarom neemt de hoeveelheid te verwerken slib voor het AEB dus af. Een dergelijke impact kan ook bij andere installaties een rol spelen wanneer de te ontwateren slibstroom voor een groot gedeelte bestaat uit slib waar poederkool aan is toegevoegd.

TABEL 3 ILLUSTRATIE IMPACT POEDERKOOL IN SLIB OP AF TE VOEREN SLIBHOEVEELHEID MET EN ZONDER VERBETERING ONTWERINGSRESULTAAT. VOORBEELD IS ONTWERINGSLOCATIE ALMERE, WAAR SLIB ALMERE EN ZEEWOLDE WORDT ONTWERD EN WAAR IN SCENARIO 2 IN ALMERE 10 MG POEDERKOOL/L WORDT GEDOSEERD

		Huidig	Poederkool+0%	Poederkool+ 1%
Slib	ton DS/j	4.524	4.524	4.524
Poederkool	ton DS/j	0	99	99
Totaal	ton DS/j	4.524	4.623	4.623
Verandering	%		2,2	2,2
DS na ontwatering	%	20,5	20,5	21,3
Totaal slib	ton/j	22.090	22.573	21.662
Verandering	%		2,2	-1,9

De impact van een positieve invloed op het ontwateringsresultaat kan groot zijn op het niveau van één zuivering. Als wordt gekeken naar de verandering in drogestofgehalte van het te verwerken slib op het niveau van GMB Tiel of Zutphen dan is deze verandering kleiner. In Tiel neemt deze toe van 23,2% tot maximaal 23,6% in het geval van scenario 2. Voor Zutphen geldt eenzelfde beeld waarbij het drogestofgehalte toeneemt van 24,6% naar maximaal 24,9% in scenario 2. De stijging van het drogestofgehalte zorgt er voor beide locaties in scenario 2 voor dat de te verwerken hoeveelheid slibkoek nauwelijks stijgt en de te verdampen hoeveelheid water ook nagenoeg gelijk blijft aan de situatie zonder poederkooldosering. In een dergelijke situatie zou de doorzet van de installatie dus nauwelijks beïnvloed worden.

¹² Er wordt aan relatief weinig kool (door het lage debiet) een relatief groot effect op de droge stof verhoging bij de slibontwatering toegedicht. Waar liggen de systeemgrenzen?

Voor de impact op de verbrandingswaarde heeft een beter ontwateringsresultaat juist een omgekeerd effect. Een hoger ontwateringsresultaat leidt tot een hogere verbrandingswaarde per ton slibkoek. Het effect van de extra toevoeging van energie in de vorm van poederkool wordt versterkt doordat minder water mee wordt afgevoerd en dus netto meer warmte vrijkomt bij de verbranding van dit slib. De impact van een hogere verbrandingswaarde op de verwerking van het biologisch/thermisch gedroogde slib is niet eenduidig vast te stellen, omdat de capaciteit voor de verbranding van het gedroogde slib niet alleen wordt bepaald door de verbrandingswaarde, maar ook omdat de energieopbrengst en de capaciteit van de rookgasreiniging daarin een rol spelen.

Samenvatting invloedsfactoren

De mate van poederkooldosering heeft logischerwijs een evenredig effect op de toename van de af te voeren hoeveelheid slib en de verbrandingswaarde. De mate waarin zal sterk afhangen van het aantal zuiveringen met poederkooldosering en de omvang daarvan waarop poederkooldosering in de toekomst wordt toegepast. Met de huidige kennis lijkt het waarschijnlijk dat het aantal ergens tussen de aantallen van scenario één (16) en vier (34) zal komen te liggen.

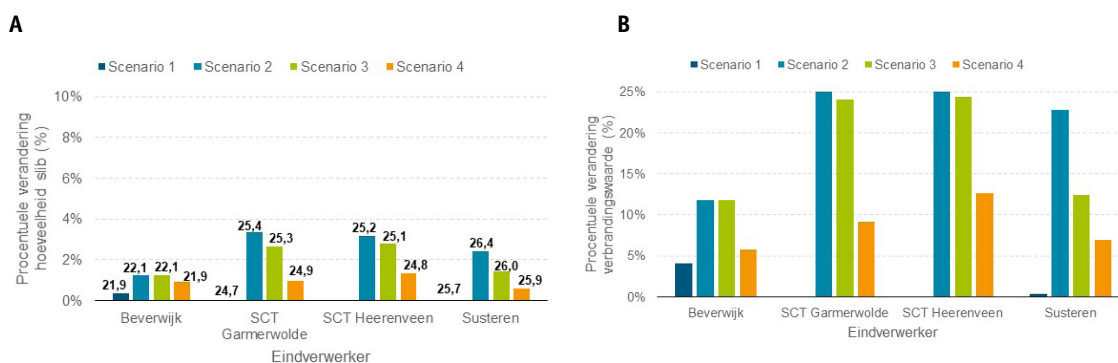
Een verbetering van het ontwateringsresultaat bij poederkooldosering kan een sterk effect hebben op de af te voeren hoeveelheid slib. De toegevoegde hoeveelheid extra droge stof kan bij een groot aandeel slib plus poederkool bij de ontwatering gecompenseerd worden door een hoger drogestofgehalte, waardoor de af te voeren hoeveelheid slibkoek zelfs kan dalen. Bij een hoger drogestofgehalte neemt de verbrandingswaarde ook sterker toe omdat de extra energie van het poeder geconcentreerd wordt in een kleinere hoeveelheid slibkoek. Gezien het grote effect die een verbetering van het ontwateringsresultaat kan hebben, is het advies om het effect van poederkool op het ontwateringsresultaat in de praktijk te volgen (zie verder hoofdstuk 5).

Om zoveel mogelijk aan te sluiten bij de bevindingen van de enige PACAS proef die in Nederland heeft plaatsgevonden, is voor het vervolg van deze paragraaf en in hoofdstuk vier uitgegaan van een dosering van 15 mg poederkool/l, waarbij er bij de slibontwatering een absolute verbetering van 1% plaatsvindt.

3.3.2 THERMISCH DROGEN PLUS VERBRANDING

Voor thermisch drogen plus verbranding als tweede stap zijn de kwantitatieve aspecten hoeveelheid slibkoek (en DS%) en verbrandingswaarde van toepassing. Voor de drogers in Beverwijk, Garmerwolde, Heerenveen en Susteren is de impact van poederkool in slib op de te verwerken hoeveelheid slibkoek en verbrandingswaarde weergegeven in Figuur 11. In Figuur 11A is naast de procentuele verandering in de hoeveelheid af te voeren slib ook het drogestofgehalte van dit slib opgenomen.

FIGUUR 11 INVLOED POEDERKOOLO IN SLIB OP PROCENTUELE VERANDERING IN A: HOEVEELHEID TE VERWERKEN SLIB EN DROGESTOFGEHALTE EN B: DE VERBRANDINGSWAARDE. UITGANGSPUNTEN: 15 MG POEDERKOOLO/L EN 1% VERBETERING ONTWATERINGSRESULTAAT



Uit Figuur 11A is af te leiden dat de hoeveelheid te verwerken slibkoek met maximaal circa 4% toeneemt. Bij sommige installaties zoals die van SCT Garmerwolde en Susteren is te zien dat het drogestofgehalte van het te verwerken slib vrij sterk stijgt in de situatie dat bij veel zuiveringen poederkool wordt gedoseerd (scenario 2). De verklaring hiervoor is dat in deze situatie in de relatief kleine drooginstallaties een groter aandeel slib met poederkool verwerkt wordt. Voor SCT Garmerwolde is dit in scenario 2 bijvoorbeeld de rwzi Garmerwolde die met 300.000 i.e. een groot aandeel heeft in de te verwerken hoeveelheid slib. Voor Susteren geldt dat in scenario 2 bij acht van de 13 aanleverende zuiveringen poederkool wordt gedoseerd, waaronder Hoensbroek met circa 300.000 i.e. Het effect daarvan is versterkt terug te zien op de verbrandingswaarde. Door een beter ontwateringsresultaat wordt de extra toegevoegde energie ook nog geconcentreerd in een kleinere hoeveelheid slib.

Een overzicht van het aantal rwzi's per drooginstallatie, het aantal rwzi's met poederkool dosering en de extra hoeveelheid te verwerken slib met poederkool is weergegeven in Tabel 4.

TABEL 4 OVERZICHT AANTAL RWZI'S PER DROOGLOCATIE TOTAAL EN PER SCENARIO EN EXTRA TE VERWERKEN HOEVEELHEID SLIBKOEK (TON/J) PER SCENARIO

Locatie - droger	Scenario	1	2	3	4
SCT Heereveen via SNB*	aantal rwzi's (van 24)	0	12	8	3
	extra ton slib	0	1.679	1.466	716
SCT Garmerwolde	aantal rwzi's (van 27)	1	10	8	6
	extra ton slib	1**	1.528	1.208	2
Beverwijk	aantal rwzi's (van 15)	1	5	5	1
	extra ton slib	261	992	992	433
Susteren	aantal rwzi's (van 13)	1	8	3	1
	extra ton slib	27	1.752	1.036	428

*Dit is het slib van Vechtstromen ** Het gaat hier om een kleine pilot waarop maar een heel klein deel van het influent poederkool wordt gedoseerd,

De uiteindelijke impact op de droog- en verbrandingscapaciteit als tweede stap is afhankelijk van de mate waarin poederkool de komende vijf tot tien jaar wordt toegepast. Veel van de genoemde drooginstallaties zullen naar verwachting rond 2025 uit bedrijf zijn genomen¹³. De impact van poederkool op de verbrandingscapaciteit als tweede stap is niet eenduidig aan te geven maar zal mede afhankelijk zijn van de toegepaste verbrandingsroutes. Het gedroogde slib van Susteren wordt verbrand in de cementindustrie. De extra energieopbrengst door de aanwezigheid van poederkool is dan een voordeel. De mate waarin gedroogd slib daar kan worden verbrand hangt meer af van de luchtmissie-eisen die worden gesteld voor zwavelcomponenten. Bij een te hoog aandeel slib kunnen deze eisen worden overschreden.

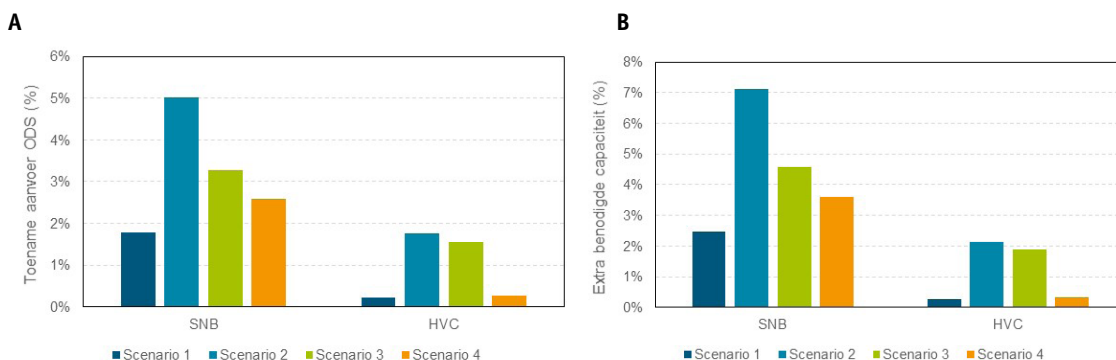
13 Wegens de uitfasering van aardgas

Hetzelfde geldt voor de biomassa energiecentrale (BEC) in Alkmaar waar het gedroogde slib uit Beverwijk grotendeels wordt verwerkt. Door de grenzen aan de rookgasreiniging kan daar niet al het gedroogde slib van Beverwijk verbrand worden.

3.3.3 MONOVERBRANDING

Voor de huidige monoverbrandingsinstallaties van SNB en HVC is de toename in ODS leidend voor de impact op de doorzet van het slib in de slibeindverwerking (zie paragraaf 3.2.5). De toename in ODS, kan met het ODS en DS-gehalte van het te verwerken slib worden omgerekend naar tonnen slibkoek per jaar die het poederkool verdringt. De verdrongen hoeveelheid slib kan dan weer gezien worden als de extra capaciteit die nodig is om het slib met poederkool te kunnen verwerken. De procentuele toename in de hoeveelheid te verwerken ODS en extra benodigde capaciteit voor de verwerking van slib + poederkool is weergegeven in Figuur 12.

FIGUUR 12 INVLOED POEDERKOOLO IN SLIB A: OP PROCENTUELE VERANDERING IN HOEVEELHEID TE VERWERKEN ORGANISCH DROGE STOF EN B: PERCENTAGE EXTRA BENODIGDE VERWERKINGSCAPACITEIT (TEN OPZICHTE VAN HUIDIGE VERWERKINGSCAPACITEIT). UITGANGSPUNTEN: 15 MG POEDERKOOLO/L EN 1% VERBETERING ONTWATERINGSRESULTAAT



Voor de twee monoverbrandingsinstallaties is duidelijk het effect te zien van de aantallen rwzi's (scenario's) waarbij poederkool op rwzi's wordt gedoseerd. Uit de figuren Figuur 12A en B is af te leiden dat extra benodigde verwerkingscapaciteit met maximaal circa 7% en 2% toeneemt voor respectievelijk SNB en HVC. Bij SNB zijn de potentiële aantallen rwzi's met poederkool groter dan bij HVC en is ook de omvang van die rwzi's groter¹⁴. De impact van het aantal rwzi's op de te verwerken hoeveelheid organisch droge stof en de extra benodigde capaciteit is samengevat in Tabel 5.

TABEL 5 OVERZICHT AANTAL RWZI'S PER MONOVERBRANDINGSCAPACITEIT EN EXTRA TE VERWERKEN HOEVEELHEID ORGANISCH DROGE STOF EN EXTRA BENODIGDE VERWERKINGSCAPACITEIT IN TONNEN SLIBKOOLO/J PER SCENARIO

Scenario	1	2	3	4
SNB				
aantal rwzi's (van 95)	5	31	14	9
extra ton ODS	1.255	3.647	2.332	1.836
extra capaciteit (ton slibkoek/j)	10.757	30.966	19.908	15.700
% van bestaand capaciteit*	2,5%	7,1%	4,6%	3,6%
HVC				
aantal rwzi (van 65)	1	10	8	2
extra ton ODS	114	899	789	135
extra capaciteit (ton slibkoek/j)	987	7.729	6.792	1.170
% van bestaand capaciteit**	0,3%	2,1%	1,9%	0,3%

* Bestaande capaciteit is 436.000 ton/j ** Bestaande capaciteit is 360.000 ton/j. Beide volgens opgave VvZB rapport (zie voetnoot 3)

14 In scenario 1 is de rwzi Eindhoven opgenomen als een zuivering waar poederkool dosering gepland is. Op het moment van schrijven van het rapport (medio 2020) is het onzeker of deze dosering doorgaat en of een andere technologie keuze wordt gemaakt. Mocht de poederkool dosering in Eindhoven niet door gaan dan zal de weergegeven impact bij SNB dalen.

De uiteindelijke impact van poederkool in slib op de doorzet van SNB en HVC wordt bepaald door het werkelijke aantal rwzi's waarop poederkooldosering zal worden toegepast. Tegelijkertijd dient er rekening mee te worden gehouden dat dit bestaande installaties zijn waarvan de capaciteit niet (eenvoudig) kan worden aangepast. In de huidige situatie is er sprake van een tekort aan verwerkingscapaciteit om fluctuaties in het jaar op te vangen³. Een tekort waarvan de verwachting is dat deze nog enkele jaren zal aanhouden³. Een toename van de hoeveelheid te verwerken slib als gevolg van poederkooldosering kan dan eerder een grotere impact hebben.

Bovenstaande geldt voor de twee bestaande monoverbrandingsinstallaties. Voor eventueel nieuw te realiseren installaties kan rekening worden gehouden met de extra energie die met de poederkool wordt aangeleverd. Deze extra energie kan dan mogelijk ook nuttig worden ingezet. Belangrijk daarbij is wel dat de plannen voor poederkooldosering aan actiefslib bekend zijn, omdat het ontwerpen van een overcapaciteit niet eenvoudig is en een vergunning dient te worden aangevraagd voor een (eventueel) hogere uitstoot.

Aan de hand van een 'worst case berekening' waarin bijvoorbeeld de helft van de rwzi's die bij HVC slib verwerken PACAS toepassen is gekeken wat een maximale impact op de verwerkingscapaciteit van HVC kan zijn. Het resultaat daarvan is opgenomen in Tabel 6. De maximale impact is nog gevoelig voor de doseerhoeveelheid en de verbrandingswaarde van slib. Bij een hogere dosering van poederkool en een lagere verbrandingswaarde van slib kan de vereiste verhoging in capaciteit verder toenemen tot circa 10%.

TABEL 6 RESULTAAT "WORST CASE BEREKENING" WAARBIJ HELFT VAN BIJ HVC AANGESLOTEN RWZI'S WORDEN UITGERUST MET POEDERKOOLDOSERING (UITGANGSPUNT 15 MG/L)

Parameter	Eenheid	Waarde
Debiet totaal alle rwzi's*	m ³ /d	1.189.384
Debiet bij helft van alle rwzi's	m ³ /d	594.692
Poederkool dosering (à 15 mg /l)	ton ODS/j	2.768
Huidige slibproductie (2018)	ton ODS/j	49.378 ¹⁵
	ton DS/j	68.297
	ton slibkoek/j	316.884
Slib+poederkool	ton ODS/j	52.145
	ton DS/j	71.065
DS gehalte slib + poederkool	%	22
ODS gehalte slib + poederkool	%	73
Verdrongen hoeveelheid slib	ton ODS/j	3.764
	ton DS/j	5.129
	ton slibkoek/j	23.800
Capaciteit HVC	ton slibkoek/j	360.000
Verhoging capaciteit nodig	%	7%

* Dit zijn 65 rwzi's, waar los van de hier genoemde scenario's poederkooldosering zou worden toegepast.

