

AFVALZORG



VOORTGANGSRAPPORTAGE BRAAMBERGEN (SEPTEMBER 2017 - MAART 2021)

Braambergen, compartiment 11N, 11W, 12W en 12O

Projectnummer: 310EMI-014
Kenmerk: HL/PR/21874/AdO
Versie Actualisatie april 2021, [herziening juli 2021](#), EINDCONCEPT

Opgesteld door: Hans Lammen
Collegiale toets: Heijo Scharff, Hans Oonk, Rob Comans en Timo Heimovaara
Projectleider: Hans Lammen

Datum: [30 juli 2021](#)

NV Afvalzorg Holding is voor haar werkzaamheden gecertificeerd volgens de kwaliteitsnorm EN-ISO-9001:2008 de veiligheidsnorm VCA**: 2008, de milieunorm EN-ISO-14001: 2004 en de normen BRL SIKB 2000 en 6000. De aandacht van Afvalzorg voor kwaliteit, arbeidsomstandigheden en milieu wordt zoveel als mogelijk geïntegreerd in de bedrijfsvoering, waarbij de doelen meetbaar worden gemaakt.

Afvalzorg streeft ernaar om alle emissies naar lucht, water en bodem te minimaliseren en in ieder geval onder de aanvaardbare, wettelijke normen te houden. Bewaking geschiedt op basis van geavanceerde monitorings- en nazorgtechnieken. Daar waar een hoger milieurendement haalbaar is, zal Afvalzorg op basis van inzicht, kennis en ervaring streven naar het toepassen van nieuwe ontwikkelingen en technieken, zelfs voordat deze in regelgeving zijn verwerkt.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

INHOUDSOPGAVE

pagina

1	SAMENVATTING	5
2	INLEIDING EN CONCLUSIES	6
3	UITVOERING VAN DE PILOT	9
3.1	Uitvoering monitoring – realisatie vs. plan	9
3.2	Uitvoering van de beluchting – realisatie ten opzichte van plan	10
3.2.1	<i>Doelstelling beluchting in het DPvA</i>	11
3.2.2	<i>Realisatie beluchting</i>	11
4	EFFECTEN: RESULTAAT VS PROGNOSE	16
4.1	Verwijdering van organische koolstof	16
4.2	Zettingen	19
4.3	Ontwikkeling NH ₄ ⁺	21
4.4	Ontwikkeling DOC in het percolaat	23
4.5	Onderzoek naar microbiële populaties in het percolaat	26
5	RISICO'S EN RISICOBEBEERSING	27
5.1	Omgevingsrisico's	27
5.2	Grondwatermonitoring	28
5.3	Methaanemissies	29
5.3.1	<i>Behandeling afgas</i>	29
5.3.2	<i>Diffuse methaanemissies</i>	30
5.4	Geur	33
5.5	Veiligheid	33
5.6	Projectrisico's aanleg en ontwerp	33
5.6.1	<i>Gasbronnen</i>	33
5.6.2	<i>Oude gasbronnen</i>	34
5.6.3	<i>Leidingen</i>	34
5.6.4	<i>Beluchtinstallatie</i>	34
5.6.5	<i>Biofilters</i>	35
5.6.6	<i>Percolaatdrainage</i>	35
5.6.7	<i>Pompputten en peil</i>	36
5.7	Project risico's bedrijfsvoering en monitoring: interpretatie en bijsturing	36

BIJLAGEN

A	Beluchtingssysteem en percolaatdrainage Braambergen 11N, 11Z en 12
---	--

SAMENVATTING

Het project 'Introductie Duurzaam Stortbeheer' is formeel gestart op 1 juli 2016. Voor elk van de drie pilots in het project is in een Deelplan van Aanpak¹ (DPvA) vastgelegd, hoe de pilot zal worden uitgevoerd en hoe de effecten van de pilot worden gemonitord. In het DPvA is een verwachting uitgesproken voor de ontwikkeling van biologische afbraak van organisch materiaal in het afvalpakket en concentraties in het percolaat.

In het najaar van 2015 is begonnen met het maken van het ontwerp voor de beluchting op stortplaats Braambergen te Almere. Hierbij is uitgegaan van een beproefde beluchtingsinstallatie, die in nauw overleg met de leverancier is aangepast. Om de iDS doelen te bereiken is een intensievere vorm van beluchting ontworpen. Hiertoe zijn berekeningen gemaakt, proefboringen geplaatst en kleinschalige praktijktesten uitgevoerd. Na een definitief ontwerp en aanbesteding is het beluchtingssysteem tussen november 2016 en juli 2017 gerealiseerd. Het mag als een succes gezien worden dat ondanks de nooit eerder beproefde aanpak het systeem in korte tijd is gerealiseerd en in grote lijnen functioneert zoals beoogd.

Op 8 september 2017 is het beluchtingssysteem op de stortplaats Braambergen opgestart. Conform het DPvA is de monitoring overgegaan van de fase, waarin de nulmeting werd uitgevoerd, naar de fase waarin de monitoring tijdens de proefneming wordt uitgevoerd. De monitoring is uniek in omvang en frequentie van metingen, monsternamen- en te analyseren parameters. Bij de dataverzameling zijn ook de zogenaamde meta-data zeer belangrijk. Dit betreft het totaal aan observaties waaronder monsternamen en metingen hebben plaatsgevonden, wanneer onderhoud is uitgevoerd en wat dat inhoudt, wanneer meetinstrumenten zijn gekalibreerd, etc. De TU Delft beheert de database en heeft snel kunnen vaststellen dat het complexe en uitgebreide monitoringsprogramma nauwgezet uitgevoerd wordt.

De doelstelling van deze pilot is om te onderzoeken in hoeverre het emissiepotentieel naar bodem en grondwater kan worden gereduceerd door middel van het beluchten van het afvalpakket. Dit voortgangsrapport beschrijft de resultaten vanaf de opstart in 2017 tot en met maart 2021. Uit de resultaten kan worden afgeleid dat de processen grotendeels conform verwachting verlopen.

Een deel van de monitoring is gericht op risico's en risicobeheersing. Mede door het registreren van veel meta-data en proactief handelen, heeft de risicobeheersing zeer goed gefunctioneerd. Alle handelingen zijn geregistreerd. Er hebben zich geen onacceptabele of onbeheersbare risico's voor het milieu of personele veiligheidsissues voorgedaan.

Voor de beluchtingspilot op de stortplaats Braambergen geldt als eerste en belangrijke prestatie de realisatie van het systeem en bijsturing om het goed te laten functioneren. Ten tweede kan worden gesteld dat de monitoring volgens plan verloopt. Tevens is er geen sprake van veiligheidsissues.

<Actualisatie april 2021: Alhoewel de pilot reeds 3,5 jaar loopt, kan dit als relatief kort worden beschouwd. Omdat het afvalpakket groot is en "log" reageert op veranderingen, kost optimalisatie veel tijd. De reactie van het afvalpakket op de beluchting is volgens verwachting. Uit recent uitgevoerde DNA-tests blijkt echter wel, dat de microbiologie zich aanpast aan de nieuwe omstandigheden. Voorlopig vindt vooral oxidatie van vaste organische stof en zwavelverbindingen plaats. Aanpassing en bijsturing van de pilot is tot dusver beperkt gebleven.>

¹ Deelplan van Aanpak verduurzamingspilot op Stortplaats Braambergen, Vereniging Afvalbedrijven, 5 december 2014

Sinds 8 september 2017 wordt een pilot uitgevoerd op de stortplaats Braambergen te Almere in het kader van het project 'Introductie Duurzaam Stortbeheer'. De doelstelling van deze pilot is om te onderzoeken in hoeverre het emissiepotentieel naar bodem en grondwater kan worden gereduceerd door middel van het beluchten van het afvalpakket. Dit voortgangsrapport beschrijft de resultaten vanaf de opstart in 2017 tot en met maart 2021.

Deze rapportage is opgesteld door de stortplaatsbeheerder Afvalzorg in nauwe samenwerking met het Kernteam Duurzaam Stortbeheer. Het Kernteam Duurzaam Stortbeheer bestaat uit drie deskundigen die zijn aangesteld door de Stichting Duurzaam Storten. De deskundigen zijn prof. dr. Timo Heimovaara (Technische Universiteit Delft), prof. dr. Rob Comans (Wageningen University and Research) en drs. Hans Oonk (Oonk adviesbureau). De taak van het Kernteam is om de belangen van de stichting bij het correct en uniform uitvoeren van de pilots en het vergaren van de data te bewaken. Daarbij adviseert het Kernteam over gewenste dan wel noodzakelijke reacties op bevindingen en de noodzaak voor specifiek aanvullend onderzoek.

Het project 'Introductie Duurzaam Stortbeheer' is formeel gestart op 1 juli 2016 (Staatsblad 2016 204)². In het najaar van 2015 ontstond zekerheid dat het project zou kunnen starten. Op dat moment is begonnen met het maken van het ontwerp voor de pilot. Voor de beluchting op de stortplaats Braambergen is uitgegaan van een beproefde beluchtingsinstallatie, die voor een ander doel werd ingezet, namelijk kortdurende beluchting voorafgaand aan afgraving van een stortplaats. In nauw overleg met de leverancier is de installatie aangepast op langdurige beluchting van het gehele afvalpakket. Ervaringen uit Oostenrijk, geverifieerd met modellering door de TU Delft, duiden erop dat de aanpak met standaard gasbronnen met een hart op hart afstand van meer dan 30 m niet afdoende zou zijn om de iDS doelen te bereiken. Er moest daarom een intensievere vorm van beluchting worden ontworpen. Hiertoe zijn berekeningen gemaakt, proefboringen geplaatst en kleinschalige praktijktesten uitgevoerd. Na een definitief ontwerp en aanbesteding is de aanleg van het beluchtingssysteem tussen februari en juli 2017 uitgevoerd. De installatie is op 8 september 2017 opgestart. Het mag als een succes gezien worden dat ondanks de nooit eerder beproefde aanpak het systeem in korte tijd is gerealiseerd en in grote lijnen functioneert zoals beoogd. Aanpassing en bijsturing is tot dusver beperkt gebleven.

In het Deelplan van Aanpak (DPvA) is vastgelegd, hoe de pilot zal worden uitgevoerd en hoe de effecten van de pilot worden gemonitord. Dit voortgangsrapport dient in samenhang met het DPvA te worden gelezen. De monitoring betreft een zeer uitgebreid pakket aan te analyseren stoffen in het percolaat, dat met zeer hoge frequentie wordt uitgevoerd. Dit is uniek in de wereld: nooit tevoren heeft een stortplaatsbeheerder zoveel data verzameld. Bij de dataverzameling zijn ook de zogenaamde meta-data zeer belangrijk. Dit betreft het totaal aan observaties waaronder monsternamen en metingen hebben plaatsgevonden, wanneer onderhoud is uitgevoerd en wat dat inhield, wanneer meetinstrumenten zijn gekalibreerd, etc. Ook dit is uniek voor dataverzameling door stortplaatsbeheerders. Al snel kon door de TU Delft, die de database beheert, worden vastgesteld dat dit nauwgezet uitgevoerd wordt. Inmiddels is door diverse (inter)nationale onderzoeksinstituten en subsidieverleners erkend hoe uniek de verzamelde set aan data is. Aanvullende onderzoeksvoorstellen van diverse universiteiten zijn na lovende reviews door onafhankelijke wetenschappers door subsidieverstrekkers gehonoreerd en uitgebreide wetenschappelijke onderzoeken worden momenteel uitgevoerd op de drie iDS locaties.

In het Deelplan van Aanpak is uitgebreid ingegaan op risico's en risicobeheersing. Waar gehakt wordt vallen spaanders. Mede door het registreren van zeer veel meta-data en proactief handelen heeft de risicobeheersing zeer goed gefunctioneerd. Alle spaanders zijn beschreven. Hierbij hebben zich geen onacceptabele of onbeheersbare risico's voor het milieu of personele veiligheidsissues voorgedaan.

² Besluit van 23 mei 2016, houdende vaststelling van het tijdstip van inwerkingtreding van artikel III van het Besluit uitvoering Crisis- en herstelwet, derde tranche (Stb. 2012, 350)

In het Deelplan van Aanpak is een verwachting uitgesproken voor de ontwikkeling van biologische afbraak van organisch materiaal in het afvalpakket en concentraties in het percolaat. In deze rapportage wordt de voortgang besproken van de pilot op de locatie Braambergen.

In de onderhavige rapportage wordt de voortgang besproken van de pilot. De volgende vier vragen zijn hierbij relevant en worden hierna besproken in hoofdstuk 3 t/m 6:

1. In hoeverre is de uitvoering van het pilot conform het DPvA?
2. In hoeverre is de reactie van het afvalpakket conform de verwachting, uitgesproken in het DPvA?
3. In hoeverre zijn de risico's voor andere milieucompartimenten en veiligheid beheersbaar?
4. In hoeverre heeft de pilot bijsturing nodig?

De belangrijkste conclusies naar aanleiding van de eerste drie vragen zijn samengevat in de volgende tabel.

Tabel 1: Samenvatting conclusies

Hst	Onderdeel	Conclusie
3.1	Uitvoering monitoring	Conform DPvA (intensiever en uitgebreid pakket), geen bijzonderheden
3.2	Uitvoering beluchting	Het gerealiseerde beluchtingsdebiet is minder dan oorspronkelijk gepland. De oorzaak ligt in vorming van condensaat in het leidingensysteem voor beluchting en in schijnwaterspiegels in het afval, met name op 11Z. Het eerste probleem kan worden overkomen door over te schakelen naar combi-beluchting. <Actualisatie april 2021: combi-beluchting leidt niet tot meer koolstofverwijdering dan bij over-onttrekking. Het spoelend effect van een omgekeerde gasstroom wordt geoptimaliseerd door korte lucht-injecties toe te passen.> Voor het tweede probleem wordt momenteel onderzoek uitgevoerd hoe bronnen het beste kunnen worden geregenereerd. <Actualisatie april 2021: de resultaten van omhoogtrekken van gasbronnen heeft een significant effect op het onttrokken gasdebiet. Deze resultaten zullen meegenomen worden in de aanpak van dit probleem, wat leidt tot nieuwe maatregelen in 2021.>
4.1	Effect: Afbraak organisch materiaal	Versnelling van de afbraak vindt plaats, echter in mindere mate dan in het DPvA verwacht. Door mindere beluchting blijft ook de verwijdering via gasonttrekking achter. Dit wordt deels gecompenseerd doordat per m ³ meer koolstof wordt verwijderd. De combinatie van alles samen, levert tot dusver minder omzetting van afbreekbaar koolstof op, dan in het DPvA verwacht.
4.2	Effect: Zettingen	Aanzienlijke toename plaatselijke zettingen. Dit duidt op verhoogde biologische afbraak.
4.2	Effect: Ontwikkeling NH ₄ ⁺ in percolaat	(Lichte) toename NH ₄ ⁺ in percolaat a.g.v. beluchting, conform verwachting. Dit bevestigt verhoogde afbraak van organische stof t.g.v. beluchting.
4.3	Effect: Ontwikkeling DOC in percolaat	(Zeer lichte) toename DOC in percolaat a.g.v. beluchting, conform verwachting. Dit bevestigt verhoogde afbraak van organische stof t.g.v. beluchting.
5.2	Risico: Weglekken percolaat	Tijdens het plaatsen van de boringen, is een boorcasing afgebroken. Bij de poging die terug te halen is de onderafdichting van compartiment 11N geraakt. In overleg met de OFGV is op diepte een saneringsmaatregel genomen. Analyseresultaten uit de plaatselijke controledrains laten geen afwijkingen of bijzonderheden zien.
5.3	Risico: Extra methaan emissie	Direct na aanleg, toen het beluchtingsstelsel nog niet in werking was, is geringe methaanemissie gemeten bij de beluchtingsbronnen, waarschijnlijk doordat de boorgaten fungeerden als kortsluitkanalen. Na enkele maanden bleek deze uittrekking van methaan alweer drastisch te zijn gereduceerd op de compartimenten 11N en 12W/O (waar de onttrekking efficiënter is). Op 11Z blijft geringe emissie via de boorgaten zichtbaar, zelfs na 2 jaar. <Actualisatie april 2021: Tijdens combi-beluchting treden verhoogde methaan concentraties op ter plaatse van enkele geïnjecteerde bronnen. De omvang van de emissie dient nader vastgesteld te worden.>
5.4	Risico: Geuroverlast	Geen geuroverlast: Hoewel de biofilters verzuurd en gecorrodeerd zijn, levert dit geen significante toename in geuremissie. <Actualisatie april 2021: de afgasbehandeling wordt in april 2021 overgenomen door een fakkelinstallatie, waarbij een biofilter als achtervang gebruikt wordt als de fakkelt buiten bedrijf is.>
5.5	Risico: Veiligheid	Geen bijzonderheden

Bijsturing van de pilot (de vierde vraag) op Braambergen bestaat voornamelijk uit het onderzoeken van mogelijkheden de beluchting te intensiveren, met name op compartiment 11Z. Gedurende het vervolg van de pilot zal alles worden gedaan om de beluchting verder te optimaliseren.