3.3.4 CO-VERBRANDING

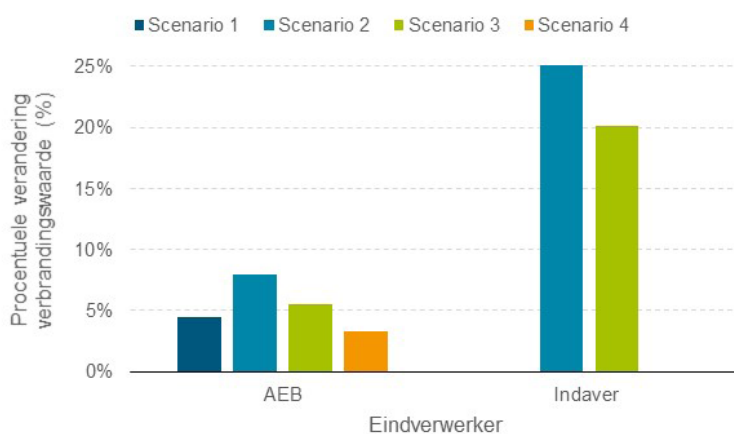
Voor de co-verbrandingsinstallaties is de verandering in verbrandingswaarde leidend in de impact van poederkool in slib op de doorzet van de installatie. Voor de vier scenario's is de impact van poederkool op de verbrandingswaarde weergegeven in Figuur 13.

¹⁵ HVC geeft aan dat in 2018 51.000 ton ODS is verwerkt van de aandeelhouders. Het verschil kan mogelijk verklaard worden doordat de registratie van de slibstromen bij HVC en de waterschappen verschillen. Uiteindelijk is in 2018 58.000 ton ODS door HVC verwerkt doordat ook nog communaal slib van niet aandeelhouders is verwerkt.

In scenario 2 neemt de verbrandingswaarde van het slib dat bij AEB wordt verwerkt maximaal met 8% toe, in scenario 1 bedraagt dit circa 5%.

Door de aanwezigheid van de rwzi Venlo in scenario twee en drie is de impact op de verbrandingswaarde bij Indaver groot (20 tot 25% meer slib)¹⁶. In theorie leidt een hogere verbrandingswaarde tot een lagere doorzet van bestaande installaties als deze installaties thermisch begrensd zijn. Aan de andere kant betekent dit ook dat er meer energie vrijkomt en er mogelijk ruimte ontstaat om meer nattere stromen te verwerken. Net als bij de verwerking van gedroogd slib valt hier dus niet eenduidig te duiden of een stijging van de verbrandingswaarde van het slib een positieve of negatieve invloed heeft op de doorzet van de installatie.

FIGUUR 13 INVLOED POEDERKOOLO IN SLIB OP PROCENTUELE VERANDERING IN VERBRANDINGSWAARDE. UITGANGSPUNTEN: 15 MG POEDERKOOLO/L EN 1% VERBETERING ONTWATERINGSRESULTAAT



Voor de volledigheid is in Tabel 7 de impact van poederkool op de te verwerken hoeveelheid slib en verbrandingswaarde weergegeven.

TABEL 7 AANTAL RWZI'S BIJ AEB EN INDAVER WAAR POEDERKOOLO WORDT GEDOSEERD EN IMPACT DAARVAN OP DE EXTRA TE VERWERKEN HOEVEELHEID SLIB EN DE VERBRANDINGSWAARDE VOOR SCENARIO'S 1 – 4

	Parameter	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
AEB	Aantal rwzi's	2	6	3	2
	Extra slib (ton slib/j)	615	1.129	743	406
	Verbrandingswaarde (GJ/ton)	1,49	1,54	1,51	1,48
Indaver	Aantal rwzi's	0	3	1	0
	Extra slib (ton slib/j)	0	598	545	0
	Verbrandingswaarde (GJ/ton)	1,89	2,36	2,27	1,89

3.4 SAMENVATTING IMPACT OP SLIBKWANTITEIT

Voor de vier verwerkingsroutes is in Tabel 8 de procentuele verandering opgenomen als gevolg van poederkooldosering in de vier bestudeerde scenario's. Uitgangspunten hierbij zijn een dosering van 15 mg poederkool per liter en een absolute verbetering van 1% bij de slibontwatering. De verandering is daarbij weergegeven als de voor die route belangrijkste parameter die invloed heeft op de verwerkings-capaciteit.

¹⁶ Er is navraag gedaan bij Indaver over de invloed van poederkool in slib bij hun installatie, er is echter geen reactie ontvangen.

TABEL 8

SAMENVATTING IMPACT VAN POEDERKOOI VOOR DE VIER VERWERKINGSROUTES EN DE VIER SCENARIO'S. UITGANGSPUNTEN: 15 MG POEDERKOOI/L EN EEN ABSOLUTE VERBETERING VAN 1% BIJ SLIBONTWATERING

Verwerkingsroute	Scenario 1 (16 rwzi's)	Scenario 2 (108 rwzi's)	Scenario 3 (68 rwzi's)	Scenario 4 (32 rwzi's)
Biologisch drogen				
verandering hoeveelheid slibkoek	0 – 0,04%	-0,9 tot +1,4%	0 – 1,3%	0 tot 0,3%
Thermisch drogen				
verandering hoeveelheid slibkoek	0 tot 0,3%	1,3 tot 3,4%	1,3 tot 2,8%	0,6 tot 1,4%
Monoverbranding				
verandering hoeveelheid ODS	0,2 tot 1,8%	1,8 tot 5%	1,6 tot 3,3%	0,3 tot 2,6%
Co-verbranding				
verandering in verbrandingswaarde	0 tot 4,5%	7,9 tot 25%	5,5 tot 20%	0 tot 3%

In sommige scenario's zijn bij een aantal verwerkingsroutes geen rwzi's voorzien waar mogelijk poederkooldosering kan worden toegepast, waardoor geen verandering is waar te nemen. De mate van verandering varieert daarmee tussen de 0 en maximaal 5% voor de routes biologisch en thermische drogen en monoverbranding. De verandering bij co-verbranding laat hogere waarden zien met maxima van 20 tot 25% in respectievelijk scenario 3 en 2. Een eerste verklaring hiervoor is dat de extra toegevoegde energie uit poederkool wordt geconcentreerd in een kleinere slibstroom, waardoor de verbrandingswaarde stijgt. Een tweede verklaring is dat in deze route op een relatief kleine hoeveelheid te verwerken slib een groter aandeel slib met poederkool aanwezig is.

3.5 IMPACT OP SLIBKWALITEIT

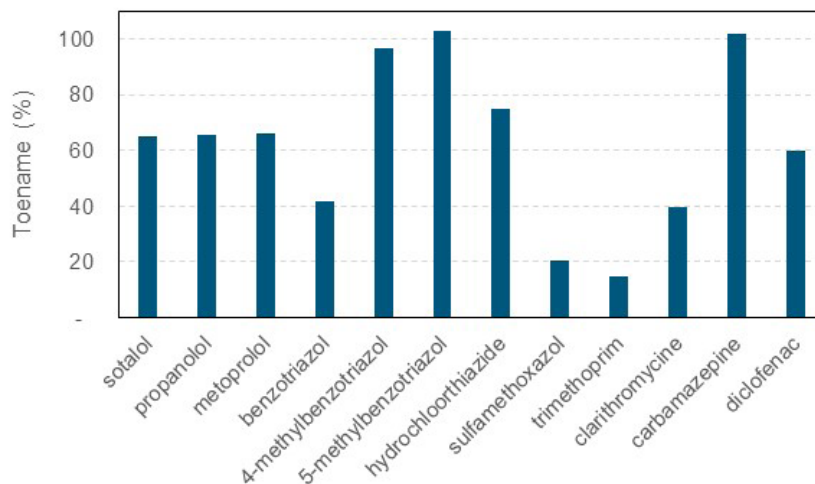
De samenstelling van de kool en de impact daarvan op de slibkwaliteit is van belang bij de verdere verwerking van het slib. Het gaat hierbij om de samenstelling van de kool zoals die voor gebruik wordt aangeleverd en zoals die na gebruik met het slib wordt afgevoerd en verwerkt.

Poederkool voor de verwijdering van microverontreinigingen is afkomstig van steenkool. Door de activatie van het kool met behulp van stoom bevat de kool geen vluchtige organische stoffen meer. Wel bestaat de kool voor meer dan 90% uit koolstof en een asrest bestaande uit onder andere calcium, silica en magnesium (informatie via leverancier poederkool: Cabot).

Met de dosering van poederkool wordt beoogd om microverontreinigingen te verwijderen uit het afvalwater. De verwachting is dat hierdoor de afgevoerde vracht microverontreinigingen met het slib toeneemt. De vraag is in welke mate en voor welke microverontreinigingen dit geldt. Voor medicijnresten kan dit afgeleid worden uit het onderzoek dat in Papendrecht is uitgevoerd¹. In dit onderzoek is de verwijdering van medicijnresten met poederkool onderzocht door de verwijdering te meten in een referentiezuiweringsstraat zonder poederkool en te meten in een zuiveringsstraat met poederkool. De mate waarin de verwijdering tussen deze twee straten toeneemt is tegelijkertijd dan een maat waarin de vracht microverontreinigingen in het slib toeneemt. Er is hierbij echter geen rekening gehouden met een deel van de microverontreinigingen die biologisch wordt afgebroken. De weergegeven toename in vracht aan microverontreinigingen in Figuur 14 is daarmee een 'worst case scenario'.

FIGUUR 14

MATE WAARIN DE VRACHT AAN DE GIDSSTOFFEN IN SLIB TOENEEMT BIJ DOSERING POEDERKOOLO OP DE RWZI PAPENDRECHT



De data die in Papendrecht zijn verzameld, laten zien dat de mate waarin de vracht aan in dit geval de gidsstoffen toeneemt afhankelijk is van het type stof. De verwachting is dat de medicijnresten die met het poederkool worden verwijderd volledig zullen worden omgezet bij verbranding van het slib met poederkool.

Naast de adsorptie van medicijnresten is het de verwachting dat mogelijk ook andere microverontreinigingen waaronder zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) aan de poederkool kunnen adsorberen. Voorbeelden zijn PFAS, PFOA en arseen waarvan bekend is dat zij aan actieve kool adsorberen. De mate waarin dit op een zuivering waar poederkool gedoseerd wordt ook werkelijk plaats zal vinden is nog niet bekend. Wel is al bekend dat slib dat in dit geval bij SNB wordt verwerkt PCB/PFAS, PFOA bevat. In 2020 is hier door SNB onderzoek¹⁷ naar gedaan. In het eerste onderzoek hebben er metingen plaatsgevonden aan het slib en de reststromen die overblijven: reststoffen, afvalwater en de rookgassen. Hierbij dient wel vermeld te worden dat de analyses voor slib en reststoffen niet gevalideerd zijn, voor de lucht is dit gedeeltelijk wel zo. De meetmethoden zijn wel gevalideerd voor baggerslib en zand. De analyses laten zien dat 96% van het in slib aanwezige PCB/PFAS/PFOA wordt afgebroken. De overige 4% zijn vooral relatieve korte en hydrofiele ketens die via de droogdamp met het afvalwater worden afgevoerd naar de zuivering Rilland Bath. Het slib van deze zuivering vertoont geen extreem hoge concentraties van deze stoffen. Het is dus waarschijnlijk dat deze stoffen in het effluent en daarmee in het oppervlaktewater terechtkomen. Het PCB/PFAS/PFOA dat in de oven terecht komt, wordt nagenoeg volledig afgebroken. In de reststoffen kon geen PCB/PFAS/PFOA worden aangetoond. Via de rookgassen werd maar een fractie (<0,05%) van de inkomende vracht teruggevonden.

Een tweede onderzoek¹⁷ liet echter een ander beeld zien, waarin de verwijdering van PFAS minimaal 89% was. Van de circa 21 kg PCB/PFAS/PFOA in slib wordt circa 0,8 kg via het afvalwater geloosd en circa 1,5 kg geëmitteerd via rookgassen. Dit ligt een factor 1.000 hoger dan in het eerste onderzoek werd gevonden.

De twee onderzoeken tonen aan dat verder onderzoek nodig is op welke wijze genoemde stoffen zich gedragen tijdens de verbranding van slib.

¹⁷ Eerste onderzoek: SNB, mei 2020, Resultaten PFOA in slibketen **CONCEPT**, M/20.013/SKO. Tweede onderzoek: uitgevoerd zomer 2020, resultaten medegedeeld via mail SNB.

4

IMPACT POEDERKOOLO IN SLIB OP TOEKOMSTIGE SLIBEINDVERWERKING

4.1 INLEIDING

Het doel van dit hoofdstuk is om inzicht te krijgen in wat de impact is van poederkool in slib op de slibeindverwerking in de toekomst. Het hoofdstuk beoogt niet om een voorspelling te geven van de toekomstige beschikbare capaciteit. De berekeningen die zijn gemaakt dienen ter illustratie op welke wijze de aanwezigheid van poederkool in slib de doorzet van een installatie kan gaan beïnvloeden. Dit heeft voor de komende tien jaar vooral betrekking op bestaande installaties. Voor nieuw te realiseren installaties kan bij voorbaat rekening worden gehouden met de aanwezigheid van poederkool in slib. De in hoofdstuk drie opgestelde methodiek kan daarvoor worden gebruikt. De impact van poederkool in slib gaat verder dan alleen een impact op de doorzet, daarom is ook breder gekeken naar de impact op:

- de afzetbaarheid (afval)producten;
- milieu-effecten (bodem, afvalwater, lucht);;
- CO₂ voetafdruk (elektriciteit, aardgas, transport, chemicaliën);
- bedrijfsvoering;
- kosten.

De impact op deze parameters is alleen kwalitatief beschreven op basis van door de eindverwerkers verstrekte informatie. De kwantitatieve analyse van de impact van poederkool op de doorzet/capaciteit en de kwalitatieve analyse van de overige parameters is uitgewerkt voor de beschikbare technologieën/-verwerkingsroutes die nu of in de nabije toekomst worden toegepast (paragraaf 4.3 - 4.6). Uit deze analyse is een lijst met knel- en aandachtspunten opgesteld (paragraaf 4.7.1). Aan de hand van deze lijst is kort inzichtelijk gemaakt welke aandachtspunten er zijn voor nu nog in ontwikkeling zijnde technologieën: Mid Mix, TORWASH en superkritische vergassing (paragraaf 4.7.2).

Aan het eind van dit hoofdstuk, in paragraaf 4.8 is gekeken of met de toepassing van thermische druk hydrolyse de toename in organische stof en/of verbrandingswaarde door poederkooldosering kan worden gecompenseerd.

4.2 AANPAK

De impact van poederkool in slib is voor de toekomst in beeld gebracht voor:

- korte termijn (tot 2022);
- middellange termijn (2022 - 2025);
- lange termijn (> 2025).

Om inzicht te geven in hoe de aanwezigheid van poederkool in slib de capaciteit van een installatie beïnvloedt, zijn gegevens verzameld over de toekomstige slibproducties en verwerkingsroutes en zijn keuzes gemaakt rond de toepassing van poederkooldosering. Aan het eind van elke paragraaf is per techniek (4.3-4.6) een toelichting op de kwalitatief beoordeelde aspecten gegeven.

4.2.1 POEDERKOOLOSERING

Voor de dosering van poederkool is uitgegaan van een dosering van 15 mg poederkool per liter influent. Voor de afvalwaterproducties is uitgegaan van de debieten uit 2018.

Voor het aantal zuiveringen waar in de toekomst mogelijk poederkool gedoseerd wordt, is uitgegaan van scenario één en vier van het voorgaande hoofdstuk waarin respectievelijk 16 of 34 rwzi 's PACAS gaan toepassen voor de verwijdering van microverontreinigingen¹⁴. Deze twee scenario's sluiten het meest aan bij de hier gekozen tijdslijn van de scenario's (2020 – 2030). In werkelijkheid kan realisatie van mogelijke PACAS-installaties later plaatsvinden. Het doel van deze rapportage is niet zo zeer te voorspellen wanneer een mogelijke impact op de slibeindverwerking plaats vindt, maar in welke mate dit plaats kan vinden en welke mechanismen daar een rol in spelen. Tot slot is uitgegaan van een verbetering van het ontwateringsresultaat met absoluut 1%. Deze verbetering werd in Papendrecht waargenomen bij een dosering van 15 mg poederkool/l.

De uiteindelijke af te voeren slibhoeveelheden in tonnen slibkoek, tonnen (organisch) droge stof, de verbrandingswaarde per ton slibkoek en de verdrongen hoeveelheid slibkoek zijn op eenzelfde manier berekend als beschreven in hoofdstuk drie. Onder invloed van autonome ontwikkelingen, zoals een verhoogd afvalwateraanbod en meer of betere vergisting veranderen bovengenoemde parameters ook. Om onderscheid te maken tussen de invloed van poederkool en autonome ontwikkelingen zijn voor de korte (2022) en middellange termijn (2025) bovengenoemde parameters ook gepresenteerd voor de situatie dat er geen poederkool wordt gedoseerd.