Daarnaast gaat het om onderzoeken die overkoepelende vragen moeten beantwoorden, zoals die voor alle drie de pilots spelen. De belangrijkste vragen betreffen de organische afbraak- en

stabilisatiemechanismen (incl. C- en N-kringlopen) en de hydrologie en gastransport in het afvalpakket. Bij het opereren van overige onderdelen specifiek voor Braambergen (zoals beluchttingsinstallatie, afwatering, monsternamen en veldmetingen), is bijsturing niet aan de orde.

3

UITVOERING VAN DE PILOT

3.1 Uitvoering monitoring – realisatie vs. plan

Tabel 2 vergelijkt de realisatie van de monitoring met de planning, als vastgelegd in het [Deelplan van Aanpak \(DPvA\), Hoofdstuk 8](#), tabel 12. De realisatie van de monitoring verloopt vrijwel volledig conform DPvA. Wijzigingen in de uitvoering van de monitoring en afwijkingen ten opzichte van het DPvA worden benoemd en gemotiveerd in Tabel 3.

Tabel 2: Monitoring tijdens de bedrijfsvoering (periode september 2017- maart 2021)

	Parameter	Waar	Hoe	Frequentie	Realisatie
Percolaat	Hoeveelheid	PP-11N, 11Z, 12	sensor	continu	conform plan
	EC	PP-11N, 11Z, 12	sensor	continu	conform plan
	Samenstelling (beperkt)	PP-11N, 11Z, 12	labanalyse	1e jaar 2-wekelijks	conform plan
	Samenstelling (volledig)	PP-11N, 11Z, 12	labanalyse	1e jaar 6 keer, daarna 4	conform plan
	Fractionering DOC	PP-11N, 11Z, 12	labanalyse	1e jaar 6 keer, daarna 4	conform plan
	niveau in de pompput	PP-11N, 11Z, 12	sensor	continu	conform plan
Grondwater	Samenstelling	peilbuizen	labanalyse	conform monitoringsplan	conform plan
	Volume hoeveelheid	gasverdeelstation	anemometer	4x tijdens 0-meting	conform plan
Stortgas	Samenstelling	gasverdeelstation	monsternamen en analyse	4x tijdens 0-meting	conform plan
	Flow, Volume, druk, temperatuur	gasverdeelstation	continuumeting	wekelijks	continu
Onttrokken afgas	Flow, Volume, druk, temperatuur	gasverdeelstation	continuumeting	wekelijks	continu
Instelling gasbronnen	Flow, druk, temperatuur	bron	meetapparatuur	conform aanbeveling leverancier	1e jaar: tweewekelijks, erna maandelijks
	Samenstelling	bron	meetapparatuur	wekelijks	1e jaar: tweewekelijks, erna maandelijks
	Kleppenstand (op bron)	bron	leidingen	wekelijks	Kleppen worden niet gesteld ²
Methaan emissies	Diffuse methaan emissies	toplaag	TDL screening	eenmalig per periode	conform plan
Zettingen	Zettingen, mechanische stabiliteit	toplaag (baken)	GPS-metingen	2x per jaar, 28 locaties	conform plan, wordt ingepland
Heterogeniteit ¹ en schaal	Geo-elektrische metingen/seismiek	afvalpakket		2 á 3x in de gehele periode	conform plan
	tracertest (percolaat)	percolaatdrainage		éénmalig	conform plan, wordt ingepland
	tracertest (gas)	gasinjectiesysteem		éénmalig tot enkele keren	conform plan, wordt ingepland
Meteorologische data	Temperatuur, atmosferische druk, neerslag, luchtvochtigheid, windsnelheid	weerstation		dagelijks	conform plan (continu)

¹: Voor de analysemethoden op de vaste afvalmonsters wordt verwezen naar het rapport 'Addendum deelplan van aanpak iDS pilot Braambergen: Nadere invulling van monsternamen, voorbehandeling en analyse van vast afval', d.d. 8-1-2018).

²: Kleppen worden niet gesteld, om maximale onttrekking te realiseren en omdat zuurstof inzuiging vooralsnog te laag is.

Tabel 3: Afwijkingen ten opzichte van het DPvA in de monitoring

Parameter	Vanaf	Wijziging of afwijking ten opzichte van plan	Motivering
Percolaat samenstelling (beperkt)	Jan. 2016 Aug. 2017	Nitriet toegevoegd aan het analysepakket Totaal anorganisch koolstof toegevoegd aan het analysepakket	Informatie stikstofbalans Informatie koolstofbalans
Percolaat samenstelling (uitgebreid)	Feb. 2019 Jun. 2016 Jun. 2016 Jan. 2016 n.v.t.	De volgende componenten zijn toegevoegd aan het analysepakket: + Zwavel (ICP) + Bromide + Lithium + Cyanide - Minerale olie fractionering (alifatisch/aromatisch)	Overgang op pakket bij nieuw lab Nulsituatie voor mogelijke tracer Nulsituatie voor mogelijke tracer Ontbrak in DPvA Geen geschikte analysemethode ¹
Metingen gasbronnen (flow, druk, temperatuur en samenstelling gas)	Aug. 2017	Frequentie is na een jaar gehalveerd (tweewekelijks naar maandelijks)	Zeer arbeidsintensief, beperkte winst als extra resolutie in data ten opzichte van spreiding

¹: Bij de beschikbare analysetechnieken kunnen nog niet alle gewenste fracties worden bepaald en is de detectielimiet bij uitsplitsing van minerale olie in aromatische en alifatische fracties hoger dan gewenst op basis van de ETW.

3.2 Uitvoering van de beluchting – realisatie ten opzichte van plan

Bij het interpreteren van de pilotresultaten is het van belang de verschillen tussen de afzonderlijke pilotcompartimenten in beschouwing te nemen (zoals verschillen in afvalsamenstelling en andere details). Deze bijzonderheden zijn in de DPvA's beschreven en zijn als uitgangspunten meegenomen bij de afzonderlijke ontwerpen van de pilotinstallaties.

Vanaf oktober 2017 is begonnen met over-onttrekking. Hierbij wordt middels een onderdruk op de beluchtingsbronnen gas uit het afvalpakket onttrokken. Omdat meer gas wordt onttrokken dan door stortgasvorming in het afvalpakket ontstaat, wordt buitenlucht het afvalpakket ingezogen.

Vanaf september 2019 wordt het afval belucht door een combinatie van over-onttrekken en luchtinjectie. Na verloop van tijd wordt de gasstroom en daarmee de functie van de bronnen omgedraaid. Het tijdsinterval waarbij bronnen afwisselend belucht of onttrokken worden is daarbij gevarieerd (van weken tot uren) om de beluchting te optimaliseren. Deze optimalisatie wordt binnenkort afgerond.

<Actualisatie april 2021: Van september 2019 tot 5 november 2020 werd door de combi-beluchting in de helft van de bronnen lucht geïnjecteerd en de andere helft werd over-onttrokken. Sinds 5 november 2020 is sprake van over-onttrekking, waarbij sinds 25 maart 2021 ook dagelijks een kortstondige luchtinjectie is geïntroduceerd (met een duur van 15-30 minuten). Hiermee wordt de ontwatering van opgehoopt condens in het leidingwerk gestimuleerd.>

Onderstaande geeft een overzicht van wijze waarop de pilot wordt belucht en de veranderingen daarin.

Tabel 4: Samenvatting van bedrijfsvoering

Periode	Vanaf	Wijze van bedrijfsvoering	Motivering
1	8-9-2017 tot 26-9-2019	Over-onttrekking	Minimalisatie van risico op diffuse emissies van methaan en geur. Goede monitoring van omzetting van organisch materiaal.
	26-9-2019 tot 16-4-2020	Combi-beluchting	Om beluchting te vergroten, is combinatie van over-onttrekking en luchtinjectie is gestart (na aanpassing beluchtingsinstallatie en installatie van permanente temperatuur monitoring in het stortlichaam).
	16-4-2020 tot 27-5-2020	Over-onttrekking	Als gevolg van lekkage is de injectie tijdelijk uitgeschakeld. Zo kunnen tevens metingen per bron van voor, tijdens en na injectie worden vergeleken.
	27-5-2020 tot 5-11-2020	Combi-beluchting	Optimalisatie van combi-beluchting
	5-11-2020 tot 25-3-2021	Over-onttrekking ¹	Als gevolg van onderhoud en reparatie aan het injectie-deel werd alleen over-onttrokken
	25-3-2021 tot nu	Over-onttrekking	Over-onttrekking met kortdurende luchtinjectie t.b.v. ontwatering

¹: met uitzondering van de periode van 1 t/m 9 december 2020: ten behoeve van fluxboxmetingen door de TU Delft draaide de installatie als combi-beluchting.

3.2.1 Doelstelling beluchting in het DPvA

In het Deelplan van Aanpak voor Braambergen wordt een capaciteit voor de beluchting genoemd in de orde van grootte van 900-1200 m³/u, afhankelijk van het te beluchten oppervlak. Bij het definitief ontwerp is uitgegaan van een maximaal debiet van 1000 m³ per uur (onttrokken gas), uitgaande van de berekende stortgasvorming in 2016. Voor de injectie van lucht is bij dimensioneren uitgegaan van de helft van het te installeren onttrekkingsdebiet, aangezien dan altijd sprake is van onderdruk, zodat geen ongewenste emissies ontstaan.

3.2.2 Realisatie beluchting

Figuur 1 geeft de gerealiseerde beluchting weer (blauwe lijn). Hieruit kan worden geconcludeerd, dat het geïnstalleerde onttrekkingsdebiet van 1000 m³/u alleen bij aanvang van de proef werd gehaald. Op korte termijn komt deze afname door het onttrekken van geaccumuleerd standgas (stortgas dat zich voorafgaand aan de beluchting heeft opgehoopt in de poriën), wat ook te zien is in Figuur 5 aan het gehalte methaan dat snel afneemt in de eerste dagen. Na enkele maanden na aanvang is het onttrokken debiet afgenomen en fluctueert dit tussen ca. 200 en 400 m³/u. Deze niveaus liggen aanzienlijk lager dan het debiet bij aanvang, als gevolg van:

- Afname gaspermeabiliteit van de afvalmatrix rondom de bronfilters (dichtslibben van poriën in het afval in de directe nabijheid van de bron)
- Verslechtering en schade aan bronfilters in het afvalpakket (verstopping, vernauwing, breuk)
- Schijnwaterspiegel in de bron, waardoor een deel van het filter wordt geblokkeerd

De genoemde fluctuaties zijn het directe gevolg van:

- Condensaatvorming in het onttrekkingsstelsel, dat alleen periodiek wordt afgelaten tijdens meetrondes (korte fluctuaties)
- Seizoensgebonden variatie in buitentemperatuur (groene lijn) en neerslag (die onder andere ook een sterk effect hebben op condensatie uit het afgas)
- Seizoensgebonden variatie in het watergehalte van de poriën in het afvalpakket

Om de beluchting te intensiveren is op 26 september 2019 gestart met combinatie van over-onttrekking en luchtinjectie. Daarbij wordt gestuurd op een lager luchtdebiet dan het onttrokken gas (zie ook paragraaf 2.2.1). Om toch een maximale hoeveelheid zuurstof in het pakket te krijgen, wordt in de huidige situatie het geïnjecteerde debiet automatisch gestuurd op ca. 78% van het onttrokken debiet, wat realiseerbaar is omdat het behaalde onttrokken debiet lager is dan verwacht. Het debiet van de luchtinjectie kan alsnog lager worden ingesteld, mocht er in de toekomst geuroverlast ontstaan. Vooralsnog wordt aangenomen dat de efficiëntie van injectie vergelijkbaar is aan die van onttrekking, waarbij vooral het ophopende condenswater een verschil veroorzaakt tussen de afwisselden fases. Door condensatie van water uit het afgas in het leidingensysteem, accumuleert water in de leidingen, waar er geen sprake is van afschot en het niet weg kan stromen. Het grootste volume aan condenswater verzamelt zich in de verdelers, die geregeld worden ontwaterd voorafgaand aan elke veldmeetronde. De leidingen die op het maaiveld liggen waarin condenswater ophoopt worden minder vaak gelegeerd (aflaten van water in de leiding naar elke bron is zeer arbeidsintensief).

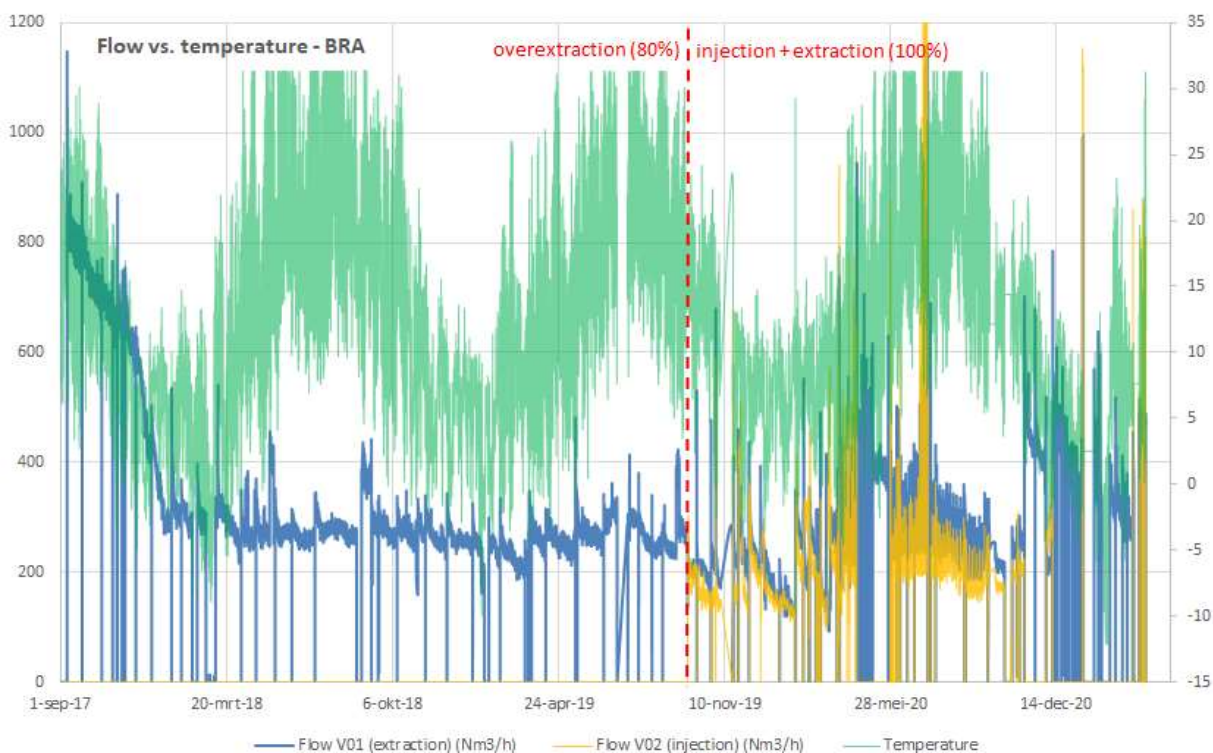
Het lijkt erop dat bij een snelle afwisseling van fases (injectie-extractie en vice versa) tijdens de injectie het condensaat makkelijker terug in de bron kan lopen (de omgekeerde luchtstroom duwt waarna het wegvloeit in het afvalpakket). Daardoor zou een kleiner deel van het leidingensysteem te maken hebben met ophoping van vocht en dus minder watersloten. Dit moet nog verder worden onderzocht.