4.2.2 SLIBPRODUCTIES

Voor de slibproducties is uitgegaan van de prognoses die door de waterschappen zijn aangeleverd in het kader van de laatste VvZB inventarisatie (opgevraagd najaar 2019)¹⁸. Een volledig overzicht is opgenomen in bijlage 2. Voor de korte termijn is uitgegaan van het jaar 2022, voor de middellange termijn 2025 en voor de langere termijn 2030. De verandering in slibproductie is per genoemd jaar vergeleken met de slibproductie in 2018. De verandering is vervolgens naar rato verdeeld over de bestaande slibontwateringslocaties. Deze zijn bij een drietal waterschappen¹⁹ vervolgens gecentraliseerd naar de locatie waar een toekomstige centrale gisting wordt gerealiseerd. Voor de afgevoerde hoeveelheid organisch droge stof is bij afname in droge stof aangenomen dat deze afname gelijk is aan afname in organisch droge stof. Bij een toename in af te voeren hoeveelheid tonnen droge stof (door meer afvalwater) is deze toename ook doorgerekend in de hoeveelheid organische droge stof. Er is dus geen rekening gehouden met minder afbraak in de gisting, het organisch drogestofgehalte neemt daardoor iets toe. Voor het jaar 2030 kennen de opgegeven slibproducties een hogere onzekerheid. Dit wordt veroorzaakt door:

18 In deze prognoses zijn zaken als autonome groei in de vuilvracht en effecten van reductiemaatregelen (meer en/of betere vergisting) voor zover bekend meegenomen.

19 Dit zijn: Aa en Maas ('s Hertogenbosch), Rijnland (Haarlem Waardepolder) en Rivierenland (Sleeuwijk)

- een hogere mate van onzekerheid in de prognoses voor de aanvoer van de hoeveelheid vuilvracht;
- aanpassingen in de slibverwerking (meer en/of betere vergisting) die langer op zich laten wachten en/of dat het gewenste resultaat nog achterblijft bij de verwachtingen;
- de slibproducties van een vijftal waterschappen niet zijn opgegeven en zijn ingeschat.

4.2.3 VERWERKINGSROUTES

Tussen 2020 en 2030 lopen diverse contracten af die waterschappen met eindverwerkers hebben, naderen installaties het einde van hun technische levensduur en worden nieuwe installaties gerealiseerd. In Tabel 9 is een overzicht opgenomen van de contractsituaties.

Voor het slib van Drents Overijsselse Delta, Hunze en Aa's en Noorderzijlvest is inmiddels een nieuwe bestemming bekend. Het slib van Drents Overijsselse Delta zal eerst biologisch gedroogd worden bij GMB.

Het gedroogde granulaat (circa 65% van totaal van GMB) zal samen met het ontwaterd slib van Hunze en Aa's en Noorderzijlvest verbrand worden in een nieuw te realiseren monoverbrandingsinstallatie bij EEW in Delfzijl. Deze route is voor genoemde waterschappen opgenomen vanaf 2025. Een andere nieuwe verwerkingsroute die nu al bekend is, is het drogen van het slib van Hollands Noorderkwartier bij HVC in Alkmaar met restwarmte van een afvalcentrale. Deze route is voor HHNK vanaf 2025 opgenomen.

TABEL 9 CHRONOLOGISCH OVERZICHT VAN DE EIINDATA VAN DE HUIDIGE SLIBCONTRACTEN, DE HUIDIGE SLIBVERWERKER EN DE HUIDIGE SLIBPRODUCTIE (2019)

Jaar	Datum	Waterschap	Huidige verwerker	Slibproductie na aflopen contract (ton/j)
2021	31 dec	Stichtse Rijnlanden, locatie Nieuwegein	SNB	17.000
	31 dec	Drents Overijsselse Delta – Noord	GMB	16.500
2022	01 apr	Zuiderzeeland	GMB	41.297
	31 okt	Vallei en Veluwe	GMB	69.164
	31 dec	Waternet	AEB	99.105
	31 dec	Drents Overijsselse Delta - Zuid	GMB	23.500
2023	31 dec	Noorderzijlvest & Hunze en Aa's ¹	Swiss Combi Technology (SCT)	46.000
2026	31 dec	Wetterskip Fryslân ²	SNB	27.000
2027	31 dec	Waterschap Rivierenland	GMB	82.000
2028	01 jun	WBL ³	Indaver / CBR Lixe	30.500 / 69.500
	31 dec	Rijn en IJssel	GMB	55.250
2029	31 dec	Stichtse Rijnlanden, locatie Utrecht ⁴	SNB	65.000

1) Eerste termijn loopt af op 31 december 2020; 2) Eerste termijn loopt af op 31 december 2021; 3) Eerste termijn loopt af op 1 juni 2023; 4) Eerste termijn loopt af op 31 december 2026.

Voor de overige in Tabel 9 genoemde waterschappen is op dit moment (medio 2020) nog niet bekend wat de toekomstige bestemming is van het slib. In 2025 is voor 16% van de totale slibkoek productie nog niet bekend waar en hoe slib verwerkt gaat worden. In 2030 ligt dit percentage op 43% overeenkomend met bijna 572.000 ton slibkoek per jaar. Met de onzekerheid in de opgegeven slibproducties maakt dat het voor 2030 niet realistisch is om inzicht te geven in de impact van poederkool in slib op de doorzet van de slibeindverwerkingsinstallaties. Een volledig overzicht van de eindverwerkingsroutes in 2022, 2025 en 2030 is opgenomen in bijlage 3.

4.2.4 KWALITATIEVE ANALYSE

Voor het kunnen uitvoeren van de kwalitatieve analyse is via een vragenlijst informatie opgehaald bij de bestaande eindverwerkers. Hieronder worden de geanalyseerde aspecten kort toegelicht. In bijlage 4 is de vragenlijst opgenomen.

Afzetbaarheid van (afval)producten

Het biologisch of thermisch drogen van slib is een tussenverwerkingstap waarna het geproduceerde product nog verder verwerkt dient te worden. De impact van poederkool in slib op die verwerking is hier beschouwd. Bij verbranding ontstaan diverse (afval)producten die nog afgezet dienen te worden of worden hergebruikt. De invloed van poederkool in slib op huidige en toekomstige afzet- hergebruikroutes is hier beschouwd.

Milieu-effecten

Bij de verwerking van slib dienen de verwerkers zich te houden aan de eisen die gesteld worden aan de emissie naar de bodem, de lucht en het afvalwater. Informatie is opgehaald of dergelijke eisen gesteld zijn, voor welke stoffen deze gelden en in welke mate deze emissie mogelijk beïnvloed wordt door de aanwezigheid van poederkool in slib.

CO₂ voetafdruk

Voor het effect van poederkool bij de eindverwerking van slib is gekeken naar de impact op het verbruik van: elektriciteit, aardgas, transportbrandstoffen en chemicaliën.

Bedrijfsvoering

Bij dit aspect is gekeken naar de invloed van poederkool in slib op de inzet van personeel en de beschikbaarheid van de installatie. Verwacht men meer of minder onderhoud/uitval waardoor mogelijk de doorzet van de installatie wordt beïnvloed.

Kosten

Alle bovengenoemde punten hebben uiteindelijk een link met de kosten van de verwerking van het slib. Aan de eindverwerkers is gevraagd welk effect zij verwachten. Deze verwachting is aangevuld met de opgegeven informatie van de eerdergenoemde aspecten.

4.3 BIOLOGISCHE DROGEN

Biologische droging van slib vindt plaats op twee locaties, Zutphen en Tiel, beiden in beheer van GMB. De benodigde informatie voor de kwantitatieve en kwalitatieve analyse is door GMB aangeleverd.

4.3.1 IMPACT VERWERKINGSCAPACITEIT

GMB verwerkt als private partij het slib van verschillende waterschappen. Na 2022 lopen in de tijd diverse contracten af (zie Tabel 9), waarvan nu nog niet bekend is wat de nieuwe verwerkingsroute gaat zijn. Omdat dit nu nog niet bekend is loopt de te verwerken hoeveelheid slib bij GMB in theorie terug. In de praktijk hoeft dit niet waar te zijn. Dit maakt dat een toetsing op de doorzet in tonnen slibkoek niet realistisch is. Om die reden is hier alleen gekeken in welke mate het drogestofgehalte en de verbrandingswaarde per ton slibkoek verandert als gevolg van autonome ontwikkelingen (zonder poederkool) en met de dosering van poederkool. Voor de verandering in drogestofgehalte is dit weergegeven in Tabel 10. In deze tabel zijn de data voor scenario 1 (16 rwzi's met poederkooldosering) opgenomen. De data voor scenario 4 (34 rwzi's) geeft eenzelfde beeld.

TABEL 10 VERLOOP IN HET DROGESTOFGEHALTE (DS%) VAN HET AANGELEVERDE SLIB VOOR DE LOCATIES VAN GMB IN ZUTPHEN EN TIEL ALS GEVOLG VAN AUTONOME ONTWIKKELINGEN (VAN BOVEN NAAR BENEDEN) EN ALS GEVOLG VAN DE DOSERING VAN POEDERKOOL (VAN LINKS NAAR RECHTS). DATA ZIJN VOOR SCENARIO 1

Scenario	Zutphen		Tiel	
	zonder poederkool dosering	met poederkool dosering	zonder poederkool dosering	met poederkool dosering
Referentie (2018)	24,6	-	23,2	-
2022	24,3	24,4	23,1	23,1
2025	24,8	24,9	22,0	22,0

Voor de locatie Tiel is zichtbaar dat als gevolg van autonome ontwikkelingen zoals groei in afvalwater-aanbod, meer/betere vergisting en verloop in slibsamenstellingen door veranderende contractsituaties, het drogestofgehalte van het ontwaterde slib in 2025 afneemt van 23,2 naar 22,0%. Deze mate van verandering als gevolg van autonome ontwikkelingen is groter dan de verandering in drogestofgehalte als gevolg van de dosering van poederkool. Eenzelfde beeld is ook voor Zutphen zichtbaar.

De verandering in verbrandingswaarde als gevolg van autonome ontwikkelingen en de dosering van poederkool is opgenomen in Tabel 11.

TABEL 11 VERLOOP IN DE VERBRANDINGSWAARDE VAN HET AANGELEVERDE SLIB VOOR DE LOCATIES VAN GMB IN ZUTPHEN EN TIEL ALS GEVOLG VAN AUTONOME ONTWIKKELINGEN (VAN BOVEN NAAR BENEDEN) EN ALS GEVOLG VAN DE DOSERING VAN POEDERKOOL (VAN LINKS NAAR RECHTS). DATA ZIJN VOOR SCENARIO 1

Scenario	Zutphen		Tiel	
	zonder poederkool dosering	met poederkool dosering	zonder poederkool dosering	met poederkool dosering
Referentie (2018)	1,90	-	1,92	-
2022	1,89	1,91	1,67	1,67
2025	1,99	2,01	1,60	1,62

Voor de locatie Zutphen is zichtbaar dat als gevolg van autonome ontwikkelingen tussen 2018 en 2025, de verbrandingswaarde stijgt. Deze stijging bedraagt 4% (van 1,9 GJ/ton naar 1,99 GJ/ton). De stijging als gevolg van de dosering van poederkool is kleiner (van 1,99 naar 2,01 GJ/ton = 1%) dan de stijging als gevolg van de autonome ontwikkelingen. Voor de locatie Tiel is eenzelfde beeld zichtbaar: de daling in de verbrandingswaarde tussen 2018 en 2022/2025 is groter dan de stijging als gevolg van de dosering van poederkool.

4.3.2 KWALITATIEVE ANALYSE IMPACT

Het resultaat van de kwalitatieve analyse van de impact van poederkool in slib op de verwerking van dit slib door middel van biologische droging is weergegeven in Tabel 12. Na biologische droging wordt het slib verbrand of wordt het naar de landbouw in Frankrijk afgezet. Vanaf 2024 kan GMB circa 65% van het gedroogde slib in de nieuw te realiseren monoverbrandingsinstallatie van EEW in Delfzijl verwerken.

TABEL 12 RESULTAAT KWALITATIEVE ANALYSE BIOLOGISCHE DROGING + VERBRANDING

Aspect	Analyse
Afzetbaarheid (afval) producten	Verbranding: een hogere stookwaarde beperkt de doorzet van bestaande verbrandingsinstallaties. Bij een nieuwe installatie kan hier rekening mee worden gehouden. Afzet naar landbouw Frankrijk: als de dosering van poederkool leidt tot een hoger gehalte aan ZZS in het slib zal dat de afzet beperken c.q. bemoeilijken.
Milieu-effecten	Bodem: geen impact van poederkool in slib Afwalwater: Het afvalwater wordt afgevoerd naar de rwzi 's van Tiel en Zutphen. Eisen zijn gesteld aan CZV, N, P en zwevende stof en zware metalen. Effect van poederkool in slib op afvalwatersamenstelling is moeilijk aan te geven. Lucht: er gelden eisen voor de emissie van geur en ammoniak. Moeilijk te zeggen of deze emissie wordt beïnvloed door aanwezigheid van poederkool in slib.
CO ₂ voetafdruk	Bij gelijkblijvend drogestofgehalte is verwachting dat effect van poederkool in slib neutraal is. Bij hoger drogestofgehalte kan verbruik van transportbrandstof dalen. Chemicaliën worden vooral gebruikt voor verwijdering ammoniak uit de lucht. De mate van ammoniak vorming staat los van de aanwezigheid van poederkool en zal meer bepaald worden door de mate waarin slib vergist is. Onbekend is wat effect is van een beter ontwateringsresultaat op het elektriciteitsverbruik.
Bedrijfsvoering	Geen effect van poederkool op inzet personeel en beschikbaarheid installatie.
Kosten	Een hoger drogestofgehalte als gevolg van poederkool leidt tot een hogere doorzet bij de biologische droging en daarmee een daling van de kosten per ton slibkoek. Een hogere productie van het biologisch gedroogde slib met poederkool kan door een hogere verbrandingswaarde, tot een vermindering van de (externe) verbrandingscapaciteit en dus hogere afzetkosten per ton gedroogd slib leiden. Netto effect is moeilijk aan te geven, omdat ook nog andere aspecten zoals hogere energieopbrengst en capaciteit rookgasreiniging een rol kunnen spelen. Bovenstaande geldt vooral voor bestaande installaties. Voor nieuw te realiseren installaties kan met de aanwezigheid van poederkool in slib rekening worden gehouden.

Belangrijkste punt van aandacht voor de verwerking van ontwaterd slib met poederkool door middel van biologische droging is de aanwezigheid van ZZS stoffen in het slib, omdat mogelijk de afzet van het biologisch gedroogde slib via de landbouw beperkt c.q. bemoeilijkt wordt. Dit punt van aandacht staat daarmee voor deze verwerkingsroute al los van de aanwezigheid van poederkool in slib. De dosering van poederkool waar mogelijk nog meer ZZS mee kunnen worden verwijderd, kan dit echter wel versterken. Dit is daarmee ook een punt van aandacht bij de aanbesteding van slib die bepaalde afzetroutes van ontwaterd slib kan uitsluiten. De mate waarin (sommige) ZZS aan poederkool adsorberen is nog niet bekend.

4.4 THERMISCH DROGEN

4.4.1 IMPACT VERWERKINGSCAPACITEIT

De thermische droging met aardgas in Beverwijk (HHNK), Heerenveen (SCT-SNB), Garmerwolde (SCT) en Susteren (WBL) vindt in ieder geval plaats tot en met 2022. In deze studie is ervan uitgegaan dat vanaf 2022 het slib van Vechtstromen weer bij SNB in Moerdijk wordt verwerkt en niet meer bij Swiss Combi Technology in Heerenveen (info SNB). Bekend is ook dat vanaf 2023 het slib van HHNK niet meer in Beverwijk wordt gedroogd, maar in Alkmaar zal worden verwerkt in een nog nieuw te realiseren slibdroger op restwarmte van de afvalverbrandingsinstallatie aldaar. Met het ingaan van het nieuwe contract van Noorderzijlvest, Hunze en Aa's en Drents Overijsselse Delta met EEW/GMB vanaf 2024 is de verwachting dat ook de installatie in Garmerwolde wegvalt. Vooral nog is aangenomen dat het slib van WBL tot en met 2027 verwerkt wordt in Susteren.

Gezien al deze ontwikkelingen is het voor de toekomst logischer de impact van poederkool in slib weer te geven per waterschap en niet per drooginstallatie. De daarvoor belangrijkste kwantitatieve parameters zijn de te verwerken hoeveelheid slibkoek per jaar en de verbrandingswaarde.

Hierbij is onderscheid gemaakt in de invloed van autonome ontwikkelingen en dosering van poederkool op deze kwantitatieve parameters. Om de dosering van poederkool beter inzichtelijk te krijgen is ervoor gekozen om alleen hier de resultaten van scenario 4 te laten zien, omdat deze meer rwzi's bevat met poederkooldosering dan scenario 1. De te verwerken hoeveelheid slib en de verbrandingswaarde voor 2018, 2022 en 2025 zijn voor de drie waterschappen weergegeven in respectievelijk Tabel 13 en Tabel 14 (voor scenario 4).

TABEL 13 VERLOOP IN TE VERWERKEN SLIBHOEVELHOED (TONNEN SLIBKOEK) ALS GEVOLG VAN AUTONOME ONTWIKKELINGEN (VAN BOVEN NAAR BENEDEN) EN ALS GEVOLG VAN DE DOSERING VAN POEDERKOOLOOS (VAN LINKS NAAR RECHTS). DATA ZIJN VOOR SCENARIO 4

	HHNK		NZV & H&A*		WBL**	
	min poederkool	plus poederkool	min poederkool	plus poederkool	min poederkool	plus poederkool
2018	79.010		45.253		72.900	
2022	97.182	97.804	45.000	45.417	75.564	75.979
2025	99.191	99.798	45.000	45.417	75.564	75.979

* vanaf 2025 is de verwerkingsroute voor deze waterschappen een nieuw te realiseren monoverbrandingsinstallatie van EEW. ** Dit is de maximaal te verwerken hoeveelheid slib in Susteren. In de praktijk zal als gevolg van onderhoud en calamiteiten een deel van dit slib bij Indaver en een ander bedrijf verwerkt worden. Dit is niet meegenomen in de berekeningen.

TABEL 14 VERLOOP VERBRANDINGSWAARDE ALS GEVOLG VAN AUTONOME ONTWIKKELINGEN (VAN BOVEN NAAR BENEDEN) EN ALS GEVOLG VAN DE DOSERING VAN POEDERKOOLOOS (VAN LINKS NAAR RECHTS). DATA ZIJN VOOR SCENARIO 4

	HHNK		NZV & H&A*		WBL**	
	min poederkool	plus poederkool	min poederkool	plus poederkool	min poederkool	plus poederkool
2018	1,77		1,54		1,78	
2022	1,79	1,87	1,74	1,88	1,64	1,76
2025	1,80	1,89	1,74	1,88	1,64	1,76

* vanaf 2025 is de verwerkingsroute voor deze waterschappen een nieuw te realiseren monoverbrandingsinstallatie van EEW. ** Dit is de maximaal te verwerken hoeveelheid slib in Susteren. In de praktijk zal als gevolg van onderhoud en calamiteiten een deel van dit slib bij Indaver en een ander bedrijf verwerkt worden. Dit is niet meegenomen in de berekeningen.

Voor de situatie bij HHNK is te zien dat de hoeveelheid te verwerken slib als gevolg van autonome ontwikkelingen groter is dan de toename als gevolg van de dosering van poederkool. In 2022 stijgt de hoeveelheid te verwerken slib met 19% van 79.010 ton slibkoek/j naar 97.182 ton slibkoek/j. De toename als gevolg van de poederkooldosering is met 0,6% gering (van 97.182 ton slibkoek/j in 2022 naar 97.804 ton slibkoek/j). Eenzelfde beeld is te zien voor WBL, waar de toename als gevolg van autonome ontwikkelingen op de te verwerken hoeveelheid slibkoek groter is dan de toename als gevolg van poederkooldosering.

Voor de verbrandingswaarde ligt het beeld voor HHNK en WBL anders. Daar neemt als gevolg van de poederkooldosering de verbrandingswaarde sterker toe dan als gevolg van autonome ontwikkelingen. Voor HHNK neemt de verbrandingswaarde met circa 5% toe in 2022 en 2025 van 1,79 GJ/ton naar 1,87 GJ/ton in 2022 en van 1,80 GJ/ton naar 1,89 GJ/ton in 2025. Dit beeld is ook terug te zien voor Noorderzijlvest/Hunze en Aa's en WBL in 2022 en 2025.

Voor HHNK, Noorderzijlvest en Hunze en Aa's geldt dat zij vanaf 2025 hun slib in een nieuw te realiseren installatie gaan verwerken. Bij de realisatie daarvan kan in het ontwerp eventueel rekening worden gehouden met de toekomstige aanwezigheid van poederkool in slib. De te verwerken hoeveelheid slib blijft voor WBL richting de toekomst stabiel, alleen stijgt de verbrandingswaarde van het ontwaterde slib. De extra energie die bij de verbranding van het gedroogde slib in de cementindustrie vrijkomt zal naar verwachting niet direct tot problemen leiden, maar als een voordeel worden gezien.

4.4.2 KWALITATIEVE ANALYSE IMPACT

Voor de kwalitatieve analyse van de impact van poederkool in slib op het functioneren van thermisch slibdrogers is informatie opgehaald bij HHNK en WBL. Deze informatie is daar waar nodig aangevuld met aspecten die ook bij biologische droging genoemd zijn en ook bij thermische droging een rol spelen. De kwalitatieve analyse voor de thermische drogers is opgenomen in Tabel 15.

TABEL 15 RESULTAAT KWALITATIEVE ANALYSE BIOLOGISCHE DROGING + VERBRANDING

Aspect	Analyse
Afzetbaarheid (afval)producten	Verbranding: een hogere stookwaarde beperkt de doorzet van bestaande verbrandingsinstallaties. Bij een nieuwe installatie kan hier rekening mee worden gehouden. De verwachting van HHNK is dat verbranding van gedroogd slib met poederkool niet verwerkt kan worden in de BEC in Alkmaar vanwege een te hoge verbrandingstemperatuur en omdat het niet gelabeld kan worden als groene stroom. De mogelijke impact bij verbranding van gedroogd slib met poederkool in de cementindustrie is vooralsnog niet bekend.
Milieu-effecten	Bodem: Geen eisen Afvalwater: Geproduceerde afvalwater wordt in Beverwijk en Susteren op de eigen rwzi's verwerkt. Daarvoor gelden de gebruikelijke eisen. Geen effecten van poederkool in slib benoemd. Lucht: HHNK geeft aan eisen te hebben voor de emissie van NO _x en verwacht daarop geen invloed van poederkool in slib.
CO ₂ voetafdruk	Bij een hoger drogestofgehalte van het slib met poederkool zal minder aardgas nodig zijn om het slib te drogen. Daardoor zal ook minder transport van ontwaterd slib nodig zijn. Beide hebben een positief effect op de CO ₂ voetafdruk. Verbranding van gedroogd slib met poederkool levert meer energie op, maar kent dan wel een fossiele oorsprong met een hoge CO ₂ voetafdruk.
Bedrijfsvoering	De doorzet van een droger wordt niet alleen bepaald door de hoeveelheid te verdampen water, maar onder andere ook door de stofproductie. Een hoger drogestofgehalte als gevolg van poederkool in slib leidt tot een hogere doorzet van een droger. De verwachting van WBL en de leverancier van hun droger is dat poederkool in slib zich gedraagt als de inerte fractie in slib. Bij een hogere inerte fractie in het slib is de ervaring dat de productie van stof toeneemt waardoor hiervoor meer ruimte in de droger aanwezig dient te zijn. Gevolg is een daling van de doorzet. Wat het netto-effect is van een hoger drogestofgehalte en een hogere stofproductie is niet bekend. Het hier bovengenoemde geldt voor aardgasdrogers. Na 2022 zal het slib van HHNK gedroogd worden door middel van lage temperatuurdroging met een banddroger. De mogelijke impact van poederkool in slib op een banddroger is nog niet bekend. Navraag bij een leverancier leverde nog niks op.
Kosten	Een hoger drogestofgehalte als gevolg van poederkool leidt mogelijk tot een hogere doorzet bij de thermische droging en daarmee een daling van de kosten per ton slibkoek. Een hogere productie van gedroogd slib met poederkool leidt door een hogere verbrandingswaarde tot een vermindering van de (externe) verbrandingscapaciteit en dus hogere afzetkosten per ton gedroogd slib. Netto effect daarvan is nog niet aan te geven, omdat ook nog andere factoren een rol spelen bij de invulling van de beschikbare verbrandingscapaciteit.

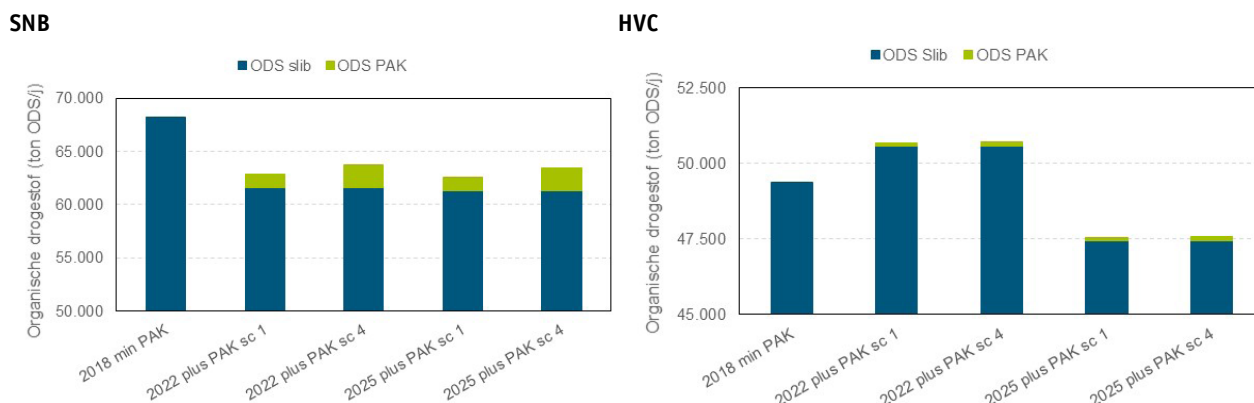
De aanwezigheid van poederkool in slib lijkt bij de verwerking in een aardgasdroger niet tot extra grote aandachtspunten te leiden. De technologie zal daarnaast in de komende 5 tot 10 jaar uit gefaseerd worden. De impact van slib met poederkool op het drogen met een banddroger is nog niet bekend.

4.5 MONOVERBRANDING

4.5.1 IMPACT VERWERKINGSCAPACITEIT

Naast de impact van poederkool in slib op de verwerkingscapaciteit spelen ook autonome ontwikkelingen in de slibproducties een belangrijke rol. Dit betreft groei van de slibhoeveelheid door een hoger aanbod van afvalwater of een lagere hoeveelheid te verwerken slib door meer of betere vergisting van slib. In Figuur 15 is voor zowel SNB als HVC het verloop in de hoeveelheid te verwerken organisch droge stof weergegeven, waarbij voor scenario 1 en 4 onderscheid is gemaakt in de bijdrage van slib en poederkool aan de hoeveelheid organisch droge stof in ton per jaar.

FIGUUR 15 VERLOOP TE VERWERKEN HOEVEELHEID ORGANISCHE DROGE STOF BIJ SNB (LINKS) EN HVC (RECHTS) VOOR SCENARIO 1 EN 4



Voor zowel SNB als HVC geldt dat de impact van meer en betere vergisting een grotere impact heeft dan de toevoeging van poederkool. Op basis van de door de waterschappen verstrekte prognoses daalt de te verwerken hoeveelheid slib bij SNB in 2022 en bij HVC in 2025 en daarna. Echter zowel de slibprognoses als de toepassing van poederkooldosering kennen een onzekerheid. De mate waarin en wanneer de geprognosticeerde afname in slib plaatsvindt, is onzeker en kan in de tijd vertraging oplopen.

Aan de andere kant is niet zeker in welke mate poederkooldosering aan slib gaat plaatsvinden, maar de invloed hiervan ten opzichte van de autonome ontwikkelingen lijkt vooralsnog klein. Beide ontwikkelingen zullen van belang zijn voor de doorzet van de huidige installaties bij SNB en HVC. Bij mogelijk nieuw te realiseren installaties kan met deze en andere ontwikkelingen rekening worden gehouden.

Van belang daarbij zijn ook de fluctuaties in de aanvoer. Deze kunnen door het jaar heen sterk verschillen waardoor tijdelijk tekorten in verwerkingscapaciteit kunnen ontstaan of dat er op andere momenten ruimte ontstaat om bijvoorbeeld onderhoud te kunnen plegen. De balans tussen beide bepaalt uiteindelijk of de aangeboden jaarlijkse slibhoeveelheid in een jaar verwerkt kan worden. Voor de volledigheid is in Tabel 16 nog opgenomen wat de impact is van de extra hoeveelheid organische droge stof op de doorzet van beide installaties.

TABEL 16 OVERZICHT VERDRONGEN HOEVEELHEID SLIB EN AANDEEL VAN VERWERKINGSCAPACITEIT VOOR SCENARIO 1 EN 4 IN 2022 EN 2025

			Scenario 1 2022	Scenario 1 2025	Scenario 4 2022	Scenario 4 2025
SNB	Verdrongen hoeveelheid	ton slibkoek/j	11.140	10.616	19.207	18.304
	Capaciteit	ton slibkoek/j	436.000	436.000	436.000	436.000
	Aandeel van capaciteit	%	3%	2%	4%	4%
HVC	Verdrongen hoeveelheid	ton slibkoek/j	970	977	1.280	1.158
	Capaciteit	ton slibkoek/j	360.000	360.000	360.000	360.000
	Aandeel van capaciteit	%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%

4.5.2 KWALITATIEVE ANALYSE IMPACT

Het resultaat van de kwalitatieve analyse van de impact van poederkool in slib op de verwerking van dit slib in mono-verbrandingsinstallaties is weergegeven in Tabel 17.

TABEL 17 RESULTAAT KWALITATIEVE ANALYSE MONOVERBRANDING

Aspect	Analyse
Afzetbaarheid (afval)producten	<p>Na de verbranding van slib blijven de volgende producten over: vliegias (beide), indampzout (SNB) en bedas, filterkoek, actieve kool, zandbed, filterzand en biofiltermateriaal voor HVC</p> <p>Aan het poederkool dat wordt gedoseerd voor de verwijdering van medicijnresten kunnen andere stoffen adsorberen. Onbekend is welke stoffen en in welke mate adsorptie plaatsvindt. Genoemde stoffen die kunnen zorgen voor een verstoring van de afzet zijn: zware metalen, waaronder arseen, PFAS en andere zeer zorgwekkende stoffen (ZZS). Arseen komt in de vliegias terecht (arsenen adsorbeert aan kool). Bij te hoge gehalten van arseen kan dit het terugwinnen van fosfor uit de as belemmeren. Bij welke gehalten dit zal zijn, is vooralsnog niet bekend. PFAS (en PFOA/PCB) wordt grotendeels verwijderd (89 - 96%), de overige fractie komt voornamelijk in het afvalwater terecht¹⁷. Een hoger kwikgehalte van het slib met poederkool verhoogt het aandeel kwik in het af te zetten indampzout en in de te emitteren lucht.</p>
Milieu-effecten	<p>Bodem: bij de verwerking van slib geldt dat geen emissies naar de bodem zijn toegestaan. De aanwezigheid van poederkool in slib verandert dit niet.</p> <p>Afvalwater: het afvalwater dat wordt geproduceerd wordt door SNB eerst zelf voorbehandeld waarna het naar een rwzi wordt afgevoerd. Het afvalwater van HVC wordt direct naar een rwzi afgevoerd. Eisen worden gesteld aan de hoeveelheid zware metalen, waaronder arseen en organische (micro)verontreinigingen waaronder ZZS. Als met de toepassing van poederkool meer zware metalen en andere verontreinigingen worden geadsorbeerd dan kan dit leiden tot een verhoging van de belasting in het afvalwater.</p> <p>Lucht: De stoffen die via de rookgassen worden geëmitteerd dienen te voldoen aan de emissie-eisen uit het activiteitenbesluit. Mogelijk kan bij een hogere belasting van het slib met verontreinigingen de emissie naar de lucht toenemen, omdat ervan uit mag worden gegaan dat het rendement van de rookgasreiniging niet stijgt. Bij te verwachten strengere emissie-eisen kan dit mogelijk tot problemen leiden.</p>
CO ₂ voetafdruk	<p>De impact van poederkool in slib op de CO₂ voetafdruk (los van CO₂ uit de verbranding) is met de nu bekende informatie moeilijk in te schatten. Een hogere verbrandingswaarde kan meer elektriciteit opleveren (geldt alleen voor SNB). Als poederkool in slib het ontwateringsresultaat verbetert zal wellicht minder aardgas nodig zijn om het slib te drogen en daalt het verbruik van transportbrandstoffen. Het verbruik van chemicaliën kan toenemen om te voldoen aan de emissie-eisen voor het rookgas (en het afvalwater).</p>
Bedrijfsvoering	<p>De impact van poederkool in slib kan de personele inzet vergroten omdat meer bijsturing en analyses nodig zijn. De aanwezigheid van poederkool in slib kan de beschikbaarheid van de installatie en daarmee de capaciteit op verschillende manieren verlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - hogere mate van bijsturen van het proces door meer schommelingen in de temperatuur die weer het gevolg zijn van verschillen in verbrandingswaarden tussen slib met en zonder poederkool; - meer temperatuurschommelingen leiden tot het meer smelten van de as, waardoor de ovens sneller dichtgroeien en er meer onderhoud en stilstand nodig is; - de belasting van de ovens niet volledig wordt benut omdat elke voeding van de oven een verschillende verbrandingswaarde kan hebben; - met de aanwezigheid van poederkool de energie-inhoud per ton slibkoek toeneemt, waardoor het slib natter aan de oven dient te worden gevoed. Dit leidt tot een hoger vochtgehalte in de rookgassen die mogelijk ook een extra grens oplevert qua doorzet. <p>Onbekend is bij welk aandeel slib plus poederkool bovengenoemde effecten optreden en de capaciteit van de installatie werkelijk zullen beïnvloeden.</p>
Kosten	<p>De aanwezigheid van poederkool verlaagt de doorzet van de installatie, terwijl de kosten waarschijnlijk gelijk blijven. De kosten per ton slibkoek zullen daarmee toenemen. In algemeenheid geldt dat door de aanwezigheid van poederkool het aandeel brandstof van biologische oorsprong in het slib daalt.</p>

Belangrijkste punt van aandacht bij de verbranding van slib met poederkool is dat stoffen zoals arseen, andere ZZS stoffen waaronder PFAS/PFOA en kwik ook aan het poederkool adsorberen en daarbij zorgen voor een hogere vracht van deze stoffen in het slib.