<Actualisatie april 2021: Op 9 december 2020 zijn 14 automatische kogelkranen geplaatst en in bedrijf genomen op de 2 grote en 12 kleine gasverdelers in compartiment 11N. Deze zijn met behulp van een tijdschakelaar geprogrammeerd om elke 2-3 dagen tijdens combi-beluchting water af te laten op de injecterende verdelers. Na vergelijking van de resultaten, blijkt de meeste toename in gasdebiet het gevolg te zijn van het omdraaien van de stromingsrichting en niet van de automatische ontwatering. Daarom zijn de kogelkranen op 24 maart 2021 weer uitgezet en wordt er sinds 25 maart dagelijks slechts kortstondig belucht op alle bronnen, om zo het water terug te laten stromen naar de bronnen, zie vorige

paragraaf. Als de proeven met deze korte injectie zijn afgerond, worden de automatische kogelkranen mogelijk weer in gebruik genomen.>

Op 26 september 2019 is tijdens het starten met de luchtinjectie ook het onttrokken debiet verhoogd, omdat de tegendruk in het systeem (matrix rondom de filters) inmiddels voldoende was toegenomen, wat een verhoging van het toerental (van 80% naar 100%) mogelijk maakte. In het eerste jaar was de tegendruk nog te laag en zouden hogere setpoints voor uitval van de installatie kunnen zorgen). Om de beluchting te vergroten is de onttrekking opgeschroefd naar 100%, zodra dat mogelijk was. Om te vergelijken met de over-onttrekking voor september 2019, is er tussen 16 april en 27 mei 2020 alleen over-onttrokken, zonder luchtinjectie. In deze periode varieerde het onttrokken debiet tussen 400 en 600 m³/h.

<Actualisatie april 2021: Daarna was tot 5 november 2020 sprake van combi-beluchting, met enkele onderbrekingen als gevolg van onderhoud en reparatie van een defecte klep. Vanaf 5 november 2020 wordt er weer over-onttrokken met korte lucht-injecties voor gestimuleerde ontwatering.>



Figuur 1: Actueel lucht-onttrekkingsdebiet (in blauw) bij beluchting van Braambergen, compartiment 11N/Z en 12W/O. De groene lijn geeft de temperatuur weer (er is minder sprake van samenhang tussen temperatuur en debiet dan op de pilot Wieringermeer). De gele lijn geeft het actuele geïnjecteerde luchtdebiet weer.

De gasbronnen zijn uitgerust met filters onderin de gasbron, omdat alleen zo het afval in de onderste lagen van het afvalpakket bereikt kan worden. Dit diep gelegen afval is bepalend voor de concentraties in het percolaat en mag daarom niet bij het verduurzamen buiten beschouwing worden gelaten.

De ophoping van water in het afval en bronnen bemoeilijkt de beluchting aanzienlijk. In Figuur 2 wordt de gasstroomsnelheid per bron vergeleken met het waterniveau per bron, gemeten vanaf de onderzijde van de bron³. De verschillen tussen compartiment 11N, 11Z en 12W/O zijn evident: in compartiment 11Z zijn de meeste filters grotendeels of volledig gevuld met water, wat gastransport bemoeilijkt. Op compartimenten 11N en 12 zijn deze in mindere mate aanwezig.

Omdat de filters van de gasbronnen alleen reiken tot 1,8 m boven de onderzijde, zijn bronnen die een hogere waterkolom bevatten verstopt en functioneren niet. Daarbij wijzen groepen van bronnen met vergelijkbare waterniveaus op schijnspiegels, waardoor de bronnen via de waterfase met elkaar verbonden zijn.

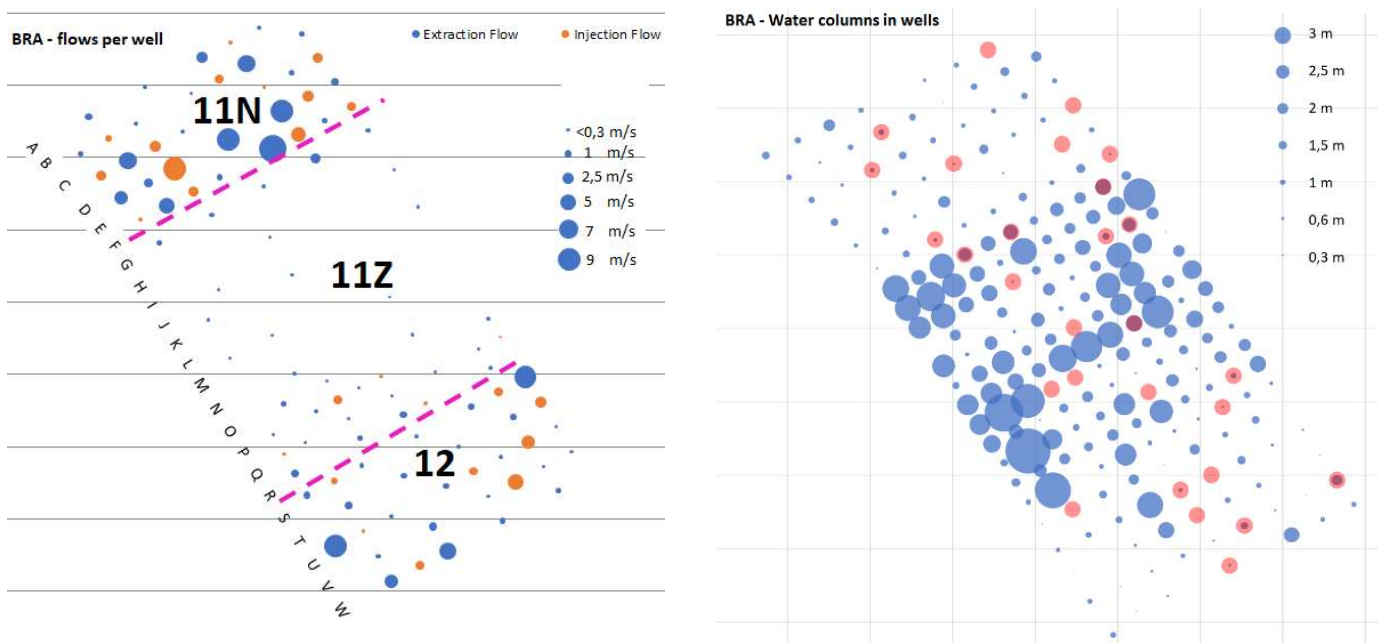
³ Om de effecten van verschillen in boordiepte uit te sluiten, zullen deze bij het onderzoek in 3D worden meegenomen.

Bij het onderzoeken naar water in bronnen zijn verschillende proeven uitgevoerd. Voorbeelden hiervan zijn het afwisselen van injectie en extractie, het omhooghalen (en reinigen) van verstopte en volgelopen bronnen tot boven de waterspiegels en het bijplaatsen van nieuwe bronnen. Een andere mogelijkheid bestaat uit het ontwateren van schijnwaterspiegels, wat complex is en nader onderzoek vereist.

<Actualisatie april 2021: In de zomer van 2020 zijn infiltratiemetingen uitgevoerd in samenwerking met de TU Delft en de University of Southampton, om waterdoorlatendheid en verbinding tussen waterlichamen in de diepere delen van het afvalpakket te bepalen. Deze testen zullen worden voortgezet in 2021. In februari 2021 is als test een selectie van 16 bronnen omhooggetrokken. Hierbij zijn 3 bronnen onder het maaiveld afgebroken, 2 daarvan bleken daardoor defect en zijn daarom afgesloten en 1 bron levert nog gas. Na ca. 3 weken zijn bij 7 van de overige 13 bronnen waarin nog sprake was van een waterkolom op diepte schoon gemaakt met behulp van een borstel (de resterende 5 bronnen waren al droog). Uit de resultaten van wekelijkse waterniveau- en gasmetingen blijkt na ca. 2 maanden (10 meetrondes sinds het omhoogtrekken) dat met name door het omhoogtrekken van de bronnen een significant effect zichtbaar is op zowel het waterpeil in de bron als op het onttrokken gasdebiet per bron. Op 62% van de 13 opgetrokken bronnen bleek de waterkolom verkleind. Bij 71% van de opgetrokken bronnen leidt dit tot een toename in het gasdebiet, waarbij voor de meeste van deze bronnen (43% van het totaal) sprake is van een blijvende toename. Bij 3 van de geborstelde 7 bronnen leidt het borstelen van het filter tot een toename van het gasdebiet. Bij een enkele bron is afname van de waterkolom (als die niet al was gezakt door omhoogtrekken) het gevolg van borstelen. In 2021 zal een nieuwe test met het omhoogtrekken van bronnen op grotere schaal worden uitgevoerd.>

Daarnaast bestaat het voornemen om de samenstelling van het afgas per compartiment te meten, om zo de effecten per compartiment beter in beeld te krijgen. Tot nu toe laat het omhoogtrekken van bronnen zien dat de filters wel te regenereren zijn, maar dat het afvalpakket, dat plaatselijk met water verzadigd is, geen gas kan doorlaten.

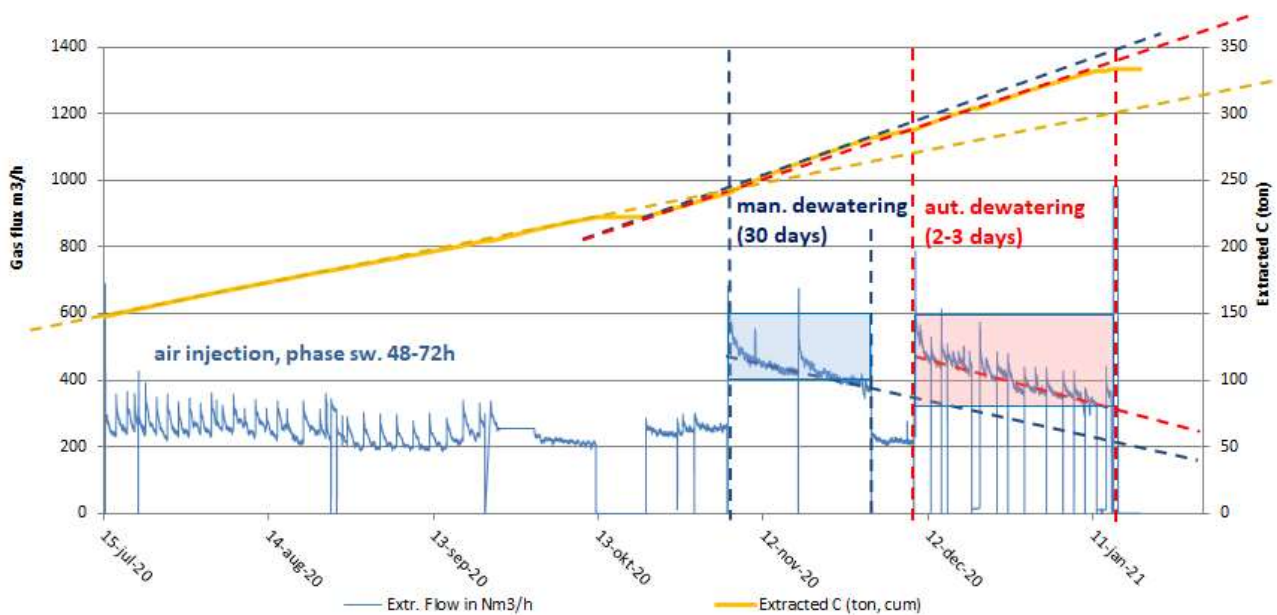
<Actualisatie april 2021: Meer onderzoek wordt uitgevoerd in samenwerking met de TU Delft om duidelijkheid te geven over hydrologie. Ook zal in samenwerking met de TU Delft de ruimtelijke variatie van de gemeten gasparameters (debiet, druk, temperatuur en samenstelling) verder worden onderzocht. De interpretatie van resultaten van deze studies en voortvloeiende maatregelen zullen worden toegevoegd in het vervolrapport.>



Figuur 2: Gemeten debiet per bron (m/s; gemeten maart 2020), links; Rechts: waterniveau per bron(m, vanaf onderzijde bron; gemeten maart/april 2020). De lichtrode markeringen in de rechter figuur wijzen op mogelijke schade aan de bron door zetting/klink, met vervorming en/of breuk tot gevolg. Deze afwijkingen zijn geconcludeerd uit vergelijking de verschillende peilingen met de aanlegdiepte tijdens de boorwerkzaamheden.

Het grootste aandeel van het onttrokken gas komt uit compartimenten 11N en 12. De onttrekking uit compartiment 11Z blijft achter (zie Figuur 2), als gevolg van lage permeabiliteit in het afval, die in 11Z schijnwaterspiegels en volgelopen gasbronnen veroorzaakt.

Daarnaast zorgt ook de ophoping van condensaatwater in de leidingen voor obstructie in de gasonttrekking. Dat gebeurt vooral bij bronnen die veel gas leveren, waaruit het water kan condenseren. Bij de regelmatige ontwatering van de leidingen wordt het meeste water dan ook gevonden op 11N en in mindere mate op 12. In de leidingen op compartiment 11Z hoopt weinig tot geen condens op.
 <Actualisatie april 2021: In Figuur 3 is een vergelijking weergegeven tussen ontwatering tijdens luchtinjectie met en zonder hulp van automatische kogelkranen op de verdelers in compartiment 11N (zie ook paragraaf 3.2.2).