Deze stoffen worden al teruggevonden in het slib, onbekend is in welke mate de vracht van deze stoffen toeneemt als poederkool aan het slib wordt toegevoegd. Een verwijdering van genoemde stoffen betekent een positief effect op de zuivering waar zo wordt voorkomen dat deze stoffen in het milieu komen. Belangrijk is om erop toe te zien dat deze stoffen via de eindverwerking niet alsnog (deels) in het milieu terecht komen. Arseen is een stof die terecht komt in de asrest waaruit ook fosfor kan worden terugge-wonnen. Te hoge gehalten arseen kan deze toekomstige terugwinning belemmeren. Bij HVC worden nu al hoge arseengehaltes

in de as teruggevonden. Een eerste set metingen²⁰ bij SNB tonen aan dat PFAS/-PFOA/PCB voor een groot deel worden verbrand (89 - 96%), maar een deel komt ook in het afvalwater en de rookgassen terecht. Bij een toename van kwik in het slib met poederkool dient rekening te worden gehouden met een toename van kwik in het af te zetten indampzout en in de te emitteren lucht.

Afhankelijk van in welk scenario slib uit rwzi's met poederkool aangevoerd wordt, kan (bij een groot aantal rwzi's) de doorzet van de installaties dalen. In de eerste plaats om binnen de gewenste bandbreedte van minimale en maximale temperatuur van de installatie te blijven (zie Figuur 4). Tegelijk kan als gevolg van te grote verschillen in samenstelling van het slib op verschillende vlakken meer sturing nodig zijn die het noodzakelijk maken dat op een lagere doorzet wordt gedraaid.

4.6 CO-VERBRANDING

Co-verbranding van ontwaterd slib met huishoudelijk afval vindt plaats bij AEB in Amsterdam en Indaver in Antwerpen. Informatie over de verwerkingscapaciteit voor ontwaterd slib en informatie over de kwalitatieve aspecten is niet aangeleverd.

4.6.1 IMPACT VERWERKINGSCAPACITEIT

De capaciteit van de co-verbrandingsinstallaties voor de verwerking van ontwaterd slib wordt bepaald door de verbrandingswaarde van het aangeleverde slib. De impact van poederkool in slib op de verbrandingswaarde van het slib dat bij AEB en Indaver in de toekomst wordt verwerkt is weergegeven in Tabel 18.

TABEL 18 IMPACT POEDERKOOI IN SLIB OP VERBRANDINGSWAARDE VAN SLIB DAT BIJ AEB OF INDAVER VERWERKT WORDT VOOR 2022 EN SCENARIO 1 EN 4

		Scenario 1 2022	Scenario 4 2022
AEB	Aantal rwzi's met poederkooldosering	2	2
	Verbrandingswaarde (GJ/ton slibkoek)	1,44	1,43
	Procentuele stijging	4,4%*	3%*
Indaver	Aantal rwzi's met poederkooldosering	0	0
	Verbrandingswaarde (GJ/ton)	-	-
	Procentuele stijging	-	-

* Verbrandingswaarde zonder poederkooldosering bedraagt 1,38 GJ/ton slibkoek.

De co-verbranding bij AEB zal in 2025 niet meer worden toegepast omdat het contract met Waternet dan al enige tijd is verlopen. Bij Indaver geldt dat er in de periode 2022 – 2025 geen impact te verwachten is van poederkool in slib, omdat in scenario 1 en 4 geen rwzi's met poederkooldosering zijn voorzien.

4.6.2 KWALITATIEVE ANALYSE IMPACT

De hoeveelheid slib die wordt mee-verbrand in een co-verbrandingsinstallatie is vaak al gelimiteerd vanwege de impact op de kwaliteit van de bodemassen (AEB) of het halen van de emissie-eisen voor stoffen die specifiek voor slib zijn zoals stikstof, zwavel en kwik. Tegelijkertijd geldt dat deze wijze van slibverwerking in de toekomst niet of zeer beperkte schaal zal worden toegepast. Een deel (30 – 40%) van het slib van WBL wordt bij Indaver in België verwerkt. Dit contract loopt minimaal tot juni 2023 en kan verlengd worden tot maximaal juni 2028.

²⁰ Analyses slib en reststoffen niet gevalideerd, wel gevalideerd op baggerslib en zand

4.7 AANDACHTSPUNTEN

4.7.1 BESTAANDE VERWERKINGSROUTES

Bij de dosering van poederkool in slib dient naast de invloed van autonome ontwikkelingen aandacht besteed te worden aan:

- 1 De huidige krapte in Nederland voor de verwerking van ontwaterd slib. Hierdoor is de verwachting dat in ieder geval de komende vijf jaar rekening dient te worden gehouden met een tekort om fluctuaties in de aanvoer op te vangen.
 - Dit heeft vooral impact bij de huidige installaties waar monoverbranding wordt toegepast. Een toename van de hoeveelheid te verwerken organisch droge stof als gevolg van poederkooldosering kan hier eerder tot een grotere impact leiden door de thermische begrenzing van de installatie. Voor toekomstige installaties kan met een hogere energie-inhoud rekening worden gehouden en kan de extra energie ook nuttig worden ingezet. Bij het ontwerp dient dan wel bekend te zijn hoeveel poederkool in de toekomstige hoeveelheid slib aanwezig is.
 - Bij het biologisch of thermisch drogen van slib is de impact op de drooginstallaties beperkt. Poederkool in slib kan leiden tot een hoger drogestofgehalte van het slib, waardoor bij droging minder water hoeft te worden verdampt en meer slib zou kunnen worden verwerkt.
- 2 De verbetering van het ontwateringsresultaat.
 - Dit heeft vooral impact bij de verwerkingsroutes waar het slib eerst gedroogd wordt. Een hoger drogestofgehalte betekent een grotere doorzet van de drooginstallatie. De impact van de verbrandingswaarde op de verwerking van het biologisch/thermisch gedroogde slib in de tweede stap is niet eenduidig vast te stellen. De reden hiervoor is dat de capaciteit voor de verbranding van het gedroogde slib niet alleen wordt bepaald door de verbrandingswaarde, maar ook door de energieopbrengst en door de beschikbare capaciteit van de rookgasreiniging.

Voor bovengenoemde aandachtspunten geldt dat autonome ontwikkelingen zoals een hoger afvalwateraanbod en/of meer of betere vergisting vaak een grotere impact hebben dan de aanwezigheid van poederkool in slib.

Belangrijkste punt van aandacht met betrekking op de verdere bedrijfsvoering is de mate waarin andere stoffen zoals kwik, ZZS (PFAS en andere stoffen), zware metalen, in het bijzonder arseen aan het poederkool adsorberen en hoe deze zich verder gedragen bij de eindverwerking van slib. De aanwezigheid van genoemde stoffen in het slib leiden mogelijk tot knelpunten in de afzet van restproducten, het afvalwater en/of overschrijding van de emissie-eisen voor de rookgassen. Dit punt is van belang bij uiteindelijk alle verwerkingsroutes omdat in de huidige situatie in Nederland het ontwaterde en biologisch/thermisch gedroogde slib grotendeels wordt verbrand. Daarom moet aan de emissie-eisen naar de lucht en aan eisen voor het afvalwater of aan de emissie-eisen naar het ontvangende oppervlaktewater worden voldaan. Ook voor de afzetroute van biologisch gedroogd slib naar de Franse landbouw is dit een punt van aandacht.

Tot slot is nog de verwerking van slib met verschillende samenstellingen (wel/geen poederkool) een punt van aandacht. Dit punt heeft vooral invloed op de huidige monoverbrandingsinstallaties. Bij te grote verschillen in samenstelling van het te verwerken slib kan de doorzet van de installatie beperkt worden doordat op verschillende vlakken dan meer bijsturing nodig is.

Of effecten van poederkooldosering op rwzi's zichtbaar zijn bij de slibeindverwerking, hangt af van op hoeveel rwzi's dit wordt toegepast en de omvang van die rwzi's.

De impact van poederkool in slib op de kosten is direct gerelateerd aan de impact op de doorzet. Op het moment dat door de aanwezigheid van poederkool in slib minder ontwaterd of gedroogd slib kan worden verbrand, kunnen de kosten per ton ontwaterd/gedroogd slib toenemen.

De impact van poederkool op de duurzaamheid van de slibeindverwerkingsroutes is op dit moment niet goed inzichtelijk te maken.

4.7.2 NIEUWE VERWERKINGSROUTES

Op dit moment zijn er drie nieuwe technologieën te benoemen die in de toekomst mogelijk kunnen worden toegepast om ontwaterd slib te verwerken. Deze technologieën zijn: MID-MIX, TORWASH® en Superkritische vergassing. Of deze technologieën in de toekomst toegepast gaan worden is onder andere afhankelijk van:

- de mate waarin zij eenzelfde robuustheid kunnen garanderen als de huidige installaties;
- minimaal de dezelfde afzetzekerheid van (rest)producten kunnen garanderen als de huidige verwerkingsroutes;
- minimaal gelijk of beter scoren op duurzaamheid en kosten (afgewogen tegen de nieuwe tarieven in het nieuwe speelveld).

Hieronder is kort per technologie aangegeven wat de aandachtspunten zijn bij die technologie als deze slib met poederkool gaat verwerken.

MID-MIX

Bij MID-MIX wordt aan het ontwaterde slib ongebluste kalk toegevoegd waarna een vrij droog product ontstaat, wat nog moet worden afgezet. Om uiteindelijk een duurzaamheidswinst te halen is de wens dat het product hoogwaardig kan worden ingezet²¹. De verwachting is dat poederkool in slib geen invloed heeft op het verwerkingsproces. De meest bepalende ontwerpparameter voor dit proces is de hoeveelheid te doseren ongebluste kalk per ton droge stof. Deze hoeveelheid wordt maar in beperkte mate beïnvloed door de dosering van poederkool. De aanwezigheid van poederkool in slib kan wel invloed hebben op de mogelijke afzetroutes van het gevormde product. Een deel van de organische stof wordt bij MID-MIX afgebroken. Of dat voor poederkool ook geldt, is de vraag. Als deze kool voor 100% in het eindproduct terecht komt, kan dat de afzet bemoeilijken, omdat er voor hoogwaardige toepassingen van het product (bijvoorbeeld in de bouw) beperkingen zijn gesteld aan de hoeveelheid organisch stof per ton product.

TORWASH

Bij TORWASH wordt ingedikt slib verhit bij een temperatuur van rond de 200°C en een druk van rond de 10 – 30 bar. Met betrekking tot de omvang en werking van de installatie is de verwachting dat poederkool in slib geen impact heeft, omdat het slib voorafgaand aan TORWASH alleen wordt ingedikt. Door de kortstondige verhitting onder druk kan het uiteengevallen slib tot een drogestofpercentage van 50 – 60% ontwaterd worden.

De aanwezigheid van poederkool zal deze betere ontwaterbaarheid niet verder verhogen. Wel verhoogt het poederkool de verbrandingswaarde van de geproduceerde pellet die bij verbranding daarvan meer energie oplevert. Onbekend is of aan de poederkool geadsorbeerde microverontreinigingen mogelijk weer vrijkomen.

²¹ STOWA, 2019, Slibverwerking met ongebluste kalk middels het MID-MIX proces, 2019-35.

Superkritisch vergassen

Bij superkritisch vergassen wordt het slib onder hoge druk en temperatuur in een superkritische toestand gebracht waarbij een brandbaar gas (productgas of syngas) wordt gevormd. Voor een zo gunstig mogelijke energiebalans is de wens om het slib zover mogelijk te ontwateren zodat deze ook zonder verstoppingen kan worden verwerkt. Realistisch haalbare drogestofgehalten liggen daarbij rond de 15%, ver onder de gebruikelijke ontwateringspercentages. Poederkool in slib zal hier geen verdere invloed op hebben omdat slib zonder poederkool ook tot dergelijke percentages ontwaterd kan worden. Mogelijk heeft de aanwezigheid van poederkool in slib invloed op de kwaliteit van het productgas. De verwachting is dat poederkool relatief meer koolstof dan waterstof bevat waardoor het productgas minder waterstof en meer CO₂/CO zal bevatten. Mogelijk heeft poederkool nog een effect op de warmtebalans, maar hierover is verder nog niets bekend.

4.8 IMPACT TDH PLUS GISTING OP VERBRANDINGSWAARDE SLIB

In hoofdstuk drie en dit hoofdstuk is aangetoond dat door de dosering van poederkool aan slib de te verwerken hoeveelheid organisch droge stof toeneemt en ook de verbrandingswaarde van het slib stijgt. De af te voeren hoeveelheid ton slibkoek stijgt over het algemeen ook, maar door een hoger ontwateringsresultaat kan de toename beperkt zijn of zelfs leiden tot een lagere afvoer.

In deze paragraaf is met een berekening verkend op welke wijze het toepassen van verdergaande afbraak in de vergisting door toepassing van thermische druk hydrolyse (TDH) de af te voeren hoeveelheid slib en verbrandingswaarde beïnvloedt en of sprake zou kunnen zijn van enige mate van compensatie ten opzichte van de bijdrage van poederkool.

4.8.1 AANPAK EN UITGANGSPUNTEN

Om het gevraagde inzicht te verkrijgen, is voor een zuivering van 300.000 i.e. een theoretische berekening uitgevoerd die inzicht geeft in de af te voeren hoeveelheid organische droge stof, de af te voeren hoeveelheid slibkoek en de verbrandingswaarde voor de volgende situaties:

- vergisting slib zonder poederkool;
- vergisting slib + TDH zonder poederkool;
- vergisting slib met poederkool;
- vergisting slib + TDH met poederkool.

De uitgangspunten die voor de berekeningen zijn gebruikt zijn weergegeven in bijlage 5. De belangrijkste zijn:

- | | |
|--|--------------|
| • Capaciteit rwzi | 300.000 i.e. |
| • Poederkooldosering: | 15 mg/l |
| • Drogestofgehalte na: | |
| - alleen vergisting | 24% |
| - vergisting + TDH | 28% |
| • Verbetering ontwateringsresultaat door poederkool dosering | + 1% |

Het positieve effect van de aanwezigheid van poederkool in slib op het ontwateringsresultaat wordt bij zowel alleen gisting als gisting + TDH meegenomen.

4.8.2 RESULTATEN

In Tabel 19 is de impact van TDH en poederkool op de af te voeren hoeveelheid ODS of slibkoek en de verbrandingswaarde weergegeven. In bijlage 5 zijn overige (tussen)resultaten opgenomen.

TABEL 19 RESULTAAT IMPACT TDH EN POEDERKOOI OP TON ODS/J, TON SLIBKOEK/J EN VERBRANDINGSWAARDE SLIB

Situatie	Organische droge stof	Slibkoek	Verbrandingswaarde
	ton ODS/j	ton slibkoek/j	GJ/ton slibkoek
1) vergist geen poederkool	2.628	15.969	1,79
2) vergist + TDH geen poederkool	2.300	12.514	2,29
3) vergist plus poederkool	3.317	18.723	2,43
4) vergist + TDH plus poederkool	2.988	14.888	3,10
Netto impact TDH + poederkool (4 - 1)	+360	-1.080	+1,31

Aan de hand van Tabel 19 kan het volgende vastgesteld worden:

- Toepassing van TDH heeft een positief effect op de hoeveelheid af te voeren ton ODS en slibkoek maar leidt tot een hogere verbrandingswaarde als gevolg van een beter ontwateringsresultaat (zie situatie 2 in vergelijking tot 1).
 - De lagere hoeveelheid af te voeren ODS zal een positief effect hebben op de doorzet van de huidige monoverbrandingsinstallaties.
 - Voor zowel de thermische als biologische droging geldt dat het betere ontwateringsresultaat ook daar leidt tot een hogere doorzet van de installatie.
- De toepassing van TDH compenseert maar ten dele de toename in ODS door de dosering van poederkool.
 - De toename door poederkool dosering bedraagt 689 ton ODS/j (3 min 1). Door toepassing van TDH neemt de hoeveelheid ODS met 329 ton af (3 min 4). De toename door poederkool dosering wordt dus voor circa de helft gecompenseerd door toepassing van TDH.
- De dosering van poederkool versterkt de stijging in verbrandingswaarde als gevolg van het toepassen van TDH (vergelijk situatie 4 met situatie 2).

5

VERVOLGONDERZOEK

Bij de uitwerking van de invloed van poederkool in slib op de slibeindverwerking zijn de volgende aandachtspunten naar voren gekomen (zie ook paragraaf 4.7.1):

- De huidige krapte in Nederland voor de verwerking van ontwaterd slib. Hierdoor is de verwachting dat in ieder geval de komende vijf jaar rekening moet worden gehouden met een tekort aan capaciteit om fluctuaties in de aanvoer op te vangen.
- De verbetering van het ontwateringsresultaat door toevoeging van poederkool, treedt deze nu wel of niet op, en als deze wel optreedt in welke mate treedt deze dan op en wat is invloed van de hoeveelheid gedoseerd poederkool daarin.
- De mate waarin andere stoffen zoals kwik, ZZS (PFAS en andere stoffen), zware metalen, in het bijzonder arseen aan het poederkool adsorberen en hoe deze zich verder gedragen bij de eindverwerking van slib.
 - Recent is een artikel in H₂O gepubliceerd waarin wordt vermeld “dat poedervormig actief kool sneller en effectiever werkt dan granulair kool als een directe oplossing gewenst is na incidenten waar PFAS en andere stoffen vrijkomen. Granulair kool is wel geschikter als lange-termijnoplossing. Rendement is afhankelijk van de concentratie PFAS en de kwaliteit van het verontreinigde water²²”. Deze kennis kan mogelijk ingezet worden bij bovengenoemd onderzoek.
- De impact van het verwerken van verschillende slibpartijen die verschillen in samenstelling door de aan- of afwezigheid van poederkool en op verschillende momenten worden aangeleverd bij de eindverwerkers.

Het eerste aandachtspunt is niet als een kennishiaat aan te wijzen. Wel is het van belang dat bij de invulling van de strategie voor de verwijdering van microverontreinigingen de mogelijke impact op de slibeindverwerking mee wordt genomen in de overwegingen. Het aandachtspunt rondom de impact van het verwerken van verschillende partijen slib met en zonder kool op verschillende momenten kan hierbij ook mee worden genomen. Het verdient de aanbeveling om dit punt ook bij nieuw te realiseren installaties mee te nemen.

De verbetering van het ontwateringsresultaat door dosering van poederkool aan actiefslib is in Nederland en het buitenland beperkt getest. Een verbetering van het ontwateringsresultaat heeft vooral (een positieve) invloed op de slibeindverwerking als hierbij het slib gedroogd wordt. Geadviseerd wordt om in de geplande demo's het effect van poederkool op het ontwateringsresultaat te monitoren.

De adsorptie van kwik, zeer zorgwekkende stoffen en zware metalen (zoals arseen) aan poederkool is een aspect dat nader onderzoek verdient, omdat in de huidige situatie nagenoeg al het Nederlandse slib eventueel na droging wordt verbrand. Om dit inzicht te krijgen is het advies om onderzoek te doen naar:

22 Bram Rutten, Anne Jans en Rob Berbee, maart 2020, PFAS-verwijdering uit Blus- en afvalwater, H₂O, nummer 2/3.

- de huidige concentraties kwik, zware metalen en ZZS in slib (voortbouwen op bestaande metingen);
- mate waarin deze concentraties toenemen als poederkool wordt gedoseerd;
- bij welke concentraties van genoemde stoffen in het vrijkomende afvalwater, in de reststoffen en in de rookgassen verdere verwerking wordt belemmerd of emissie-eisen worden overschreden.

Dit onderzoek kan aansluiten bij de resultaten van het onderzoek dat door SNB in 2020 is uitgevoerd.

Wat betreft PFAS wordt geadviseerd om de slibketen ook mee te nemen in het al lopende STOWA onderzoek naar PFAS op de zuiveringen. Voor de overige stoffen is het advies om dit aspect (monitoring) mee te nemen in de geplande demo's voor poederkooldosering aan actiefslib.

6

CONCLUSIES EN ADVIES

6.1 CONCLUSIES

Het doel van het project is het bepalen van de invloed van de inzet van poederkool in actief slib op de huidige en toekomstige slibeindverwerking in Nederland.

De belangrijkste conclusies zijn:

- Autonome ontwikkelingen zoals een hoger afvalwateraanbod en/of meer of betere vergisting, hebben afhankelijk van de mate waarin dit plaatsvindt vaak een grotere impact dan de aanwezigheid van poederkool in slib.
- De impact die poederkool in slib heeft op de slibeindverwerking hangt af van op hoeveel rwzi's (en de omvang daarvan) poederkooldosering toegepast gaat worden en welke dosering daarbij wordt toegepast.
 - Uit de scenario's (1 en 4) die nu het meest lijken aan te sluiten bij de toekomstige praktijk, lijken de effecten op heel Nederland klein. In deze twee scenario's varieert de verandering in af te voeren tonnen slibkoek, tonnen organische droge stof en verbrandingswaarde tussen de 0 en maximaal 5% (zie Tabel 8).
 - Op het niveau van een individuele installatie kan de dosering van poederkool een grotere impact hebben, omdat:
 - de verwachting is dat de komende vijf jaar een tekort aan slibeindverwerkingscapaciteit is te verwachten om fluctuaties in de aanvoer op te kunnen vangen;
 - bij relatief kleine verwerkingsinstallaties een slibstroom van een grote rwzi met poederkool een grote invloed kan hebben.
 - Om bovengenoemde redenen kan geen algemene uitspraak gedaan worden over het wel of niet kunnen toepassen van poederkooldosering. Dit dient op individueel waterschapsniveau bepaald te worden.

De aanwezigheid van poederkool in slib heeft op de volgende wijzen invloed op de verwerking van slib voor de huidige verwerkingsroutes:

- Biologisch en thermisch drogen + verbranden als tweede stap:
 - De aanwezigheid van poederkool kan het ontwateringsresultaat verbeteren, waardoor de toename in hoeveelheid te verwerken slib gedeeltelijk of geheel kan worden gecompenseerd. Dit betekent dat de hoeveelheid te verdampen water niet of beperkt toeneemt en daarmee ook de doorzet van een huidige installatie niet of beperkt wordt gereduceerd.
 - De aanwezigheid van poederkool verhoogt de verbrandingswaarde van het slib. De extra energie die hierbij vrijkomt kan nuttig worden ingezet, als de verbrandingsinstallaties niet thermisch zijn beperkt en de capaciteit van de rookgasreiniging afdoende is.
- Monoverbranding:
 - Met poederkool wordt thermische energie aan het slib toegevoegd. Bij de huidige monoverbrandingsinstallaties verdringt dit een hoeveelheid slib en daalt de doorzet. De verdrongen hoeveelheid slib kan als volgt worden berekend:

- ton ODS_{poederkool} x 1,36 / ODS gehalte slib / DS gehalte slib²³
- Voor eventueel nieuw te realiseren installaties kan rekening worden gehouden met de extra energie die met de poederkool wordt aangeleverd. Deze extra energie kan dan mogelijk ook nuttig worden ingezet.
- Co-verbranding:
 - De aanwezigheid van poederkool verhoogt de verbrandingswaarde van het slib. Een hogere verbrandingswaarde kan leiden tot een lagere doorzet van bestaande installaties als deze thermisch begrensd zijn. Aan de andere kant betekent dit ook dat er meer energie vrijkomt en er mogelijk ruimte ontstaat om meer nattere stromen te verwerken.

De belangrijkste aandachtspunten bij de verwerking van slib met poederkool zijn:

- De mate waarin andere stoffen zoals kwik, ZZS (PFAS en andere stoffen), zware metalen, in het bijzonder arseen aan het poederkool adsorberen en in hoeverre (of wanneer) dit mogelijk tot knelpunten leidt in de afzet van restproducten en/of overschrijding van de emissie-eisen voor de rookgassen.
- De mate waarin poederkool het ontwateringsresultaat verbetert.
- Impact van het verwerken van verschillende partijen slib met en zonder kool op verschillende momenten van aanvoeren. Dit geldt voor zowel huidige als nieuw te realiseren installaties.

Tot slot is gekeken in welke mate toepassing van TDH de verhoging van het ODS-gehalte van het slib door de dosering van poederkool kan compenseren. Toepassing van TDH zorgt voor een daling van de hoeveelheid te verwerken organisch droge stof en slibkoek. Echter doordat het ontwateringsresultaat na toepassing van TDH sterk verbetert, neemt overall de verbrandingswaarde van het slib toe. Toepassing van TDH compenseert voor circa 50% de toename in ODS door de dosering van poederkool.

6.2 ADVIES

Voor de toepassing van dit rapport wordt geadviseerd:

- Bij besluitvorming over de inrichting van de zuivering voor de verwijdering van microverontreinigingen de impact op de slibeindverwerking mee te nemen;
- Bij het ontwerp van nieuw te realiseren slibverwerkingsinstallaties op voorhand rekening te houden met de aanwezigheid van poederkool in slib;
- De kennis uit dit rapport te delen en te borgen via het innovatieprogramma microverontreinigingen en de Community of Practice.

Om een goede afweging te kunnen maken rondom de inrichting van de zuivering voor de verwijdering van microverontreinigingen is het advies om in de geplande demo's met poederkooldosering aan actiefslib:

- De invloed van poederkool in slib op het ontwateringsresultaat te monitoren;
- De mate waarin kwik, ZZS en zware metalen, in het bijzonder arseen aan poederkool adsorberen te monitoren en te onderzoeken in hoeverre (of wanneer) dit mogelijk tot knelpunten leidt in de afzet van restproducten, in het afvalwater en/of in de overschrijding van de emissie-eisen voor de rookgassen;
 - Aanvullend daaraan de impact van de aanwezigheid van PFAS in slib bij de slibeindverwerking mee te nemen in het al lopende onderzoek dat door STOWA is opgestart rondom PFAS op de rwzi's.

²³ De factor 1,36 is het verschil in verbrandingswaarde tussen poederkool en de organische stof uit slib (29 GJ/ton ODS / 21,3 GJ/ton ODS). Rekenvoorbeeld: voor 1 ton kool bij slib met een ODS van 69% en een DS% van 23% bedraagt de hoeveelheid verdrongen slibkoek 8,5 ton (zie ook paragraaf 3.2.4).

BIJLAGE 1

POEDERKOOLOPSCENARIO'S RWZI'S HUIDIGE SITUATIE

Overzicht van rwzi 's die zijn meegenomen in de scenario-analyse voor de impact van poederkool op de slibkwantiteit. Een 0 betekent dat de rwzi geen onderdeel is van het scenario. Als een rwzi wel onderdeel is van het scenario, dan is dit aangegeven met een 1.

rwzi's	hotspotsscenario				Vuilvracht (i.e.) 2018	Jaardebiet (m ³ /j) 2018	Slib (ton ds/j) SOI 2018	Slib koek (ton/j) SOI 2018
	1	2	3	4				
Aa en Maas								
's-Hertogenbosch	0	1	1	0	284.576	18.655.410	4.098	15.513
Aarle-Rixtel	0	1	0	0	355.966	23.018.262	5.105	22.935
Asten	0	0	0	0	55.418	4.615.388	-	-
Dinther	1	1	0	0	251.525	16.377.324	5.754	26.346
Land van Cuijk	0	1	1	0	153.052	11.619.935	2.043	9.207
Oijen	1	1	0	0	242.202	18.975.085	4.230	16.696
Vinkel	0	0	0	0	52.303	3.996.659	-	-
Amstel Gooi en Vecht								
Amstelveen	1	1	1	0	108.418	8.937.349	1.215	5.352
Amsterdam West	0	0	0	0	918.952	60.357.405	17.345	81.279
Blaricum	0	0	0	0	36.880	2.832.024	-	-
Hilversum	0	1	1	1	63.731	3.941.892	-	-
Horstermeer	1	1	1	1	120.427	8.493.739	1.482	6.268
Huizen	0	0	0	0	54.079	2.915.503	-	-
Loenen	0	0	0	0	9.764	743.720	-	-
Maarssen	0	0	0	0	18.496	1.129.862	-	-
Ronde Venen	0	1	0	0	45.175	3.584.283	-	-
Uithoorn	0	1	0	0	41.422	3.320.980	-	-
Weesp	0	1	0	0	30.778	2.966.567	-	-
Westpoort	0	0	0	0	342.584	21.145.467	-	-
Brabantse Delta								
Baarle-Nassau	0	0	0	0	20.145	935.477	-	-
Bath	0	0	0	0	387.639	36.334.830	6.124	31.932
Chaaam	0	0	0	0	7.581	484.246	-	-
Dinteloord	0	0	0	0	7.158	748.617	-	-
Dongemond	0	0	0	0	145.462	9.765.637	2.788	13.467
Halsteren	0	1	0	0	16.337	1.002.408	-	-
Kaatsheuvel	0	0	0	0	60.278	3.864.044	-	-
Lage Zwaluwe	0	0	0	0	9.687	632.949	-	-
Nieuwveer	0	0	0	0	335.985	25.464.500	5.651	24.917
Nieuw-Vossemeer	0	0	0	0	2.290	227.133	-	-
Ossendrecht	0	0	0	0	9.663	559.934	-	-
Putte	0	0	0	0	5.679	364.531	-	-
Riel	0	0	0	0	10.176	600.255	-	-

rwzi's	hotspotsscenario				Vuilvrucht (i.e.)	Jaardebiet (m ³ /j)	Slib (ton ds/j)	Slib koek (ton/j)
	1	2	3	4	2018	2018	SOI 2018	SOI 2018
Rijen	1	1	0	0	81.360	4.754.400	-	-
Waalwijk	0	0	0	0	58.353	4.362.914	-	-
Waspik	0	0	0	0	12.712	1.034.746	-	-
Willemstad	0	0	0	0	5.660	406.418	-	-
Delfland								
Nieuwe Waterweg	0	0	0	0	93.226	9.051.872	892	3.397
de Groote Lucht	0	0	0	0	215.716	24.622.330	2.214	10.590
Harnaschpolder	0	0	0	0	996.587	69.834.466	11.429	50.508
Houtrust	0	0	0	0	323.119	22.253.675	3.497	16.726
De Dommel								
Biest-Houtakker	0	0	0	0	54.415	4.240.799	-	-
Boxtel	0	0	0	0	72.153	5.244.853	-	-
Eindhoven	1	1	1	1	685.874	53.195.102	-	-
Haaren	0	0	0	0	40.952	3.633.707	-	-
Hapert	0	0	0	0	47.912	4.211.468	-	-
Mierlo	0	0	0	0	-	-	16.779	70.041
Sint-Oedenrode	0	0	0	0	88.797	6.071.229	-	-
Soerendonk	0	0	0	0	30.232	2.564.606	-	-
Tilburg	0	1	1	1	359.600	22.573.898	9.111	37.024
Wetterskip Fryslân								
Akkrum	0	0	0	0	6.979	567.058	-	-
Ameland	0	0	0	0	11.805	741.096	139	738
Birdaard	0	0	0	0	22.144	2.288.260	-	-
Bolsward	0	0	0	0	45.252	3.193.993	-	-
Burgum	0	0	0	0	30.091	3.007.271	-	-
Damwoude	0	1	0	0	19.927	2.089.645	-	-
Dokkum	0	1	0	0	27.904	3.454.455	-	-
Drachten	0	1	1	1	89.520	7.912.972	-	-
Franeker	0	0	0	0	45.156	3.805.230	-	-
Gorredijk	0	0	0	0	23.658	2.034.771	-	-
Grou	0	0	0	0	26.858	1.518.447	-	-
Harlingen	0	0	0	0	34.490	3.488.984	-	-
Heerenveen	0	1	1	1	113.209	7.229.205	14.288	66.485
Joure	0	0	0	0	35.437	2.178.182	-	-
Kootstertille	0	0	0	0	30.660	3.521.064	-	-
Leeuwarden	0	1	1	1	167.825	13.881.148	-	-
Lemmer	0	0	0	0	18.767	1.284.791	-	-
Oosterwolde	0	1	0	0	40.969	2.617.668	-	-
Schiermonnikoog	0	0	0	0	4.124	297.786	-	-
Sloten	0	1	0	0	15.248	1.109.505	-	-
Sneek	0	1	0	0	48.297	4.474.746	-	-
St.Annaparochie	0	0	0	0	11.585	1.175.122	-	-
Terschelling	0	0	0	0	13.032	736.710	-	-
Vtieland	0	0	0	0	3.223	180.004	-	-
Warns	0	0	0	0	8.086	625.522	-	-
Wijnjewoude	0	0	0	0				
Wolvega	0	1	1	0	33.333	2.476.632	-	-
Workum	0	0	0	0	14.616	1.654.061	-	-
Drents Overijsselse Delta (oude Groot Salland deel)								

rwzi's	hotspotsscenario				Vuilvrucht (i.e.)	Jaardebiet (m ³ /j)	Slib (ton ds/j)	Slib koek (ton/j)
	1	2	3	4	2018	2018	SOI 2018	SOI 2018
Dalfsen	0	0	0	0	30.833	2.284.151	-	-
Deventer	0	0	0	0	114.096	8.024.270	2.182	8.841
Genemuiden	0	0	0	0	29.591	2.125.831	-	-
Heino	0	1	1	1	7.683	551.503	-	-
Hessenpoort	0	0	0	0	13.624	1.137.788	-	-
Kampen	0	0	0	0	65.328	4.984.794	-	-
Olst-Wijhe	0	0	0	0	26.230	1.435.688	-	-
Raalte	0	1	1	0	54.597	2.864.610	-	-
Zwolle	0	0	0	0	156.929	7.460.648	2.861	12.054
Hollands Noorderkwartier								
Alkmaar	0	0	0	0	64.170	5.112.510	778	3.521
Beemster	0	1	1	1	110.410	8.040.349	1.588	7.100
Beverwijk	0	1	1	1	178.407	15.885.245	4.574	20.407
Den Helder	0	0	0	0	41.735	3.504.610	1.989	9.474
Eversteekog	0	1	1	0	31.188	1.840.288	-	-
Geestmerambacht	0	0	0	0	215.012	14.847.650	4.149	18.297
Heiloo	0	0	0	0	41.139	3.834.326	-	-
Katwoude	0	1	1	0	71.220	4.236.901	814	3.796
Oosthuizen	0	0	0	0	8.115	393.561	-	-
Stolpen	0	0	0	0	41.006	3.345.803	-	-
Ursem	0	0	0	0	40.327	3.028.874	-	-
Wervershoof	1	1	1	0	262.488	15.407.583	3.237	16.415
Wieringen	0	0	0	0	8.110	808.380	-	-
Wieringermeer	0	0	0	0	10.041	944.052	-	-
Zaandam Oost	0	0	0	0	114.404	6.417.996	-	-
Hollandse Delta								
Barendrecht	0	0	0	0	42.641	3.624.589	-	-
Den Bommel	0	0	0	0	2.578	308.236	-	-
Dokhaven	0	0	0	0	416.848	40.598.670	5.114	17.267
Dordrecht	0	0	0	0	247.356	17.577.512	5.360	24.150
Goedereede	0	0	0	0	28.521	2.175.826	444	2.012
Heenvliet	0	0	0	0	6.865	809.244	-	-
Hellevoetsluis	0	0	0	0	75.155	7.118.555	1.317	6.295
Hoogvliet	0	0	0	0	77.581	7.450.260	-	-
Middelhamis	0	0	0	0	32.628	2.681.918	791	3.364
Numansdorp	0	0	0	0	16.325	1.711.172	-	-
Ooltgensplaat	0	0	0	0	2.456	308.703	-	-
Oostvoorne	0	0	0	0	29.299	2.310.001	-	-
Oud Beijerland	0	0	0	0	43.112	4.104.796	718	4.063
Oude Tonge	0	0	0	0	10.917	1.036.848	-	-
Piershil	0	0	0	0	5.442	531.387	-	-
Ridderkerk	0	0	0	0	68.518	6.273.243	972	4.532
Rozenburg	0	0	0	0	13.917	1.897.018	-	-
Spijkenisse	0	0	0	0	120.099	7.661.153	1.369	6.637
Strijen	0	0	0	0	10.944	975.150	-	-
Zwijndrecht	0	0	0	0	143.448	13.567.283	2.796	12.786
Hunze en Aa's								
Assen	0	1	1	1	89.690	6.259.167	-	-
Bellingwolde	0	0	0	0	4.944	437.004	-	-