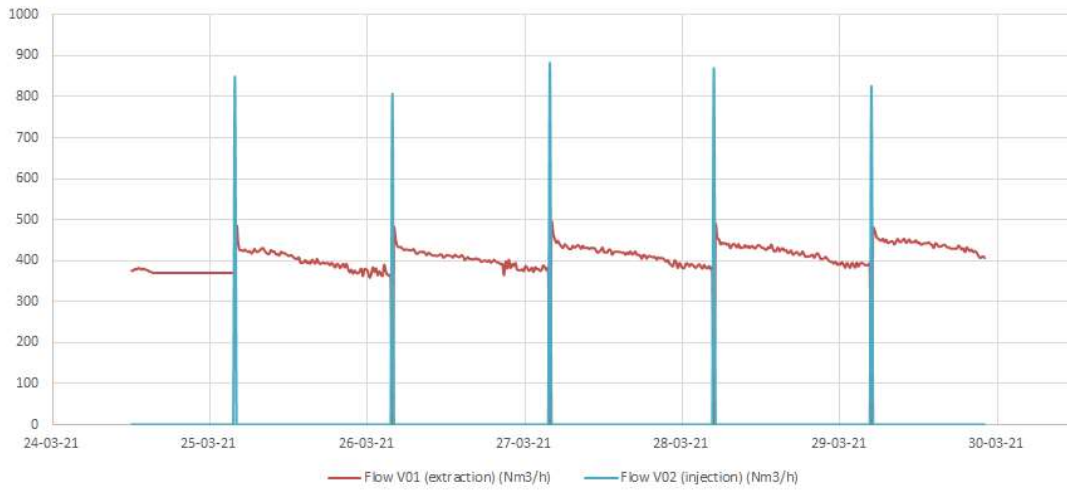


Figuur 3: Verschil in koolstof extractie bij over-onttrekking met combi-beluchting (tot 5 november 2020, waarbij regelmatig tussen fases werd gewisseld tot 24-9-2020). In de blauwe markering is sprake van over-onttrekking, waarbij elke 14 dagen werd ontwaterd. De periode van regelmatige ontwatering (2-3 dagen) met behulp van automatische kogelkranen is rood gemarkeerd.

Het valt op dat de gele gestippelde lijn ten tijde van over-onttrekking significant steiler is dan bij de combi-beluchting: er wordt meer koolstof onttrokken via de gasfase bij over-onttrekking.

Hierbij is ook het verschil tussen regelmatige en maandelijkse ontwatering van de gasverdelers op compartiment 11N onderzocht. Het feit dat de bovenste rode stippellijn niet veel afwijkt van de blauwe bevestigt dat het onttrokken debiet en daarmee de verwijdering van koolstof door dit soort ontwatering (regelmatig aftappen van de verdelers) niet wordt bevordert.

In tegenstelling daartoe heeft het wisselen van fase wel effect: elke keer dat de gasstromingsrichting wordt omgedraaid is er een piek in het debiet zichtbaar. Zelfs als deze omkering van korte duur is door een luchtinjectie van bijvoorbeeld 15 minuten, is de toename in debiet duidelijk zichtbaar, zie Figuur 4.



Figuur 4: Effect van kortstondige luchtinjectie op alle bronnen op het onttrokken gasdebiet.

Het onderzoek hiernaar wordt voortgezet en conclusies zullen in het vervolgrapport verder worden beschreven.>

4

EFFECTEN: RESULTAAT VS PROGNOSE

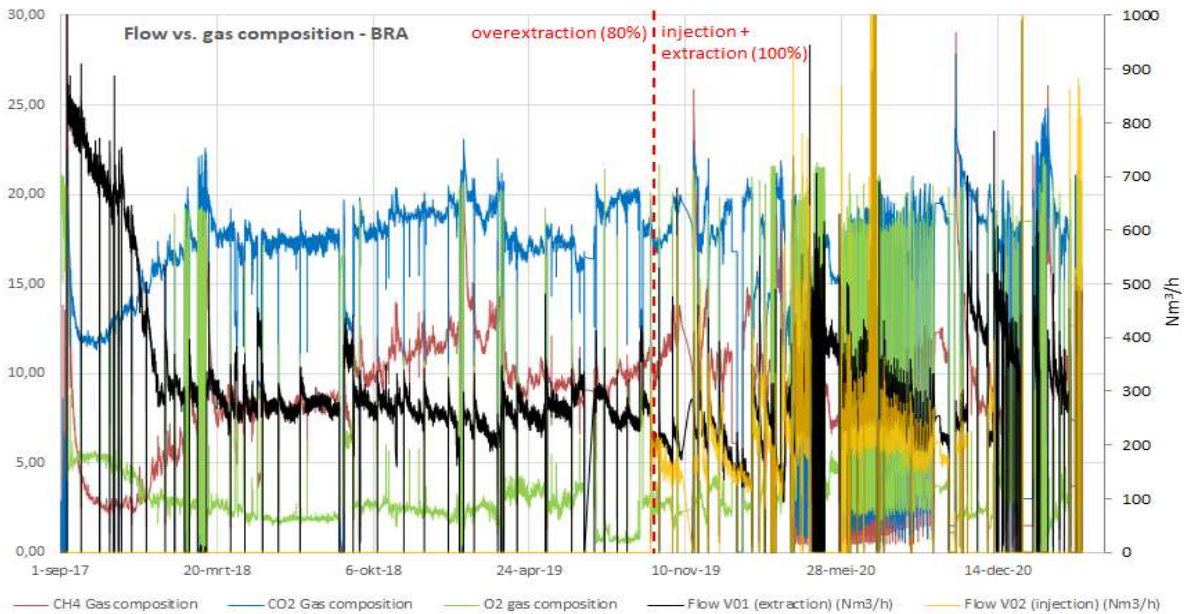
4.1 Verwijdering van organische koolstof

Het DPvA geeft in figuur 12 een prognose van het effect van de verduurzamingsmaatregel op de resterende hoeveelheid biodegradeerbaar organische koolstof in het afvalpakket. Deze prognose is gebaseerd op een modelberekening met het model, dat Ecofys heeft gebruikt voor het kwantificeren van methaanemissies bij het beluchten van stortplaatsen (Luning en Oonk, 2011). [De Ecofys berekeningen geven aanvankelijk een relatief grote versnelling van de afbraak. Deze vlt af naarmate meer koolstof is afgebroken. De pilots hebben zich ten doel gesteld de afbraak met een factor 3 te versnellen.](#)

De daadwerkelijke hoeveelheid afbreekbaar organisch koolstof in het afvalpakket, bij aanvang van de beluchting is niet goed bekend. Er is onzekerheid verbonden aan een beschouwing op basis van berekende hoeveelheid koolstof. Er bestaat echter geen betere benadering. Met het Afvalzorg Multifase model, dat de gasvorming en daarbij de hoeveelheid resterend organische koolstof inschat, is een hoeveelheid afbreekbaar koolstof van 5223 ton in de compartimenten 11N, 11Z, 12O en 12W berekend. Dit getal komt redelijk overeen met de uitkomsten van het Ecofys-model en van de respiratietesten, die als deel van het nul-onderzoek zijn uitgevoerd (zie ook de Bijlage 5 van het nul-onderzoek⁴). Omdat de monsternamen tijdens het nul-onderzoek beperkt is tot 11N en 11Z, is als uitgangspunt gebruik gemaakt van de modelberekening. Daarbij liggen de resultaten uit de respiratietesten in het nul-onderzoek (Oxitop-analyse) in lijn van de verwachting op basis van de modelberekening. [Desondanks zijn er twee redenen waarom het afbreekbaar koolstofgehalte overschat kan zijn. Het startjaar was niet 2013, maar 2017. Door voortgaande afbraak bevat het afvalpakket minder afbreekbaar koolstof dan geschat door Ecofys voor 2013. De Ecofys schatting voor 2013 is overgenomen in het DPvA. In 2019 heeft het IPCC afbraakparameters bijgesteld in de zin dat afbraak aanvankelijk sneller en vollediger verloopt en later langzamer. Die IPCC aanpassingen worden nu pas in de gasvormingsmodellen verwerkt en konden in 2011 door Ecofys niet meegenomen zijn. Voor deze tussenrapportage is de berekening van Figuur 12 in het DPvA daarom opnieuw uitgevoerd en geactualiseerd voor beluchting met startjaar 2017. De geactualiseerde berekening is weergegeven in Figuur 7 in dit voortgangsrapport.](#)

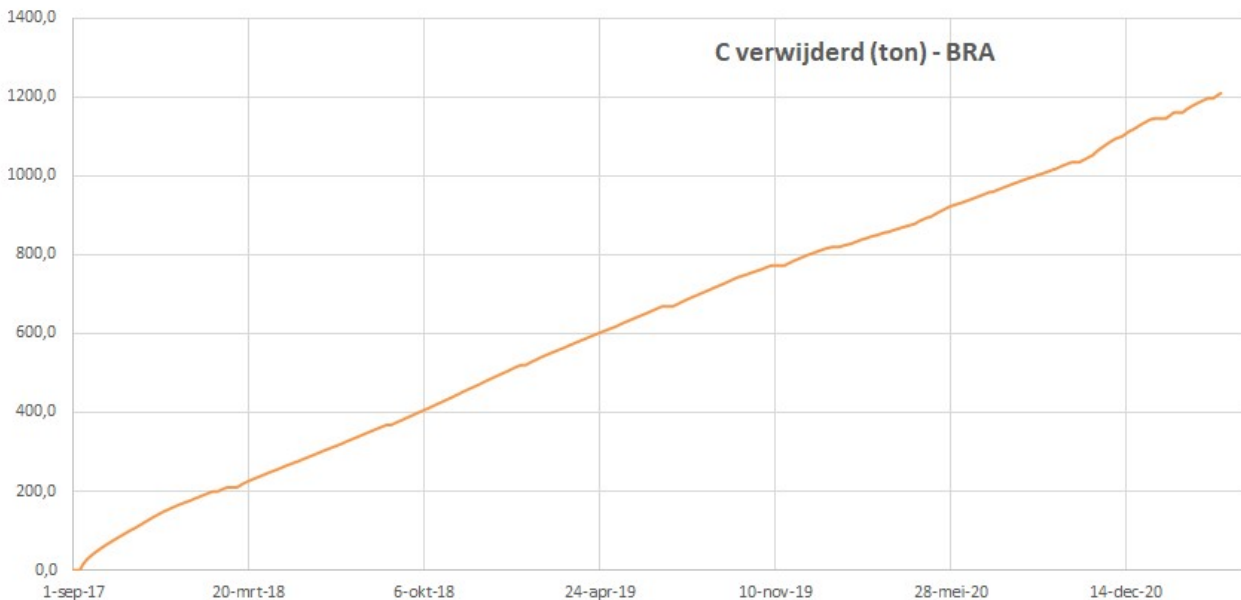
Tijdens de beluchting zelf is de hoeveelheid onttrokken CO₂ en CH₄ gemonitord, waardoor ook de verwijderde hoeveelheid afbreekbaar koolstof kan worden bepaald. Combinatie van beide geeft een schatting van de ontwikkeling van de resterende hoeveelheid afbreekbaar koolstof in het afvalpakket. In Figuur 5 is de werkelijke gassamenstelling van het onttrokken afgas (zoals gemeten bij het verdeelstation) weergegeven.

⁴ Bijlage 5 (Evaluatie van analyses van afvalmonsters) uit rapportage 'Afvalmonsternamen en analyse bij de nulmeting van de iDS-pilots', H. Oonk (Kernteam iDS), 2020. Bij de berekening van organisch koolstof op de locatie Wieringermeer is uitgegaan van resultaten uit de Oxitop-analyse, zoals beschreven in die rapportage.



Figuur 5: Gassamenstelling vs. onttrokken normaaldebiet en geïnjecteerde lucht bij beluchting van Braambergen op compartiment 11N/Z en 12O/W (debieten gecorrigeerd voor druk en temperatuur). Op 26 september 2019 is de luchtinjectie gestart en is ook de onttrekking opgevoerd naar 100%.

In tegenstelling tot de situatie op Wieringermeer, valt op Braambergen minder duidelijk het verband af te leiden tussen onttrokken debiet en de concentratie van methaan (hoe lager het debiet, hoe hoger de concentratie methaan, omdat de gasvorming in het pakket dan hoger zal zijn dan de onttrekking kan bijbenen - een hoger debiet veroorzaakt het tegenovergestelde als gevolg van verdunning). Naast de onttrekking van standgas in de eerste maanden, is dit verband vooral zichtbaar tussen september 2018 en april 2019, wanneer het onttrokken debiet sterker afneemt.



Figuur 6: Onttrokken koolstof bij beluchting van Braambergen, compartiment 11N/Z en 12 (gecorrigeerd voor druk en temperatuur).

In Figuur 6 is de hoeveelheid met het afgas verwijderd koolstof in tonnen weergegeven, gecorrigeerd voor variatie in druk en temperatuur (C als gemeten concentraties $\text{CH}_4 + \text{CO}_2$ in het afgas maal het cumulatief normaaldebiet). Hierbij wordt de verwijdering van koolstof via het percolaat buiten beschouwing gelaten.

Verwijdering in de vorm van DOC in het percolaat is te verwaarlozen. De verwijdering van kooldioxide in de vorm van in percolaat opgelost bicarbonaat moet nader onderzocht worden. Hierbij speelt niet alleen de concentratie in het percolaat een rol, maar ook de kooldioxide die in de percolaatput voorafgaand aan monsternamen als is uitgedampt.

In tabel 5 wordt de berekende gasvorming, die wordt verwacht zonder beluchting (in tonnen C bestaand uit CH₄ en CO₂) vergeleken met het door de beluchtingsinstallatie onttrokken gas (eveneens in tonnen C). Aangezien de doelstelling voor de beluchtingspilots was dat de gasvorming zonder pilot met een factor 3 versneld kon worden, wordt door het bepalen van de verhouding tussen onttrokken koolstof en autonoom gevormd koolstof tevens de vergelijking gemaakt met de verwachte gasvorming met de pilot. Met behulp van het Afvalzorg Multifase model is berekend dat in 2019 ca. 243 ton koolstof als stortgas wordt gevormd in compartimenten 11N, 11Z en 12 samen. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat bij stortgasvorming er evenveel CH₄ als CO₂ wordt gevormd. Een jaarlijkse afname van 314 ton C via de gasfase betekent dat de onttrokken hoeveelheid C dus een factor 1,3 maal de hoeveelheid organisch koolstof bedraagt, die als stortgas per jaar wordt gevormd. Deze versnelling is het directe gevolg van de beluchtingsinspanning van de pilot.

<Actualisatie april 2021: Uit de constante steilheid in Figuur 4 blijkt dat de jaarlijkse hoeveelheid onttrokken koolstof vrij constant is, zie ook Tabel 5. Omdat zonder beluchting de gasvorming wat zou afnemen, is er ten opzichte van de gemodelleerde gasvorming sprake van een kleine toename, zoals te zien is in de berekende factor.>

Tabel 5: Stortgasvorming volgens het Afvalzorgmodel en gemeten koolstofverwijdering

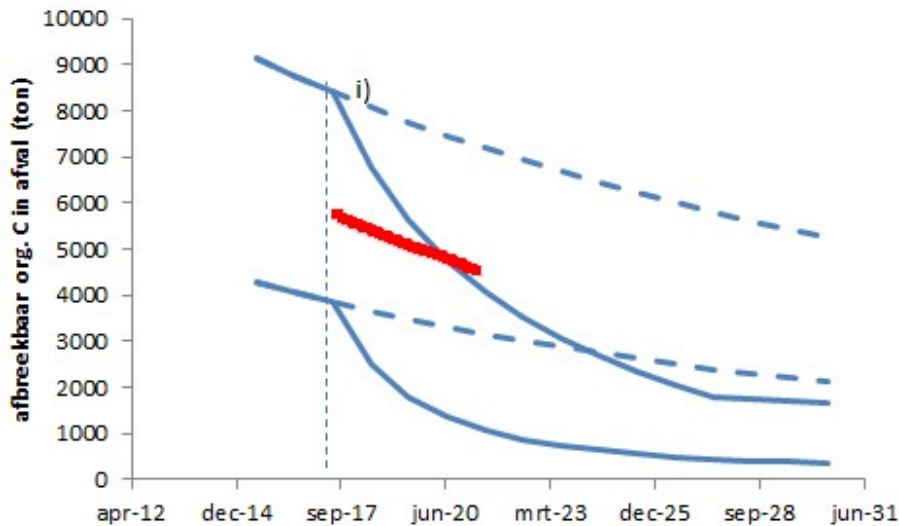
Jaar	Gevormd stortgas in 11N/Z+12O/W (ton C)	Gevormd stortgas in 11N+12O/W (ton C) ¹	Gemeten verwijdering (ton C)	Factor versnelling bij 11N/Z+12O/W	Factor versnelling bij 11N+12O/W ¹
2018	260	228	329	1,27	1,44
2019	243	213	314	1,29	1,48
2020	228	199	320	1,41	1,61

¹: Om het effect van achterblijvende onttrekking op compartiment 11Z mee te nemen in deze vergelijking, wordt ook het scenario beschouwd waarbij wordt aangenomen dat de onttrekking op 11Z verwaarloosbaar is. Daarbij wordt voor deze berekening ook de stortgasvorming in 11Z buiten beschouwing gelaten.