rwzi's	hotspotsscenario				Vuilvrucht (i.e.)	Jaardebiet (m ³ /j)	Slib (ton ds/j)	Slib koek (ton/j)
	1	2	3	4	2018	2018	SOI 2018	SOI 2018
Foxhol	0	0	0	0	36.854	3.172.473	-	-
Gieten	0	1	1	1	41.297	2.802.489	-	-
Hoogezand	0	0	0	0	31.523	2.486.908	-	-
Oude Pekela	0	0	0	0	12.159	1.062.647	-	-
Scheemda	0	0	0	0	52.058	4.658.311	-	-
Scheve Klap	0	0	0	0	5.008	720.081	-	-
Stadskanaal	0	1	1	1	37.892	3.192.966	-	-
Ter Apel	0	0	0	0	16.399	1.203.049	-	-
Tweede Exloermond	0	0	0	0	8.061	634.632	-	-
Veendam	0	0	0	0	56.073	4.878.184	-	-
Vriescheloo	0	0	0	0	7.486	582.218	-	-
Noorderzijvest								
Delfzijl	0	1	0	0	38.800	4.145.073	-	-
Eelde	0	1	0	0	63.382	5.732.084	-	-
Feerwerd	0	0	0	0	2.826	331.079	-	-
Gaarkuiken	0	0	0	0	14.507	1.412.120	-	-
Garmerwolde	1	1	1	0	298.902	26.606.205	11.172	45.253
Leek	0	1	1	1	32.216	2.205.035	-	-
Marum	0	1	1	1	9.931	733.624	-	-
Onderdendam	0	1	1	0	12.599	1.315.742	-	-
Uithuizermeeden	0	1	1	1	12.901	1.131.581	-	-
Ulrum	0	0	0	0	8.310	622.386	-	-
Wehe den Hoorn	0	0	0	0	4.888	488.483	-	-
Winsum	0	0	0	0	14.503	1.560.663	-	-
Zuidhorn 1	0	0	0	0	8.530	636.840	-	-
Zuidhorn 2	0	0	0	0	6.012	485.885	-	-
Drents Overijsselse Delta (oud Reest en Wieden deel)								
Beilen	0	1	1	0	57.246	3.407.989	-	-
Dieverbrug	0	1	0	0	24.442	1.760.214	-	-
Echten	0	1	1	0	130.724	9.314.239	4.453	15.796
Meppel	0	1	0	0	94.327	5.479.731	-	-
Smilde	0	0	0	0	10.955	796.838	-	-
Steenwijk	0	1	1	0	56.740	2.991.194	-	-
Vollenhove	0	0	0	0	6.925	472.796	-	-
Rijn en IJssel								
Aalten	0	0	0	0	25.065	1.531.966	-	-
Dinxperlo	0	0	0	0	12.255	1.176.930	-	-
Etten	0	0	0	0	165.947	9.646.884	2.317	9.437
Haarlo	0	0	0	0	76.514	3.837.220	-	-
Holten	0	0	0	0	32.844	1.564.996	-	-
Lichtenvoorde	0	1	0	0	31.613	1.810.570	1.318	5.513
Nieuwgraaf	0	0	0	0	241.402	17.375.800	3.713	14.432
Olburgen	0	0	0	0	105.951	8.809.852	1.543	6.134
Ruurlo	1	0	0	0	11.681	660.413	-	-
Varsseveld	0	0	0	0	18.454	1.242.918	-	-
Wehl	0	1	1	1	9.036	514.365	-	-
Winterswijk	1	0	0	0	81.090	4.161.344	-	-
Zutphen	0	0	0	0	239.556	11.853.219	5.003	20.845
Rijnland								

rwzi's	hotspotsscenario				Vuilvrucht (i.e.)	Jaardebiet (m ³ /j)	Slib (ton ds/j)	Slib koek (ton/j)
	1	2	3	4	2018	2018	SOI 2018	SOI 2018
Aalsmeer	0	0	0	0	35.393	976.425	122	733
Alphen Kerk en Zanen	0	1	0	0	61.057	4.126.469	1.020	5.512
Alphen Noord	0	1	1	1	58.547	3.235.148	905	4.914
Bodegraven	0	0	0	0	57.186	3.481.554	813	4.214
Gouda	0	1	1	1	95.488	7.385.997	1.425	7.929
Haarlem Schalkwijk	0	0	0	0	61.047	4.370.436	-	-
Haarlem	0	0	0	0	225.945	17.225.442	3.000	14.025
Waarderpolder								
Heemstede	0	0	0	0	30.519	2.244.240	-	-
Hoogmade	0	0	0	0	2.040	-	-	-
Katwijk	0	1	1	0	176.761	11.015.580	2.405	12.093
Leiden Noord	1	1	1	0	100.644	8.960.568	1.349	7.148
Leiden Zuid-West	0	1	1	0	99.364	8.911.250	1.645	8.218
Leimuiden	0	0	0	0	7.229	512.208	-	-
Lisse	0	0	0	0	34.155	2.133.110	414	1.901
Nieuwe Wetering	0	0	0	0	25.578	1.638.209	-	-
Nieuwveen	0	0	0	0	34.471	2.088.730	608	3.123
Noordwijk	0	1	0	0	74.576	4.447.086	1.067	5.927
Rijnsaterwoude	0	0	0	0	3.604	179.620	-	-
Rijnsenhout	0	0	0	0	14.630	211.282	-	-
Velsen	0	0	0	0	95.156	5.868.798	804	3.547
Waddinxveen-Randenburg	0	1	1	0	53.868	4.226.918	828	4.257
Zwaanshoek	0	1	1	0	174.717	10.696.800	2.004	9.291
Zwanenburg	0	0	0	0	133.884	9.119.716	2.357	11.207
Rivierenland								
Aalst	0	0	0	0	10.552	1.093.891	-	-
Alblasserdam	0	0	0	0	41.846	3.544.302	-	-
Arnhem	0	1	1	1	173.054	10.270.281	2.007	8.757
Asperen	0	0	0	0	7.469	517.552	-	-
Beesd	0	0	0	0	9.071	642.778	-	-
Bergharen	0	0	0	0	8.582	444.658	-	-
Bredeweg	0	1	1	1				
Culemborg	0	1	0	0	46.114	3.793.099	652	3.580
Dodewaard	0	0	0	0	31.014	1.950.844	-	-
Dreumel	0	0	0	0	9.277	612.887	-	-
Druten	0	0	0	0	35.567	3.056.868	-	-
Dussen	0	0	0	0	9.035	631.852	-	-
Eck en Wiel	0	0	0	0	10.733	891.262	-	-
Eethen	0	0	0	0	4.709	299.792	-	-
Geldermalsen	0	0	0	0	39.362	2.777.612	-	-
Gendt	0	0	0	0	31.815	2.340.608	-	-
Gorinchem	0	0	0	0	22.738	1.640.741	-	-
Groesbeek	1	0	0	0	30.532	1.734.273	-	-
Groot-Ammers	0	0	0	0	34.604	2.874.165	473	2.533
Haaften	0	0	0	0	16.024	1.203.127	-	-
Hardinxveld De Peulen	0	0	0	0	15.237	1.378.090	-	-
Leerbroek	0	0	0	0				
Leerdam	0	0	0	0	44.398	2.282.524	351	2.119

rwzi's	hotspotsscenario				Vuilvrucht (i.e.)	Jaardebiet (m ³ /j)	Slib (ton ds/j)	Slib koek (ton/j)
	1	2	3	4	2018	2018	SOI 2018	SOI 2018
Lienden	0	0	0	0	8.550	600.975	-	-
Maasbommel	0	0	0	0	4.206	242.774	-	-
Meerkerk	0	0	0	0				
Millingen	0	0	0	0	5.868	795.884	-	-
Nieuw-Lekkerland	0	0	0	0				
Nijmegen	0	0	0	0	349.588	24.430.508	6.414	25.886
Overasselt	0	0	0	0	8.154	463.831	-	-
Papendrecht	0	0	0	0	34.483	4.095.512	647	3.547
Schelluinen	0	0	0	0	60.979	5.018.205	2.998	14.486
Sleeuwijk	0	0	0	0	43.035	6.128.643	722	3.803
Sliedrecht	0	0	0	0	43.625	3.588.663	-	-
Tiel	0	1	1	0	109.371	6.878.234	3.320	13.471
Valburg	0	0	0	0	10.391	775.928	-	-
Vianen	0	0	0	0	32.326	2.644.012	529	2.847
Wijk en Aalburg	0	0	0	0	12.211	751.082	-	-
Zaltbommel	0	0	0	0	79.301	5.956.470	1.863	10.831
Zetten	0	0	0	0	8.813	542.200	-	-
Schieland en de Krimpenerwaard								
Ammerstol	0	0	0	0	2.096	247.387	-	-
Bergambacht	0	0	0	0	7.840	806.328	-	-
Berkenwoude	0	0	0	0	3.218	150.875	-	-
De Grootte Zaag	0	0	0	0	49.081	5.574.200	-	-
Groenedijk	0	0	0	0	50.432	5.303.230	-	-
Haastrecht	0	0	0	0	5.680	382.695	-	-
Kortenoord	0	1	1	0	111.524	7.467.879	-	-
Kralingseveer	0	0	0	0	276.301	30.395.355	6.500	29.952
Stolwijk	0	0	0	0	7.077	523.516	-	-
Stichtse Rijnlanden								
Breukelen	0	0	0	0	23.865	1.756.812	-	-
Bunnik	0	0	0	0	32.505	1.937.639	-	-
De Bilt	0	1	0	0	63.894	4.642.350	-	-
De Meern	0	1	0	0	37.233	3.033.418	-	-
Driebergen	0	1	0	0	57.011	2.485.340	-	-
Houten	0	1	1	1	56.521	3.989.476	-	-
Leidsche Rijn	0	1	0	0	77.658	4.163.132	-	-
Lopik	0	0	0	0	23.452	1.633.434	-	-
Maarssebroek	0	0	0	0	53.732	2.846.621	-	-
Montfoort	0	0	0	0	19.516	1.208.060	-	-
Nieuwegein	0	1	1	1	122.406	8.866.857	2.500	13.491
Oudewater	0	0	0	0	21.145	1.136.356	-	-
Rhenen	0	1	0	0	46.428	2.557.673	-	-
Utrecht	0	1	1	1	386.080	21.218.920	11.939	57.662
Wijk bij Duurstede	0	1	1	0	29.699	1.862.484	-	-
Woerden	1	1	1	1	59.968	5.112.435	-	-
Zeist	0	1	1	0	79.492	4.342.744	-	-
Scheldestromen								
Breskens	0	0	0	0	10.988	1.016.654	-	-
Camperlandpolder	0	0	0	0	11.343	1.359.783	-	-
De Verseput	0	0	0	0	22.703	1.853.452	378	1.732

rwzi's	hotspotsscenario				Vuilvrucht (i.e.)	Jaardebiet (m ³ /j)	Slib (ton ds/j)	Slib koek (ton/j)
	1	2	3	4	2018	2018	SOI 2018	SOI 2018
Groede	0	0	0	0	3.700	317.926	-	-
Hulst	0	0	0	0	15.887	2.018.924	-	-
Kloosterzande	0	0	0	0	6.228	849.764	-	-
Mastgat	0	0	0	0	11.386	1.219.135	-	-
Oostburg	0	0	0	0	9.448	1.148.840	-	-
Retranchement	0	0	0	0	14.336	1.228.812	-	-
Sint Maartensdijk	0	1	0	0	14.714	1.665.601	-	-
Terneuzen	0	1	0	0	56.735	6.686.920	1.561	5.934
Tholen	0	0	0	0	13.379	1.028.562	-	-
Waarde	0	0	0	0	32.443	2.875.539	-	-
Walcheren	0	0	0	0	139.485	13.771.700	2.953	12.856
Westerschouwen	0	0	0	0	18.415	2.080.575	-	-
Willem Annapolder	0	0	0	0	85.563	8.777.307	1.516	5.874
Waterschapsbedrijf Limburg								
Bossherveld	0	1	0	0	84.038	4.981.955	1.146	5.330
Gennep	0	0	0	0	44.573	3.927.387	-	-
Heerlen	0	0	0	0				
Heugem	0	1	0	0	34.072	4.987.083	-	-
Hoensbroek	0	1	1	1	193.746	22.796.429	6.587	27.274
Kaffeberg	0	1	0	0	55.998	3.829.829	-	-
Limmel	0	1	0	0	120.142	10.287.446	3.611	14.231
Meijel	0	1	0	0	9.213	500.544	-	-
Panheel	0	1	1	0	41.242	2.511.219	-	-
Rimburg	0	0	0	0	44.758	3.099.837	-	-
Roermond	0	1	0	0	182.937	13.388.464	3.595	13.459
Simpelveld	1	1	0	0	9.835	1.155.918	-	-
Stein	0	0	0	0	27.452	2.635.153	-	-
Susteren	0	1	1	0	249.418	17.654.486	4.915	17.936
Venlo	0	1	1	0	294.869	22.971.970	5.146	18.244
Venray	0	0	0	0	62.092	5.353.363	-	-
Weert	0	0	0	0	119.398	7.556.016	-	-
Wijlre	0	0	0	0	47.201	4.102.473	-	-
Zuiderzeeland								
Almere	0	1	0	0	273.809	11.699.576	4.524	22.089
Dronten	0	0	0	0	57.342	2.743.523	548	2.564
Lelystad	0	1	1	1	114.467	4.700.188	813	4.170
Tollebeek	0	0	0	0	141.348	6.382.235	2.411	11.669
Zeewolde	0	0	0	0	43.967	1.695.056	-	-
Vechtstromen								
Almelo-Sumpel	0	1	1	0	108.298	5.906.664	-	-
Almelo-Vissedijk	0	0	0	0	59.824	4.058.109	-	-
Coevorden	0	0	0	0	62.845	2.900.252	-	-
Dedemsvaart	0	1	0	0	56.409	3.247.916	-	-
Den Ham	0	0	0	0	6.661	469.645	-	-
Denekamp	0	0	0	0	29.161	1.287.261	-	-
Emmen	0	1	1	1	231.071	10.193.818	2.481	11.550
Enschede-West	0	1	1	1	258.175	15.566.111	3.335	15.372
Glanerbrug	0	1	0	0	12.569	857.305	-	-
Goor	0	1	1	0	45.572	2.142.311	-	-

rwzi's	hotspotsscenario				Vuilvracht (i.e.)	Jaardebiet (m ³ /j)	Slib (ton ds/j)	Slib koek (ton/j)
	1	2	3	4	2018	2018	SOI 2018	SOI 2018
Haaksbergen	0	1	0	0	47.906	3.018.044	-	-
Hardenberg	0	0	0	0	46.900	2.716.528	-	-
Hengelo	0	1	1	0	148.463	12.368.066	7.102	25.784
Losser	0	0	0	0	26.237	2.070.835	-	-
Nijverdal	0	0	0	0	66.209	4.091.268	-	-
Oldenzaal	0	1	1	0	83.898	4.507.628	-	-
Ommen	0	0	0	0	26.222	1.208.519	-	-
Ootmarsum	0	0	0	0	13.983	1.157.230	-	-
Rijssen	0	0	0	0	41.758	2.942.945	-	-
Schoonoord	0	0	0	0				
Sleen	0	1	1	1	28.963	1.761.675	-	-
Tubbergen	0	1	0	0	16.558	972.460	-	-
Vriezenveen	0	1	1	0	20.508	1.183.738	-	-
Vroomshoop	0	0	0	0	21.469	1.532.934	-	-
Vallei en Veluwe								
Amersfoort	0	1	1	0	274.122	14.213.950	5.157	20.755
Apeldoorn	0	0	0	0	292.652	24.022.192	8.102	30.401
Bennekom	0	1	1	1	18.966	1.078.656	-	-
Brummen	0	0	0	0	29.178	1.846.022	-	-
Ede	0	1	1	0	260.277	13.793.002	4.187	16.367
Elburg	0	0	0	0	117.118	6.480.012	-	-
Epe	0	1	1	0	34.054	1.851.725	-	-
Harderwijk	0	1	1	0	228.526	11.922.689	-	-
Hatterij	0	0	0	0	51.892	3.577.451	-	-
Heerde	0	0	0	0	23.325	1.392.756	-	-
Nijkerk	0	1	1	0	96.224	5.687.850	-	-
Renkum	0	1	1	0	82.394	5.457.508	-	-
Soest	0	0	0	0	102.508	5.936.400	-	-
Terwolde	0	0	0	0	41.490	2.690.856	-	-
Veenendaal	0	0	0	0	113.323	7.898.342	-	-
Woudenberg	0	1	1	1	40.302	2.930.354	-	-