Het grootste aandeel van dit gas komt uit compartimenten 11N en 12, omdat de onttrekking uit compartiment 11Z achterblijft (zie Figuur 2). Als de hoeveelheid koolstof, die via de gasfase onttrokken is als CH₄ + CO₂, vergeleken wordt met de hoeveelheid koolstof in gevormd stortgas in alleen de compartimenten 11N en 12 (zonder 11Z), valt deze factor hoger uit: 1,5 in 2019. Ter vergelijking, voorafgaand aan de pilot werd een versnellingsfactor van minimaal 3 wenselijk geacht. De toename van deze factor sinds 2020 is een combinatie van een afname in gevormd C en een toename in onttrokken C.

In Figuur 7 wordt de ontwikkeling van afname in afbreekbaar koolstof (berekend op basis van de nul-situatie) vergeleken met de prognose. De beperkte steilheid van de rode lijn is het gevolg van een beperkte afbraak van organisch koolstof.

Een toelichting over methaanemissie en behandeling van het afgas volgt in paragraaf 5.3.



Figuur 7: Ontwikkeling hoeveelheid afbreekbaar organische koolstof in het afvalpakket. De doorgetrokken lijnen (statistische onder en bovengrens) geven de prognose weer uit het DPvA, figuur 12. De stippellijnen voorspellen de boven en ondergrens van de hoeveelheid afbreekbaar organisch koolstof in het afval zonder verduurzaming. De rode lijn is een weergave van de gerealiseerde verduurzaming, gebaseerd op een inschatting van de resterende hoeveelheid afbreekbaar organisch koolstof in het afvalpakket in augustus 2017 (berekend met het Afvalzorg model) en een afname daarvan in de vorm van onttrokken CH₄ en CO₂ (zonder verwijdering via percolaat).

Voorlopige conclusie

De beluchting is minder succesvol dan vooraf verwacht. De hoeveelheid onttrokken (en daarmee ingebrachte lucht) is geringer dan ontworpen. Er wordt met het afgas ongeveer 1,3 maal meer C (in de vorm van CH₄ en CO₂) afgevoerd dan verwacht zonder beluchting. Zowel aan de doelstelling voor volumestroom als aan de doelstelling voor afbraakversnelling is niet voldaan. Als gevolg van de beperkte permeabiliteit van het afval, ontstaan plaatselijk (met name in compartiment 11Z) schijnwaterspiegels in het afvalpakket, waardoor de beluchting daar achterblijft. Daarbij draineren de gasbronnen dan niet meer en lopen deze vol met water. Daarnaast zorgt ook de ophoping van condensaatwater in de leidingen voor obstructie in de gasonttrekking.

Uit de monitoring van gasonttrekking per bron blijkt dat compartiment 11Z nauwelijks bijdraagt aan de onttrokken gasstroom. Dit wordt bevestigd door de waterstanden in de bronnen. Door deze situatie is hier een aanpassing van de beluchtingsmethode noodzakelijk.

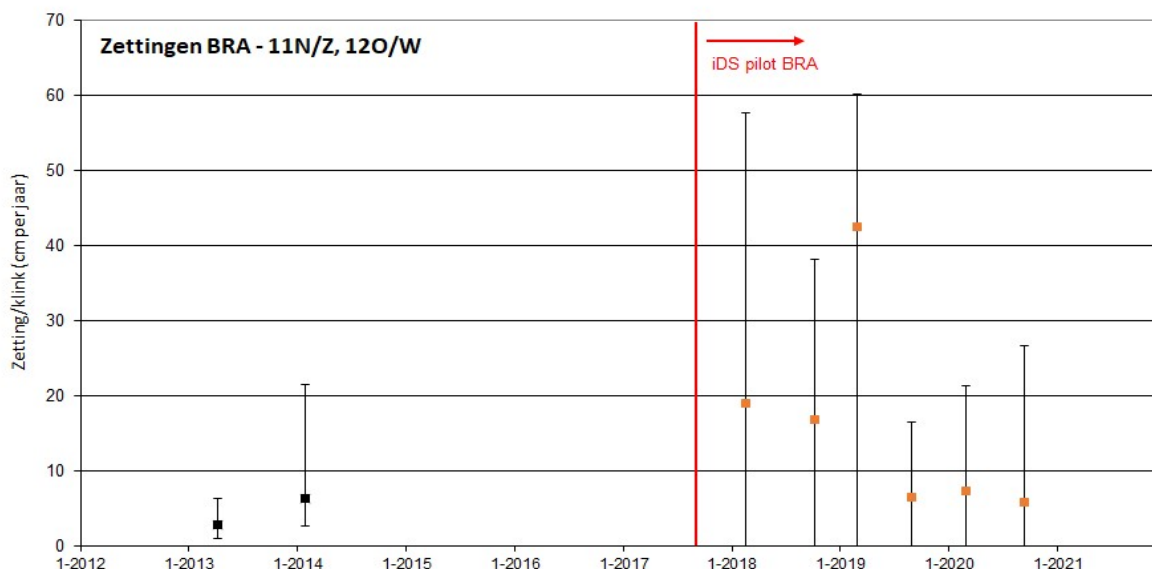
De resterende hoeveelheid afbreekbaar koolstof als gevolg van de gerealiseerde verduurzaming lijkt in Figuur 7 dezelfde trend te volgen als de bandbreedte van resterend afbreekbaar koolstof zonder verduurzaming. Er zijn wel effecten van de verduurzaming zichtbaar: de afbraak van organische koolstof bedraagt een factor 1,3 – 1,6 van de vorming aan koolstof in stortgas als gevolg van autonome afbraak. Het heeft daarom de hoogste prioriteit om de beluchting van het afval te maximaliseren. Deels is dit recentelijk (dec. 2019) al gedaan door overschakeling naar over-onttrekking/luchtinjectie. De maatregelen om dit verder te bewerkstelligen worden momenteel onderzocht.

4.2 Zettingen

<Actualisatie april 2021: Uit de vergelijking van zettingen blijkt dat deze vergelijkbaar zijn of licht tot plaatselijk sterk zijn toegenomen, in vergelijking met zettingen in de periode 2012-2013. Sinds de start van de beluchting is een trend van afnemende zetting zichtbaar.

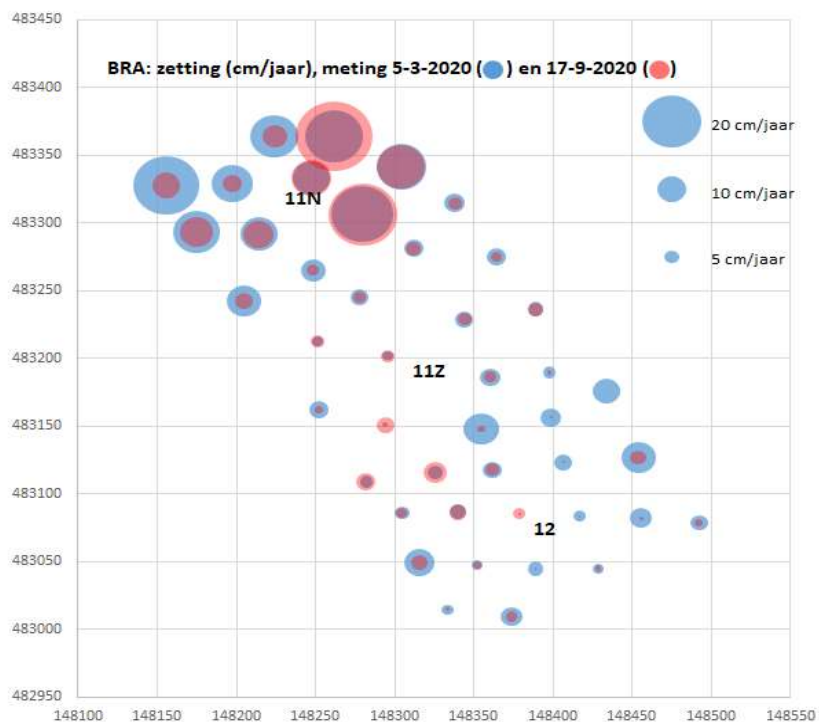
Met name ter plaatse van compartiment 11N zijn in de periode van 3,5 jaar zettingen opgetreden tot ca. 50 cm (een veelvoud van de zetting op 11N in de meetperiode ervoor).

In Figuur 8 zijn de gemiddelde zettingen per meting per jaar weergegeven.



Figuur 8: Gemiddelde zetting (incl. klink) per meetdatum van zakbaken (■) en meettegels (■) ter plaatse van de iDS-pilot op Braambergen.

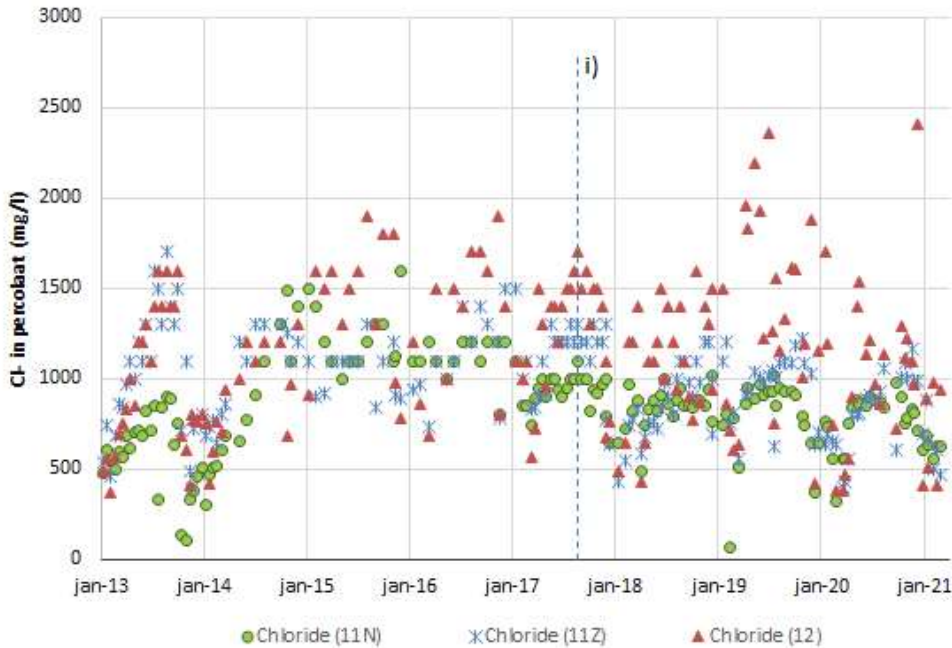
Figuur 9 toont een ruimtelijke weergave van de laatste zettingsmeting, waarin de overeenkomsten met de beluchting uit Figuur 2 duidelijk zichtbaar zijn. Dit is in overeenstemming met de verwachting op basis van het gestorte afval in compartiment 11N, in combinatie met een meer effectieve beluchting in dit compartiment. Bij het beschouwen van meetpunten afzonderlijk valt op dat plaatselijk op sommige punten in compartiment 11N de zetting in het laatste jaar juist iets is toegenomen. De volgende zettingsmeting staat gepland voor de maand april 2021.>



Figuur 9: Zettingen (omgerekend naar cm/jaar) zoals gemeten op 5 maart periode (3-9-2019 tot 5-3-2020) en 17 september 2020 (periode 5-3 tot 17-9-2020).

4.3 Ontwikkeling NH_4^+

De gemeten concentraties in percolaat vertonen veel spreiding als gevolg van verdunningseffecten door fluctuatie in neerslag. De concentratie van ammonium (NH_4^+) in het percolaat blijkt met name in 11N en 12 erg variabel. Dit kan worden verklaard door kortsluitstroming in het afvalpakket, waardoor tijdens perioden met veel regenval het percolaat meer verdund is⁵. Om de interpretatie van de ontwikkeling van de gemeten NH_4^+ te vergemakkelijken, kan het beste worden gekeken naar de verhouding van NH_4^+ en chloride (Cl^-) in het percolaat. De variabiliteit van Cl^- wordt veroorzaakt door hetzelfde verdunningseffect, dat ook de variabiliteit aan NH_4^+ veroorzaakt. De verhouding $\text{NH}_4^+/\text{Cl}^-$ is daardoor een stuk stabielere dan de concentraties zelf. De chlorideconcentratie in het percolaat is per pompput weergegeven in Figuur 10.

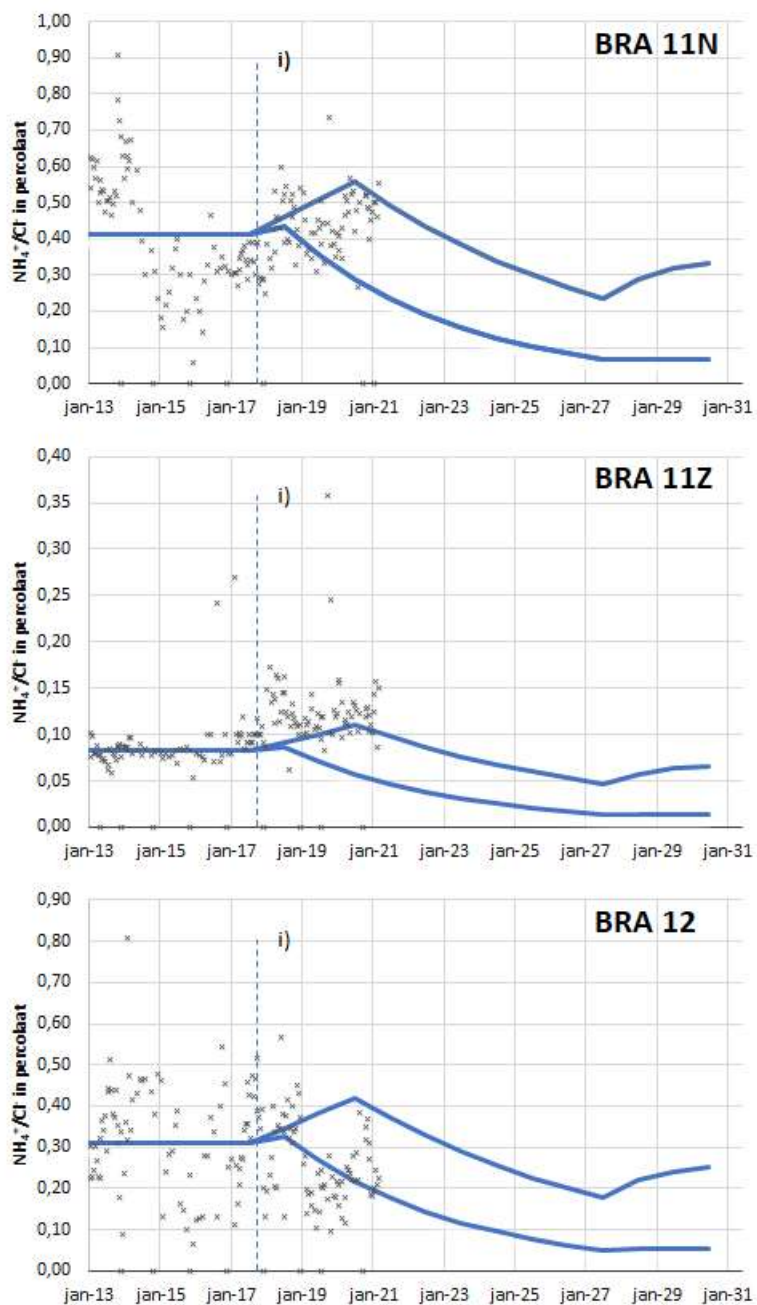


Figuur 10: Chloride-concentraties per pompput. De stippelijijn i) markeert de start van de beluchting.

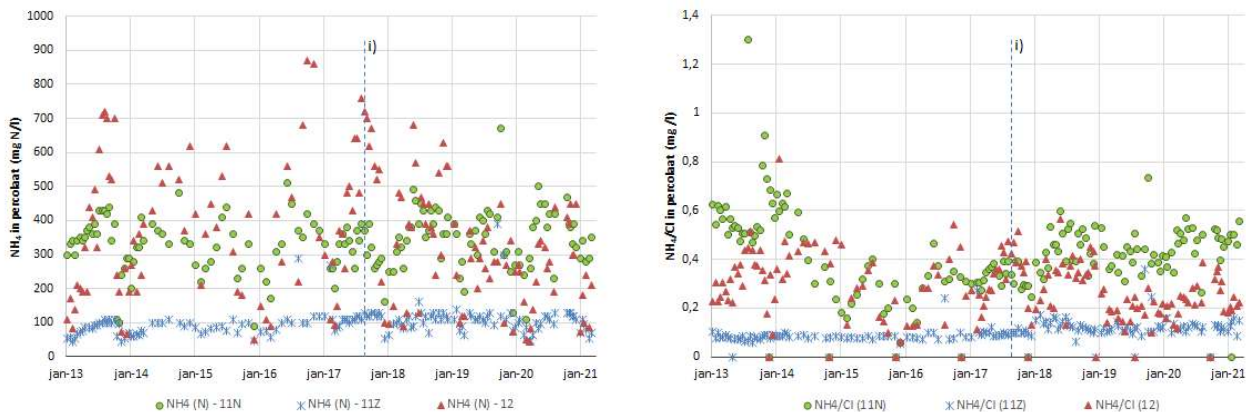
In Figuur 11 is een vergelijking van de gemeten $\text{NH}_4^+/\text{Cl}^-$ weergegeven (met NH_4 als N) met de verwachte ontwikkeling. Deze verwachte ontwikkeling is gebaseerd op de verwachte ontwikkeling in het Deelplan van Aanpak (figuur 18), maar wijkt daar van af (de verwachte ontwikkeling van concentraties in de DPvA heeft betrekking op stikstof-Kjeldahl (N_{Kj}), dat wil zeggen $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+ + \text{organisch-N}$, in plaats van NH_4^+ , zonder correctie voor verdunning).

De blauwe lijnen in Figuur 11 gaan uit van de gemiddelde concentratie ammonium per compartiment, zoals gemeten tijdens de nulmeting in het jaar 2013. Dat komt overeen met de waarnemingen van beperkte permeabiliteit van compartiment 11Z, waar de gemeten concentraties dicht bij elkaar liggen. Om te beoordelen hoe NH_4^+ (gecorrigeerd voor verdunning) zich daadwerkelijk ontwikkelt, is het resultaat per pompput weergegeven. Een vergelijking van de ammoniumconcentraties (als N) tussen de pompputten is gemaakt in Figuur 12. Naar verwachting zal een statistische interpretatie van de gemeten concentraties in het percolaat worden uitgevoerd, waardoor meer duidelijkheid wordt verwacht.

⁵ Deze variabiliteit is tijdens de voorbereiding van het project al onderkend. Om die reden is in de handreiking toetsing ETW vastgelegd, dat de concentraties uiteindelijk worden getoetst op basis van percolaatmonitoring gedurende een geheel jaar, waarbij de fluxgemiddelde concentratie wordt vastgesteld, welke vervolgens kan worden genormeerd naar een percolaatvorming van 3000 m^3 per hectare per jaar. Dit leidt voor NH_4^+ tot één waarde per jaar.



Figuur 11: Ontwikkeling van de verhouding $\text{NH}_4^+/\text{Cl}^-$ in het percolaat weergegeven per pompput in vergelijking met de gecorrigeerde verwachting (doorgetrokken lijnen). De stippellijn i) markeert de start van de beluchting.



Figuur 12: Vergelijking van de verhouding NH_4^+ (als N) links en rechts $\text{NH}_4^+/\text{Cl}^-$ in het percolaat tussen de pompputten. De stippelijntje markeert de start van de beluchting.

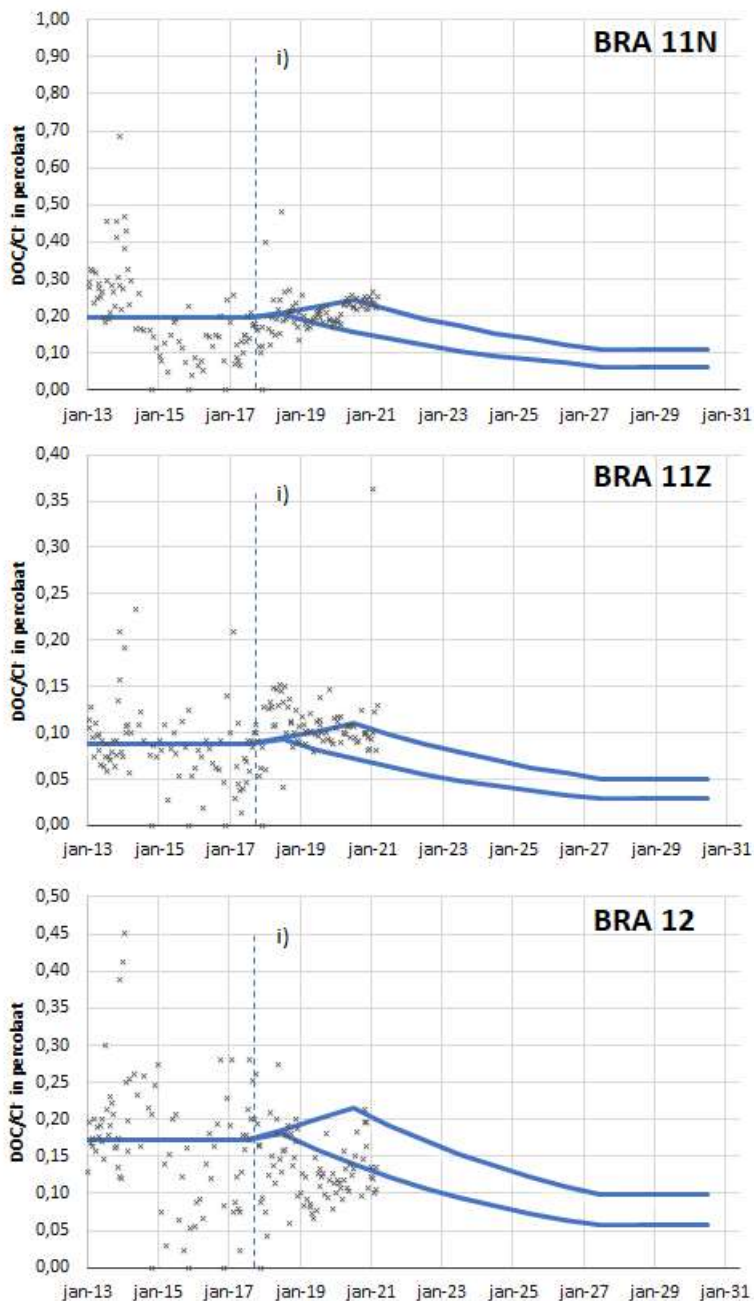
Voorlopige conclusie

Uit Figuur 11 en Figuur 12 kan worden afgelezen dat, na aanvang van beluchting, de verhouding van NH_4^+ en Cl^- en de spreiding van dit quotiënt bij compartiment 11Z en bij 11N vanaf medio 2014 inderdaad licht lijkt toe te nemen. Dit is consistent met de verwachting op basis van de versnelde mineralisatie van organische N-verbindingen onder aerobe omstandigheden ten gevolge van de beluchting. Dit patroon is niet zichtbaar voor compartiment 12, waar $\text{NH}_4^+/\text{Cl}^-$ juist lijkt te dalen. Zo lijkt compartiment 12 de “best-case” lijn te volgen (Figuur 11 onderaan). Deze verwachting is ook in het DPvA beschreven. Vergelijkbare verschuivingen zijn zichtbaar in het onderzoek naar microbiële processen, zie paragraaf 4.5 voor meer uitleg.

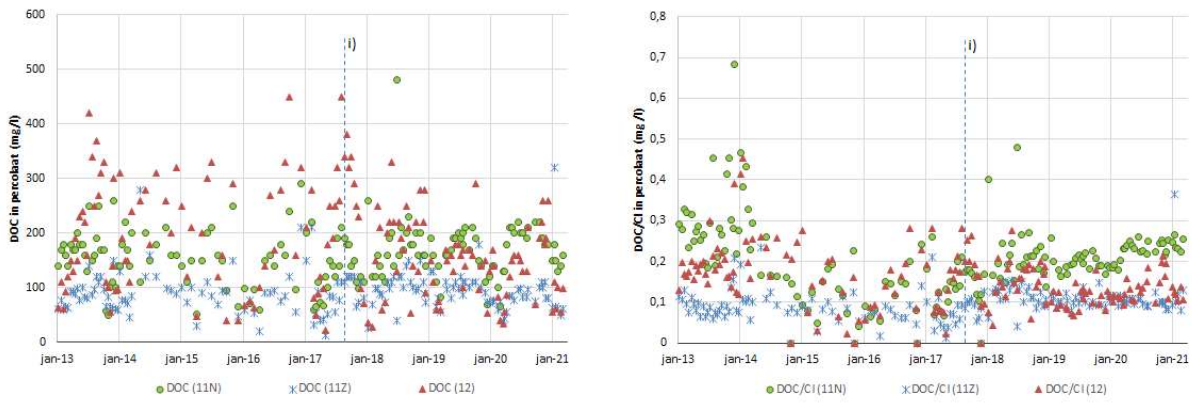
4.4 Ontwikkeling DOC in het percolaat

Voor opgelost organisch koolstof (DOC) in het percolaat is geen ETW afgeleid. De ontwikkeling van DOC in het percolaat is echter wel relevant, omdat de uitloging van veel componenten (veel zware metalen en organische micro's) hiermee correleert. Het deelplan van aanpak geeft een prognose van de ontwikkeling van het chemisch zuurstofverbruik (CZV) in het percolaat. CZV en DOC zijn beide een maat voor dezelfde parameter: de hoeveelheid organische stof en in de praktijk wordt ook een sterke correlatie tussen beide gemeten en de verwachte ontwikkeling voor DOC loopt gelijk aan de verwachte ontwikkeling voor CZV in figuur 13 in het DPvA.

Ook voor DOC geldt, dat concentraties variabel zijn als gevolg van verdunning tijdens perioden met veel regenval. De verhouding van concentraties van DOC en Cl^- geeft in de tijd een wat stabiel beeld en Figuur 13 en Figuur 14 geven de ontwikkeling van deze verhouding weer en vertonen een beeld dat sterk overeenkomt met dat van NH_4^+ . Ook voor DOC kan een lichte toename worden waargenomen, wat consistent is met de verwachting in het DPvA. De waargenomen trends in zowel NH_4^+ als DOC bevestigen dus de verwachte versnelde mineralisatie van (N-houdende) organische stof ten gevolge van de beluchting. Ook hier vertoont compartiment 12 een lichte afname en wijkt daarmee af van de andere twee compartimenten. Naar verwachting zal een statistische interpretatie van de gemeten concentraties in het percolaat meer duidelijkheid geven.

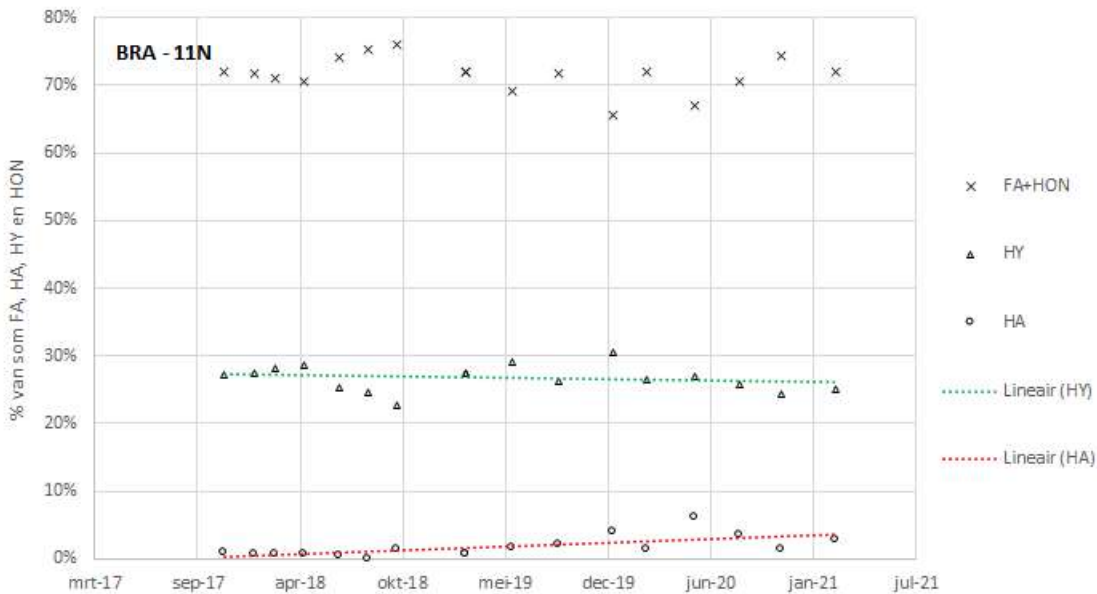


Figuur 13: Ontwikkeling van de verhouding DOC/Cl in het percolaat weergegeven per pompput, in vergelijking met de verwachting, op basis van het DPvA.



Figuur 14: Vergelijking van DOC (links) en de verhouding DOC/Cl (rechts) in het percolaat per pompput. De stippelijijn markeert de start van de beluchting.

<Actualisatie april 2021: Sinds aanvang van de pilot wordt het percolaat tevens 4x per jaar geanalyseerd op de speciatie van DOC fracties in humuszuren (HA), fulvinezuren (FA), hydrofiële zuren (HY), hydrofobe organische neutrale verbindingen (HON). Deze analyse van deze fracties helpen bij het karakteriseren van afbraak van organische stof in het afvalpakket.



Figuur 15: Ontwikkeling van DOC fracties in het percolaat van Braambergen PP11N. De groene stippelijijn is een lineaire trendlijn door de gemeten concentraties hydrofiële zuren (HY). De rode stippelijijn markeert een lineaire trendlijn door de gemeten concentraties humuszuren (HA). In de DOC speciatie voor PP11Z en 12 zijn deze trends niet zichtbaar; een fluctuatie als gevolg van seizoensinvloeden is wel zichtbaar.

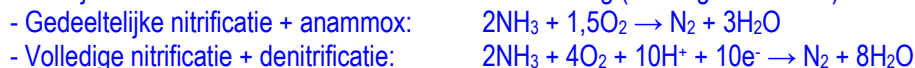
De speciatie van DOC in het percolaat op Braambergen laat zien dat het HY aandeel bij aanvang van de proefnemng al minder dan 30% was, terwijl dit bij bodems en vers organisch afval (zoals verse compost) tot meer dan de helft van de DOC uit kan maken. Dit geeft aan dat de stabilisatie van organisch materiaal op dat moment al duidelijk op gang gekomen was.