BIJLAGE 2

TOEKOMSTIGE SLIBPRODUCTIES

	2020			2021			2022		
	ton/j	ton ds/j	bandbreedte (%)	ton/j	ton ds/j	bandbreedte (%)	ton/j	ton ds/j	bandbreedte (%)
Aa en Maas	77.580	18.684	5%	77.580	18.684	5%	75.960	18.112	5%
Amstel, Gooi en Vecht	97.152	20.402		98.124	20.606		99.105	20.812	
Brabantse Delta	66.100	13.900	10%	66.100	13.900	10%	66.100	13.900	10%
De Dommel	55.818	15.654	10%	50.706	14.705	10%	54.458	15.793	10
De Stichtse Rijnlanden	75.000	16.200	9%	75.000	16.200	9%	75.700	16.300	9%
Delfland	79.507			79.507			79.507		
Drents Overijsselse Delta	51.972	13.669		52.024	13.683		41.760	10.983	
Fryslân	68.500	14.400		68.500	14.400		61.000	12.800	
Hollands Noorderkwartier	98.330	20.550	3%	96.512	20.170	5%	97.182	20.310	5%
Hollandse Delta	78.732	18.645	2%	78.732	18.645	2%	79.081	18.728	
Noorderzijlvest/Hunze en Aa's	50.000	12.350	7,5%	45.000	11.700	5%	45.000	11.700	5%
Rijn en IJssel	55.250	13.100	20%	55.250	13.100	20%	55.250	13.100	20%
Rijnland	106.050	21.900		107.030	22.290		108.660	22.640	
Rivierenland	85.000	18.500	10%	75.000	15.500	20%	75.968	15.700	10%
Scheldestromen	25.554	6.206	8%	25.554	6.206	8%	25.554	6.206	8%
Schieland en de Krimpenerwaard	27.000	6.264	5%	27.188	6.308	5%	27.375	6.351	5%
Vallei & Veluwe	68.582			68.873			69.164		
Vechtstromen	53.000	12.600	5%	53.000	12.600	5%	53.000	12.600	10%
WBL	100.000	25.000	10%	100.000	25.000	10%	100.000	25.000	10%
Zuiderzeeland	40.081	8.243	5%	40.290	8.026	5%	41.297	8.227	5%
Totaal	1.359.207			1.339.969			1.331.120		
Aa en Maas	75.960	18.112	5%	76.712	18.300	5%	77.593	18.510	5%
Amstel, Gooi en Vecht	100.096	21.020		102.108	21.443		107.317	22.537	
Brabantse Delta	66.100	13.900	10%	66.100	13.900	10%	66.100	13.900	10%
De Dommel	56.034	16.250	10%	58.148	16.863	10%	59.941	17.383	10%
De Stichtse Rijnlanden	77.000	16.600	9%	78.000	16.800	9%	82.000	17.700	9%
Delfland	79.507			79.507			85.234 ²		
Drents Overijsselse Delta	41.802	10.994		41.885	11.016		42.095	11.072	
Fryslân	61.000	12.800		27.000	10.000		27.000	10.000	
Hollands Noorderkwartier	97.852	20.450	5%	99.191	20.730		102.541	21.430	10%
Hollandse Delta	79.430	18.810	10%	79.895	18.920	10%	80.537	19.073	10%
Noorderzijlvest/Hunze en Aa's	45.000	11.700	5%	45.000	11.700	5%	45.000	11.700	5%
Rijn en IJssel	55.250	13.100	20%	55.250 ¹			55.250 ¹		
Rijnland	108.030	22.400		87.970	18.905		92.600	20.300	
Rivierenland	77.419	16.000	10%	79.355	16.400	10%	85.488 ²	17.667	
Scheldestromen	25.554	6.206	8%	25.554	6.206	8%	25.554	6.206	8%
Schieland en de Krimpenerwaard	27.563	6.395	5%	27.937	6.481	5%	28.715	6.662	5%
Vallei & Veluwe	69.455			70.037			71.492		
Vechtstromen	53.000	12.600	15%	53.000	12.600	20%	53.000 ¹		
WBL	100.000	25.000	10%	100.000	25.000	10%	100.000	25.000	10%
Zuiderzeeland	42.329			37.477			42.402		
Totaal	1.338.381			1.290.126			1.329.860		

1) Prognose gelijk gehouden met voorgaande opgegeven prognose 2) Prognose voor 2030 verhoogd bepaald door prognose naar rato van toename in vuilvracht te verhogen.

BIJLAGE 3

TOEKOMSTIGE VERWERKINGSROUTES

Waterschap	2018	2022	2025	2030
Aa en Maas	SNB	SNB	SNB	SNB
Amstel, Gooi en Vecht	AEB	AEB	Onbekend	Onbekend
Brabantse Delta	SNB	SNB	SNB	SNB
De Dommel	SNB	SNB	SNB	SNB
De Stichtse Rijnlanden	SNB	SNB	SNB	Onbekend
Delfland	HVC	HVC	HVC	HVC
Drents Overijsselse Delta	GMB Zutphen	GMB Zutphen	GMB Zutphen/EEW Delfzijl	GMB Zutphen/EEW Delfzijl
Fryslân	SNB	SNB	SNB	Onbekend
Hollands Noorderkwartier	Beverwijk	Beverwijk	LT drogen/BEC Alkmaar	LT drogen/BEC Alkmaar
Hollandse Delta	HVC	HVC	HVC	HVC
Hunze en Aa's	SCT GW	SCT GW	EEW Delfzijl	EEW Delfzijl
Noorderzijlvest	SCT GW	SCT GW	EEW Delfzijl	EEW Delfzijl
Rijn en IJssel	GMB Zutphen	GMB Zutphen	GMB Zutphen	Onbekend
Rijnland	HVC	HVC	HVC	HVC
Rivierenland (Oost)	GMB Tiel	GMB Tiel	GMB Tiel	Onbekend
Rivierenland (West)	HVC	HVC	HVC	Onbekend
Rivierenland (Sleeuwijk)	SNB	HVC	HVC	Onbekend
Scheldestromen	SNB	SNB	SNB	SNB
Schieland en de Krimpenerwaard	HVC	HVC	HVC	HVC
Vallei & Veluwe	Via GMB naar Dld	Via GMB naar Dld	Onbekend	Onbekend
Vechtstromen	SCT HV	SNB	SNB	SNB
WBL (1)	Susteren	Susteren	Susteren	Susteren
WBL (2)	Indaver België	Indaver België	Indaver België	Onbekend
Zuiderzeeland (Zuid)	Via GMB naar AEB	Via GMB naar AEB	Onbekend	Onbekend
Zuiderzeeland (Noord)	GMB Zutphen	GMB Zutphen	Onbekend	Onbekend

BIJLAGE 4

VRAGENLIJST EINDVERWERKERS

Vraag	Antwoord
Capaciteit - verbranding	
Wat is de capaciteit van de installatie?	in ton organisch droge stof per jaar
Van welke stookwaarde van het slib wordt uitgegaan?	in GJ per ton organisch droge stof
Wat is in de huidige situatie het gemiddelde ODS gehalte van het te verwerken slib?	in % organisch droge stof
Verwacht u dat dit gehalte in de toekomst (0 – 10 jaar) gaat veranderen?	
Zo ja, kunt u het verwachte verloop in de tijd van dit gehalte aangeven?	
Wat is in de huidige situatie het gemiddelde DS gehalte van het te verwerken slib?	in % droge stof
Verwacht u dat dit gehalte in de toekomst (0 – 10 jaar) gaat veranderen?	
Zo ja, kunt u het verwachte verloop in de tijd van dit gehalte aangeven?	
<hr/>	
Vraag	Antwoord
Capaciteit – droging (thermisch/biologisch)	
Wat is de capaciteit van de installatie?	in ton slibkoek per jaar
Wat is in de huidige situatie het gemiddelde DS gehalte van het te verwerken slib?	in % droge stof
Verwacht u dat dit gehalte in de toekomst (0 – 10 jaar) gaat veranderen?	
Zo ja, kunt u het verwachte verloop in de tijd van dit gehalte aangeven?	
<hr/>	
Vraag	Antwoord
Afzetbaarheid (afval)producten²⁴	
Welke (afval)producten worden geproduceerd die bij derden nog verwerkt/afgezet dienen te worden?	
Welke afzetroutes worden voor de (afval)producten ingezet?	
Heeft de aanwezigheid van poederkool in slib effect op de afzetbaarheid van één of meerdere (afval)producten?	
Zo ja, is dit effect positief (beter), neutraal (gelijk) of negatief (slechter)?	
<hr/>	
Vraag	Antwoord
Milieueffecten – emissie naar bodem	
Heeft u eisen voor emissie naar de bodem?	
Zo ja, voor welke stof(fen) heeft u eisen voor emissie naar de bodem?	
Zo ja, veranderd door de aanwezigheid van poederkool in slib de samenstelling van de stof(fen) die geëmitteerd worden naar de bodem?	

24 Dit zijn producten die na de verwerking van het ontwaterde slib ontstaan en bij derden (dus elders) nog dienen te worden verwerkt of dienen te worden afgezet.

Vraag	Antwoord
<p>Milieueffecten – afvalwaterstromen</p> <p>Wordt er een afvalwaterstroom geproduceerd?</p> <p>Zo ja, wordt deze direct afgevoerd of wordt deze behandeld op de eigen locatie?</p> <p>Bij directe afvoer:</p> <p>Naar wie wordt deze afvalwaterstroom afgevoerd?</p> <p>Welke eisen worden er aan deze stroom gesteld?</p> <p>Veranderd de samenstelling van de afvalwaterstroom door de aanwezigheid van poederkool in slib?</p> <p>Bij behandeling op de eigen locatie:</p> <p>Wordt het gezuiverde afvalwater geloosd op het oppervlaktewater?</p> <p>Zo ja, welke eisen worden daaraan gesteld?</p> <p>Zo nee, naar wie wordt het afgevoerd en welke eisen worden daar aan gesteld?</p> <p>Veranderd de samenstelling van de behandelde afvalwaterstroom door de aanwezigheid van poederkool in slib?</p>	
<p>Vraag</p> <p>Milieueffecten – emissie naar lucht</p> <p>Heeft u eisen voor emissie naar de lucht?</p> <p>Zo ja, voor welke stof(fen) heeft u eisen voor emissie naar de lucht?</p> <p>Zo ja, veranderd door de aanwezigheid van poederkool in slib de samenstelling van de stof(fen) die geëmitteerd worden naar de lucht?</p>	
<p>Vraag</p> <p>CO₂ voetafdruk</p> <p>Heeft de aanwezigheid van poederkool in slib een effect op:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verbruik elektriciteit? - Verbruik aardgas? - Verbruik transportbrandstoffen? - Verbruik chemicaliën? <p>En is dit effect positief (minder), neutraal (gelijk) of negatief (meer)?</p>	
<p>Vraag</p> <p>Bedrijfsvoering</p> <p>Heeft de aanwezigheid van poederkool in slib een effect op:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inzet van personeel? - Beschikbaarheid van de installatie? <p>Welke effecten op de bedrijfsvoering verwacht u mogelijk nog meer als slib met poederkool bij u wordt verwerkt?</p>	
<p>Vraag</p> <p>Kosten</p> <p>Heeft de verwerking van slib met poederkool een effect op de kosten?</p> <p>Zo ja is dit effect positief (minder), neutraal (gelijk) of negatief (meer)?</p> <p>Welke factoren zijn hierbij van invloed²⁵?</p>	

25 Hierbij wordt bijvoorbeeld ook gedacht aan effect op een eventuele SDE subsidie.

BIJLAGE 5

DETAILS UITWERKING TDH

De uitgangspunten die voor de fictieve TDH case zijn gebruikt zijn samengevat in Tabel 20 en Tabel 21.

TABEL 20 UITGANGSPUNTEN BIJ UITWERKING TDH CASE

Parameter	Eenheid	Waarde
Rwzi casus	i.e. (à 150 g TZV)	300.000
Dagdebiet jaargemiddeld	L.i.e. $^{-1} \cdot d^{-1}$	180
PACAS dosering (tot 2x DWA)	mg/l	15
Organisch drogestofgehalte PAC	%	100
Primair slib productie	kg DS/i.e. d	0,025
Secundair slibproductie met VBT	kg DS/i.e. d	0,030
Secundair slibproductie zonder VBT	kg DS/i.e. d	0,048
Afbraak PS slibgisting	%	50
Afbraak SS slibgisting	%	25
Verbetering afbraak SS slibgisting na TDH	%	40 ²⁶
Afbraak SS slibgisting + TDH	%	35
Verbrandingswaarde PAC	MJ/kg	29,00
Verbrandingswaarde organisch droge stof	MJ/kg	21,32
Verdampingsenergie water	MJ/kg	2,26

TABEL 21 UITGANGSPUNTEN VOOR ONTWATERINGSRESULTAAT

Parameter	Eenheid	Waarde
Drogestofgehalte met TDH	%	28
Drogestofgehalte met TDH met PACAS	%	29
Drogestofgehalte zonder TDH	%	24
Drogestofgehalte zonder TDH met PACAS	%	25

Met deze uitgangspunten zijn de slibproducties voor én na gisting berekend (zie Tabel 22).

26 STOWA, 2012, Thermische slibontsluiting. Pilotonderzoek naar de mogelijkheden en randvoorwaarden.

TABEL 22

BEREKENDE SLIBHOEVEELHEDEN

Parameter	Eenheid	Waarde
Invoer PS slib hoeveelheid	kg DS/ d	7.500
Invoer SS slib hoeveelheid	kg DS/ d	9.000
PS hoeveelheid na gisting	kg DS/ d	3.750
SS hoeveelheid na gisting	kg DS/ d	6.750
PS hoeveelheid na TDH + gisting	kg DS/ d	3.750
SS hoeveelheid na TDH + gisting	kg DS/ d	5.850

Om de slibproducties en de verbrandingswaarde voor de vier onderzochte situaties (zie paragraaf 4.8) te berekenen, zijn de organisch drogestofgehalten berekend ná gisting +/-TDH (zie Tabel 23).

TABEL 23

BEREKENDE ODS GEHALTES VOOR EN NA GISTING +/- TDH

Parameter	Eenheid	Waarde
Organisch drogestofgehalte PS voor gisting	%	80
Organisch drogestofgehalte SS voor gisting	%	80
PS organisch drogestofgehalte na gisting zonder TDH	%	60
SS organisch drogestofgehalte na gisting zonder TDH	%	73
Gemiddeld organisch drogestofgehalte na gisting zonder TDH	%	69
SS organisch drogestofgehalte na gisting met TDH	%	69
Gemiddeld organisch drogestofgehalte na gisting + TDH	%	66

De berekende relevante parameters voor situatie 1 (gisting zonder poederkool dosering) zijn opgenomen in Tabel 24.

TABEL 24

RESULTAAT BERECENINGEN VOOR SITUATIE 1 (GISTING - TDH ZONDER POEDERKOOL)

Parameter	Eenheid	Waarde
Hoeveelheid slib	kg slibkoek/dag	43.750
Drogestofgehalte	%	24
ODS	%	69
Hoeveelheid DS	kg DS/ dag	10.500
Hoeveelheid ODS	kg ODS/dag	7.200
Verbrandingswaarde slib	MJ/kg	1,79

De berekende relevante parameters voor situatie 2 (gisting +TDH, zonder poederkool dosering) zijn opgenomen in Tabel 25.

TABEL 25

RESULTAAT BERECENING VOOR SITUATIE 2 (GISTING + TDH, ZONDER POEDERKOOL)

Parameter	Eenheid	Waarde
Hoeveelheid slib met TDH	kg slibkoek/dag	34.286
Drogestofgehalte	%	28
Organisch drogestofgehalte	%	66
Hoeveelheid DS	kg DS/dag	9.600
Hoeveelheid ODS	kg ODS /dag	6.300
Verbrandingswaarde slib met TDH	MJ/kg	2,29

De resultaten voor situatie drie en vier (gisting +/-TDH + poederkooldosering) is weergegeven in Tabel 26.

TABEL 26

RESULTAAT BEREKENINGEN SITUATIE DRIE EN VIER. GISTING +/- TDH MET POEDERKOOLDOSERING

Parameter	Eenheid	zonder TDH	met TDH
Hoeveelheid PACAS toegevoegd	kg DS toegevoegd per jaar	688.500	688.500
Hoeveelheid PACAS toegevoegd	kg DS per dag	1.886	1.886
Hoeveelheid PACAS toegevoegd	kg ODS per dag	1.886	1.886
Drogestofgehalte	%	25%	29%
Organisch drogestofgehalte	%	100%	100%
Extra slib door PACAS	kg slibkoek /dag	7.545	6.504
Verbrandingswaarde PACAS in slib	MJ/kg	5,56	6,81
Totale hoeveelheid slib met PACAS	kg slibkoek/dag	49.545	39.608
Hoeveelheid ODS	kg ODS/ dag	9.086	8.186
Verbrandingswaarde totaal slib	MJ/kg	2,43	3,10