In het percolaat van compartiment 11N wordt tijdens de pilot een lichte toename zichtbaar van het relatieve aandeel van humuszuren (HA) en er lijkt zich eveneens een zeer geringe afname van het aandeel HY en de som van FA + HON af te tekenen, zie Figuur 15. Doordat de afname in absolute termen beperkt is, kan nog niet duidelijk worden vastgesteld of dit ten koste gaat van het aandeel HY of dat van FA + HON. De toename van HA en afname van HY is consistent met de waargenomen verschuiving van DOC fracties tijdens rijping van compost. Op 11Z en 12 wordt nog geen significante verandering in de speciatie waargenomen. De vervolgmonitoring zal moeten bevestigen of deze trend zich voortzet en ook zichtbaar wordt in een relatieve verhoging van het aandeel FA + HON, zoals ook wordt waargenomen bij de rijping van compost. De waarneming dat stabilisatie eerder waarneembaar lijkt

in de HA dan in de fracties FA + HON fractie zou samen kunnen hangen met de lage HA concentraties waarin kleine bijdragen door langzame veranderingen in de samenstelling van DOC eerder waarneembaar zijn dan in de aanzienlijk hogere FA+HON concentraties.

4.5 Onderzoek naar microbiële populaties in het percolaat

<Actualisatie april 2021: Het onderzoek van Deltares en Orvion naar dynamiek in microbiële populaties⁶ en daarmee samenhangende processen door kwalificatie en kwantificatie van DNA en RNA uit het percolaat is recentelijk afgerond. Uit DNA- en RNA-analyses in onttrokken percolaat voor en na aanvang van de verduurzamingsmaatregelen blijkt, dat de microbiële activiteit in het afvalpakket zich wel degelijk aan het ontwikkelen is. [Het effect van de aeratie op microbiële populaties was goed waarneembaar in percolaat van stortplaats Braambergen uit proefvak PP-12 en PP-11N. Er was een toename van zwavel-oxiderende micro-organismen, in overeenstemming met dalende sulfide gehalten en sulfaat pieken in het percolaat. In proefvak PP-11Z is geen sprake van duidelijke stijging van sulfaat gehalten en daling van sulfide gehalten. Verder is een verschuiving van denitrificatie naar nitrificatie vastgesteld. Dit is in overeenstemming met detectie van nitriet en nitraat in het percolaat, m.n. in PP-12. In het percolaat van Braambergen werd na aeratie met moleculaire microbiologische technieken een toename van de aantallen en activiteit van de anammox bacterie Candidatus "Kuenenia stuttgartiensis" gevonden. Vooral in Braambergen PP-12 was anammox een actief proces, wat aangeeft dat door beluchting toegevoegd O₂ efficiënt gebruikt wordt. In PP-12 is een daling van ammonium gehalten waarneembaar. Bij ammoniumverwijdering via nitrietvorming \(gedeeltelijke nitrificatie\) en anammox, wordt namelijk minder zuurstof verbruikt dan via nitraatvorming \(volledige nitrificatie\) en denitrificatie:](#)



Bij het vaststellen van anammox was het gebruik van moleculaire microbiologische analyses essentieel. De moleculaire analyses duiden er op dat, in de periode van twee jaar na starten van aeratie, heterotrofe organisch stof oxiderende en zwavelverbindingen oxiderende micro-organismen in sterkere mate geactiveerd zijn dan ammonium oxiderende micro-organismen. Een verklaring hiervoor is dat nitrificerende micro-organismen vanwege een lagere affiniteit voor zuurstof de concurrentie verliezen van heterotrofen en zwaveloxideerders. Het is echter aannemelijk dat bij langere aeratie, verwijdering van gemakkelijk oxideerbaar organisch substraat en zwavelverbindingen plaats zal vinden, waarna opgeloste zuurstofconcentraties in de stort toenemen. Dit is gunstig is voor de groei en activiteit van ammonium- en nitrietoxideerders.>

⁶ 'Effect van percolaatrecirculatie en aeratie in stortplaatsen op microbiële populaties in het percolaat', Gerritse et al., Deltares/Orvion, 2021.

5

RISICO'S EN RISICOBEBEERSING

5.1

Omgevingsrisico's

In hoofdstuk 7 van het Deelplan van Aanpak (DPvA) Braambergen staan de omgevingsrisico's beschreven voor beluchting van een afvalpakket. In Tabel 10 van genoemd Deelplan zijn deze risico's en de beheersing ervan samengevat. Hieronder in tabel 6 zijn de risico's en beheersmaatregelen nogmaals kort opgesomd.

Tabel 6: Overzicht verhoogde milieurisico's cf. DPvA bij beluchting en de beheersing ervan op Braambergen

Risico's	Beheersing risico
<p><i>Algemeen</i> Weglekken van percolaat naar bodem en grondwater. Beluchting kan de concentraties in percolaat verhogen. Bij een eventuele lekkage kunnen bodem en ondergrond sterker worden belast.</p>	<p><i>Preventieve maatregelen en monitoring</i> Er is een goed functionerende onderafdichting. De waterstand op de onderafdichting wordt continu geminimaliseerd. De werking van het drainagesysteem wordt tijdens de pilot gecontinueerd. Lekkage door de onderafdichting wordt gemonitord door middel van monsternamen uit de controledrains en analyse van het daar opgevangen water.</p> <p><i>Beheersmaatregelen</i> Bij verhoogde waterstand op de onderafdichting wordt de beluchting stilgezet en de werking van individuele drains gecontroleerd en eventueel hersteld.</p> <p><i>Verslaglegging en overleg</i> Significante incidenten (zoals uitbraken van percolaat) zullen direct aan het bevoegd gezag worden gemeld als ongewoon voorval op basis van de omgevingsvergunning of de Wet milieubeheer. Waarnemingen en wijzigingen van instellingen worden in een logboek vastgelegd. Daarnaast worden alle waarnemingen samengevat in de periodieke rapportage aan het bevoegd gezag.</p>
<p><i>Beluchting</i> Uitval van het systeem voor behandeling van de lucht uit de aerobe stortplaats kan leiden tot onacceptabele extra methaan en geuremissies.</p>	<p><i>Preventieve maatregelen en monitoring</i> Onderdeel van het systeem voor beluchting is een afgasbehandeling, waarmee geuremissies tot een acceptabel niveau kunnen worden teruggebracht. Hiermee zullen ook eventuele methaanemissies worden gereduceerd, voor zoverre dat op kosteneffectieve wijze mogelijk is. Het functioneren van de afgasbehandeling zal op afstand worden bewaakt.</p> <p><i>Beheersmaatregelen</i> Bij uitval wordt per SMS de technische dienst gealarmeerd. De afgasbehandeling zal vervolgens worden hersteld. Als een snelle herstart niet mogelijk is, zal de beluchting gedurende het herstel van de afgasbehandeling worden stopgezet.</p> <p><i>Verslaglegging en overleg</i> De werking van het systeem voor afgasbehandeling en eventuele storingen hierin zullen worden gerapporteerd in de periodieke rapportages.</p>
<p><i>Veiligheid</i> Vorming van een explosief mengsel van methaan in lucht, vooral tijdens de opstart.</p>	<p><i>Preventieve maatregelen en monitoring</i> De samenstelling van de onttrokken lucht zal continu worden bewaakt, waarbij de regeling zodanig wordt ontworpen dat de samenstelling van de onttrokken lucht zodanig is, dat er met zekerheid geen gevaar voor explosie zal bestaan. Bij het beheer van de installatie wordt een protocol gevolgd voor de opstart, waardoor deze veilig kan verlopen.</p>

Het risico weglekken van percolaat wordt besproken in paragraaf 5.2. Extra methaan emissie wordt besproken in paragraaf 5.3. Paragraaf 5.4 gaat in op geuremissies. Veiligheid wordt besproken in paragraaf 5.5.

In paragraaf 7.3 van DPvA Braambergen worden de projectrisico's besproken. De projectrisico's van aanleg en ontwerp worden besproken in paragraaf 5.6. Hierin wordt een korte uitleg gegeven van de voorzieningen die zijn gerealiseerd en de aanpassingen tijdens de realisatie en tijdens de uitvoering van de pilot. De projectrisico's met betrekking tot bedrijfsvoering en de monitoring zijn over het hele

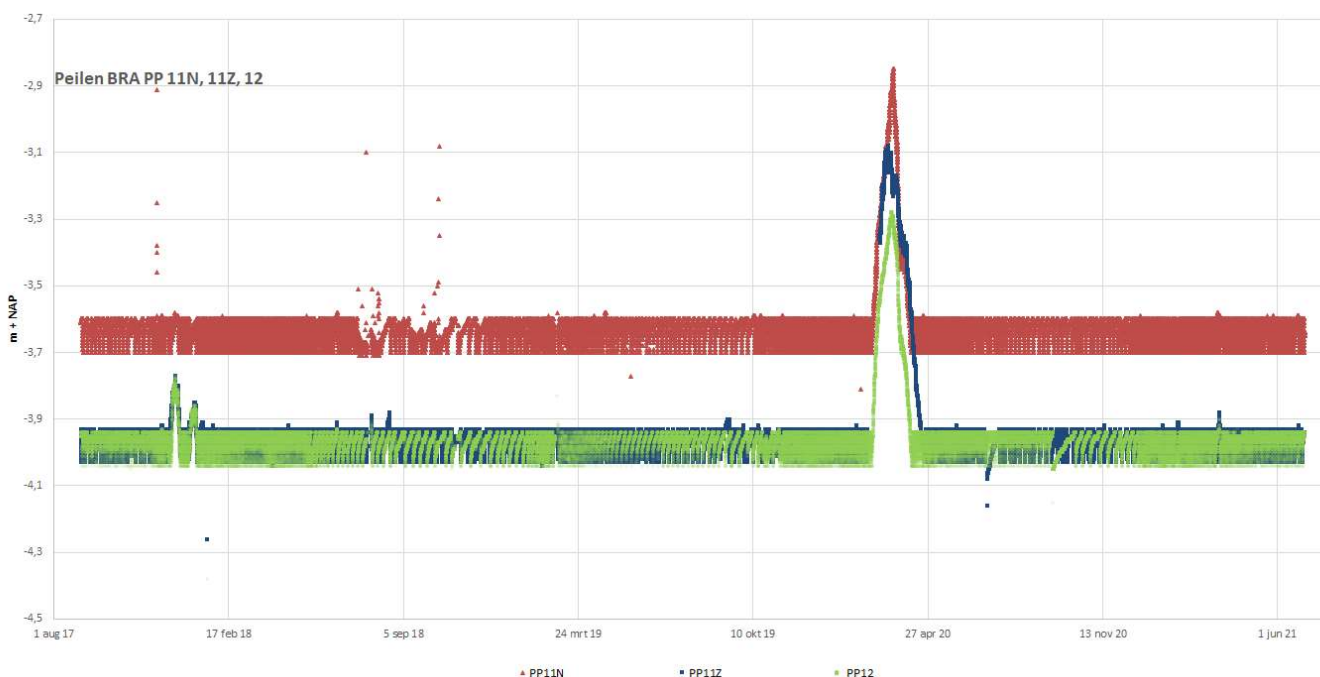
voortgangsrapport verspreidt. De conclusies die daaruit zijn getrokken zijn verkort weergegeven paragraaf 5.7 Interpretatie en bijsturing.

5.2 Grondwatermonitoring

Tijdens het plaatsen van de boringen, is op 2 december 2016 een boorcasing afgebroken. Bij de poging die casing terug te halen is hij verder weggezakt en heeft de onderafdichting ter plaatse van compartiment 11N (bij bron C6) geraakt. In nauw overleg met de omgevingsdienst OFGV is het gat op diepte gedicht en de drainagelaag en onderliggende zandlaag gefixeerd. Uit de resultaten van grondwateranalyses uit de plaatselijke controledrains konden geen afwijkingen of bijzonderheden worden geconcludeerd.

Uit de reguliere grondwatermonitoring⁷ van omliggende peilbuizen (1-5, 2-3, 2-4, 2-5, 3-1, 3-2, 3-3, 3-5 t/m 3-8) blijken geen bijzonderheden. <Actualisatie april 2021: Ook bij beschouwing van gegevens uit 2020 is er geen sprake van bijzonderheden.> Er lijkt nog steeds sprake van een kwelsituatie, met periodiek inzijging bij enkele peilbuizen, met name in natte periodes. De concentraties in het diepe, midden- en ondiepe grondwater lijken gelijk te blijven of te variëren binnen de bandbreedte zoals die gemeten is sinds aanvang van metingen. Deze variatie is nog niet duidelijk toe te wijzen aan de pilot als ook andere parameters worden beschouwd.

Uit de gemeten waterstanden in de pompputten 11N, 11Z en 12 (Figuur 16) over 1.430 dagen volgt dat het doel om de waterstand op de onderafdichting te minimaliseren wordt bereikt met uitzondering van 40 dagen in de periode maart-april 2020. In de bijlage zijn gedetailleerde tekeningen van percolaatdrainage en pompputten opgenomen (figuur 6 en 7).



Figuur 16: Percolaatniveaus in pompputten PP 11N (rood), 11Z (blauw) en 12 (groen).

De peilen van de compartimenten 11Z en 12 zijn hetzelfde. De data overlappen elkaar. Compartiment 11N ligt ongeveer 0,5 m hoger en daarom zijn de peilen ook ongeveer 0,5 m hoger. De grootste pieken boven inslagpeil van de pompen is te zien tussen eind februari 2020 en medio april 2020, welke het gevolg is van falende pomp in de centrale pompput. De centrale pompput voert niet alleen het water uit de compartimenten 11N, 11Z en 12 af naar de rwzi, maar ook water uit de overige compartimenten. De compartimenten 6 tot en met 10 lozen onder vrij verval op een tussenpompput. Indien deze pompput niet met voorrang gelegeerd wordt overstroomd de put en lekt percolaat weg. Zodoende moesten de

⁷ Voortgangsrapportage Braambergen 2019, Bodemzorg, 2020.

pompputten 11N, 11Z en 12 uitgeschakeld worden. Tevens zijn er kleinere pieken te zien in de niveaus van PP11Z en PP12, tussen 14-12-2017 en 5-1-2018. Deze zijn te relateren aan een periode van sterke neerslag, waarvoor de centrale pompput een te beperkte afvoercapaciteit heeft. In maart 2020 heeft gedurende 10 dagen het peil op sommige plaatsen in compartiment 11Z (ter plaatse van de laagste foliehoogte van de laagst liggende drain: ca. 75 m lengte in drain 43) tot boven de stortzool gestaan. Zodra de pomp was gerepareerd zakte het peil snel. Bij de andere compartimenten bleef het peil tot onder de stortzool. Het data-gat in het niveau van PP11Z is het gevolg van een defecte signaalkabel, die na een week werd gerepareerd.

5.3 Methaanemissies

5.3.1 Behandeling afgas

Over het afgasbehandelingssysteem meldt het DPvA voor Braambergen (2014) op pagina 23: "In eerste instantie zal dat systeem uit een fakkel voor laagcalorisch gas bestaan. [Voorafgaand aan de pilots is door Ecofys⁸ een analyse gemaakt van de extra methaanemissies t.g.v. de pilots. Daarbij is geconcludeerd dat een regeneratieve thermische naverbrander niet kosten effectief is en dat de extra emissies bij toepassing van biofilters bij beluchting acceptabel zijn.](#) Indien het methaangehalte van het onttrokken gas kleiner wordt dan 15% zal een biofilter worden geplaatst."

In 2016 in de ontwerpfase is gebleken dat het wenselijk was hogere zuurstofgehaltenes (4-8%) en lagere methaangehaltenes (<5%) in het afgas te realiseren om de afbraak maximaal te versnellen en tegelijkertijd geen explosief mengsel in het onttrekkingsysteem te hebben. Dat levert een gaskwaliteit die zonder steungas niet gefakkeld kan worden. Om die reden is er voor gekozen direct biofilters te plaatsen, met actieve luchtbijmenging.

Na de start van de beluchting is gebleken dat de zuurstofgehaltenes in het afgas lager en methaan gehaltenes hoger waren dan gehoopt. Dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt dat vrij snel na ingebruikname het ontwerpdebiet van de onttrekking niet meer gehaald kon worden. [De methaan gehaltenes zijn vrijwel altijd lager dan 15% geweest. In die zin waren biofilters de juiste keuze.](#)

[Er heeft zich geen uitval van het systeem voor behandeling van afgas \(biofilters\) voorgedaan. Wel is waargenomen dat er afhankelijk van vochtgehalte en pH \(zwavelwaterstof verwijdering zorgt voor verzuring\) in het medium schommelingen in de geurverwijdering optreden. Als de beluchtingsinstallatie zelf uitvalt \(debiet 0 m³/h in Figuur 1\) door een storing of onderhoud wordt het afgasbehandelings-systeem niet belast en kunnen er geen onacceptabele extra methaan- en geuremissies plaatsvinden.](#)

Biofilters zijn uitsluitend geschikt voor methaanoxidatie bij lage methaanconcentraties. Gelet op de hoger dan verwachte methaanconcentraties, zijn er pogingen ondernomen om de methaanverwijdering in de biofilters vast te stellen. Dit is maar beperkt gelukt, waarbij veel variatie tussen de filters is gemeten. Vervolgens is in 2018 geconcludeerd dat zelfs als wel 50% verwijdering zou plaatsvinden, er (gelet op de methaanconcentratie in het afgas) wellicht een betere oxidatietechniek beschikbaar is, namelijk de laagcalorische fakkel. Op dat moment zijn gesprekken gestart met leveranciers van laagcalorische fakkels. In het voorjaar van 2020 is een wijziging van de gasonttrekking aangevraagd. In juli 2020 is opdracht gegeven voor de bouw van een speciaal voor Braambergen ontworpen laagcalorische fakkel, die het stortgas van de overige compartimenten gebruikt als steungas.

<Actualisatie april 2021: De nieuwe fakkel is in april 2021 in bedrijf genomen. Hierbij is in de aansluiting van de iDS installatie een bypass gerealiseerd, die het mogelijk maakt het iDS afgas te leiden naar het biofilter indien de fakkel buiten bedrijf is vanwege onderhoud. Op deze wijze kan de iDS installatie onafhankelijk in proces blijven.>

Tot en met januari 2018 is het gelukt het zuurstofgehalte in het afgas boven (of rond) 5% en het methaangehalte onder 5% te houden. Daarna is het zuurstofgehalte geleidelijk gedaald naar ongeveer

⁸ Ecofys, Stortgasemissies Duurzaam Stortbeheer, 2011

2% (wat luchtbijmenging noodzakelijk maakte voor de biofilters) en het methaangehalte gestegen naar 10% en hoger, als gevolg van verminderde onttrekking in koude, natte periodes. Die concentraties leveren geen explosief mengsel. Het afvalpakket is een zeer traag reagerend systeem. Er waren aanwijzingen dat vocht het beluchtingsdebiet beïnvloedt. Die invloed kan verschillen over een hydrologisch jaar. Om al die redenen, is mede op advies van het Kernteam besloten geen ingrijpende wijzigingen door te voeren.

<Actualisatie april 2021: Als de hoeveelheid onttrokken methaan wordt beschouwd, is te zien dat deze sinds de pilot relatief constant lijkt rond de 150 ton methaan per jaar. In de situatie dat geen beluchting uitgevoerd zou zijn, kan met behulp van het Afvalzorgmodel een gasvorming voor Braambergen 11N/Z en 12O/W voor 2018 t/m 2020 worden berekend van respectievelijk 174, 162 en 152 ton CH₄ per jaar. Bij een "normale" stortgasonttrekking en oxidatie in de deklaag zou dit geresulteerd hebben in een methaanemissie van ca. 41% van de gevormde CH₄ per jaar.

Tabel 7: Prognose van gevormd en geëmitteerd methaan in geval van geen beluchting en schatting van methaanemissie via biofilters bij beluchting (in ton CH₄)

Jaar	Prognose methaanemissie ¹ (ton) in geval van geen beluchting	Schatting emissie via biofilters bij beluchting
2018	71	117
2019	66	125
2020	62	120

¹Berekend met het Afvalzorgmodel. Om naast de hoeveelheid onttrokken methaan met de stortgasvorming ook effect van achterblijvende onttrekking op compartiment 11Z mee te kunnen nemen in deze vergelijking, wordt ook het scenario beschouwd waarbij wordt aangenomen dat de onttrekking op 11Z verwaarloosbaar is. Daarvoor wordt in deze berekening ook de stortgasvorming in 11Z buiten beschouwing gelaten, net als in Tabel 5.

Uit metingen op de pilot Wieringermeer is gebleken dat circa 20% van de methaanvrucht in de biofilters kan worden geoxideerd. Hieruit kan worden berekend dat de gerealiseerde methaanemissie van Braambergen 11N/Z en 12O/W in 2018 t/m 2020 zou liggen rond de 120 ton CH₄ per jaar. Dit betreft geen diffuse emissie: deze vindt niet plaats aan het oppervlak van het afvalpakket, maar wordt veroorzaakt door beperkte CH₄-verwijdering in het onttrokken gas door de biofilters.

De methaanemissies zijn hoger, dan wat ze zouden zijn in geval het afvalpakket niet zou zijn belucht. Dat komt doordat de beluchtingslucht meer methaan bevat dan verwacht en door het lage rendement van omzetting van methaan in het biofilter. Naar verwachting zullen de toegenomen methaanemissies tot nagenoeg nul worden gereduceerd door de nieuwe fakkelinstallatie.>

5.3.2 Diffuse methaanemissies

Tijdelijke methaanemissies ontstaan bijvoorbeeld bij het plaatsen van nieuwe bronnen. Iedere graafactiviteit op een stortplaats veroorzaakt dit soort tijdelijke methaanemissies. Bij het plaatsen van de beluchtingsbronnen mag verwacht worden dat de tijdelijke emissies geringer zijn dan bij standaard stortgasbronnen. Tijdens de boring vormt de casing een barrière tussen afval en atmosfeer. Na plaatsing van de filterbuis wordt de casing omhoog getrokken en de kier tussen filterbuis met grond gevuld.

Methaanscreenings zijn uitgevoerd in juni en augustus 2017 na plaatsing van de beluchtingsbronnen en voorafgaand aan de start van de beluchting, Dit betreft de boven beschreven tijdelijke methaanemissies. Figuur 17 laat zien dat er geen concentraties boven 5% zijn gemeten. De bovenste twee figuren tonen gasbronnen die nog niet genoeg omsloten zijn of waarbij (droogte)scheuren zijn ontstaan naast de beluchtingsbronnen.

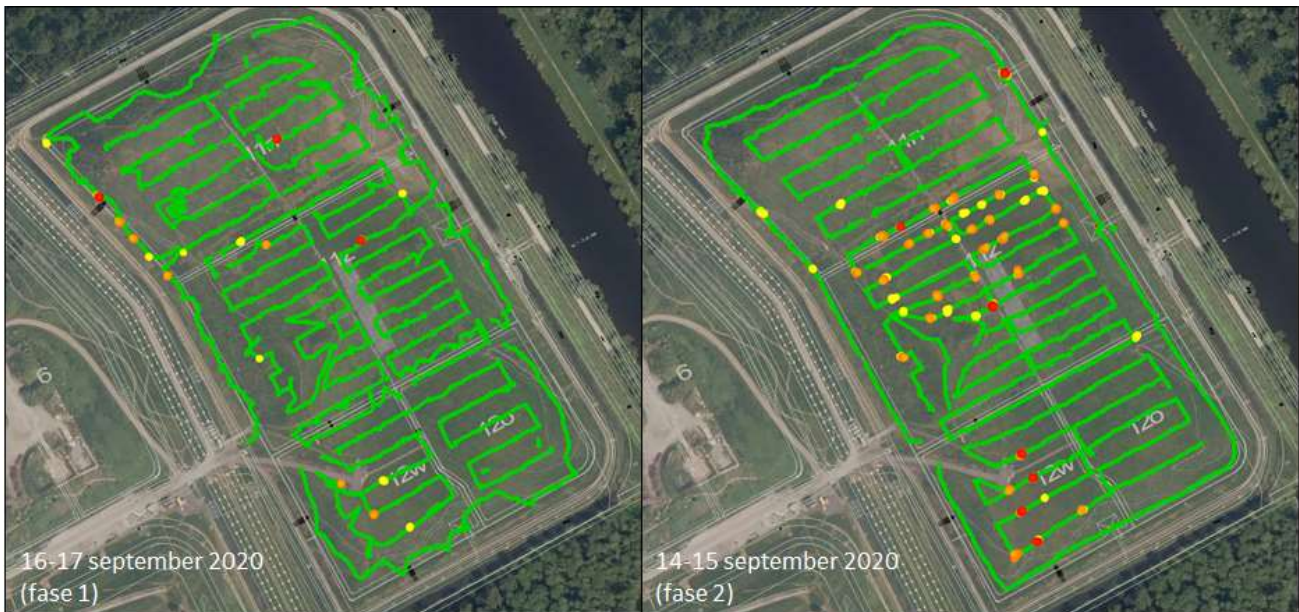
Nadat de beluchting was gestart, zijn er screenings uitgevoerd in november 2017 en september/oktober 2019. Deze zijn eveneens in Figuur 17 weergegeven. Hieruit kan worden afgeleid dat er sprake is van een vermindering van methaanemissie. Vanaf enkele maanden na het boren (in Figuur 17 rechtsonder), zijn de emissies van methaan alleen nog waar te nemen op compartiment 11Z (vooral westelijk deel) en

alleen via de boorgaten. Het betreft veelal beluchtingsbronnen met verhoogde waterstand en beperkte gasonttrekking. In september 2019 zijn een deel van deze "hot spots" verdwenen en sommige nieuwe aan de noordzijde verschenen. Na de start van luchtinjectie is in oktober 2019 een nieuwe screening uitgevoerd, die lijkt op de meting in september 2019, met als verschil dat er sprake is van meer hotspots, onder andere in het talud. Naast het inregelen van de luchtinjectie heeft dit ook te maken met het feit dat er recentelijk gemaaid was, waardoor hotspots op het talud gemakkelijker te herkennen waren.



Figuur 17: Methaanscreenings van Braambergen, compartiment 11N/Z en 12 (met de klok mee van juni 2017 tot oktober 2019).

<Actualisatie april 2021: In 2020 zijn methaan surface-screenings uitgevoerd tijdens de twee afzonderlijke combi-beluchtingsfases (fase 1 en 2 op respectievelijk 16 en 14 september 2020). Bij fase 1 vindt injectie plaats op de ene helft van de beluchtingsbronnen en extractie uit de andere helft. Bij fase 2 worden de beluchtingsbronnen, die in fase 1 werden geïnjecteerd, nu onttrokken en vice versa. Deze screenings zijn weergegeven in Figuur 8 en 19.



Figuur 18: Methaanscreenings van compartiment 11N/Z en 12O/W van september 2020, met fase 1-beluchting (links) en fase 2 (rechts).



Figuur 19: Detail van Fout! Verwijzingsbron niet gevonden. (links), compartiment 12W/O met fase 1-beluchting met gedetailleerde legenda. Gemeten methaanemissie bij de bronnen waar op dat moment lucht wordt geïnjecteerd.

Als er in detail wordt gekeken naar de concentraties, valt op dat bij combi-beluchting de meeste verhoogde methaanconcentraties worden gemeten bij de bronnen waar op dat moment lucht wordt geïnjecteerd, zie Figuur 19. Dit wijst erop dat de luchtinjectie op sommige bronnen een strippend effect kan hebben. Dit soort methaan [uittreding](#) zal in 2021 nader worden onderzocht met behulp van fluxbox-metingen.>

5.4 Geur

Geur wordt alleen waargenomen bij de biofilters en reikt niet verder dan enkele tientallen meters. Een recent geuronderzoek heeft aangetoond dat in de biofilters bij voldoende beregening en beluchting een rendement van 94% aan geurverwijdering werd behaald op de pilot Wieringermeer⁹. Na december 2018 is de beregening van de biofilters op Braambergen stopgezet, vanwege het sterk corrosieve water dat daarbij ontstaat en de filters aantast. Op 24 maart zijn 3 biofilters afgekoppeld. Eén filter blijft beschikbaar voor afgasbehandeling als de fakkels door onderhoud tijdelijk buiten bedrijf is. De nieuwe fakkels worden in april 2021 in bedrijf gesteld, waarna het afgas samen met stortgas van andere compartimenten verbrand zal worden in een nieuwe fakkelinstallatie. Op Braambergen is er geen sprake van geuroverlast die verband houdt met de iDS pilot.

5.5 Veiligheid

Een explosie kan alleen ontstaan als aan drie voorwaarden is voldaan. Er dient sprake te zijn van een afgesloten ruimte, daarin dient zich een explosief mengsel te bevinden en er dient een ontstekingsbron te zijn. Een buis in het veld of in een installatie is per definitie een afgesloten ruimte. Dat is onvermijdbaar. In deze buizen bevinden zich echter geen ontstekingsbronnen. De beluchtinstallatie zelf is, in die delen waar gas getransporteerd wordt, volledig open. Daar is dus geen sprake van een afgesloten ruimte. Indien daar een lekkage zou optreden ontstaat geen onveilige situatie. De gaskwaliteit wordt gestuurd zodat die minder dan 4% methaan bevat of minder dan 10% zuurstof. Pas bij 5-15% methaan en tenminste 12% zuurstof is sprake van een brandbaar of explosief gasmengsel. Tijdens opstart na uitval of onderhoud kan er gedurende korte tijd sprake zijn van een explosief mengsel. Aangezien er geen ontstekingsbron aanwezig is en het slechts korte tijd optreedt, is dit acceptabel.

Tijdens de aanleg van het leidingennetwerk is in het voorjaar van 2017 een minikraan voorover gekanteld, waarbij het voorruit van de cabine werd verbrijzeld. De machinist raakte niet gewond. Het incident is door de onderaannemer afgehandeld conform veiligheidsprotocol.

Verder zijn er geen veiligheid gerelateerde incidenten geweest ter plaatse van de iDS-pilot op Braambergen.

5.6 Projectrisico's aanleg en ontwerp

5.6.1 Gasbronnen

Uit mondeling vernomen ervaringen bij andere beluchtingsprojecten was gebleken dat vooral de bovenste afvallagen goed belucht werden, maar dieper gelegen lagen in het afvalpakket niet. TU Delft heeft daarop een model ontwikkeld om verschillende scenario's door te rekenen. Het model is gevalideerd¹⁰ met gegevens uit stortgas-onttrekingsproeven uitgevoerd in het kader van de iDS-nulonderzoeken. De modelberekeningen gaven aan dat de enige aanpak om onderin het afvalpakket te beluchten bestaat bij toepassing van diepe filters. Daarnaast wordt een optimaal resultaat (zo veel mogelijk afval belucht en zo laag mogelijk energieverbruik) bereikt bij een onderlinge afstand van de filters van 5-10 m.

Bij andere beluchtingsprojecten zijn klassieke gasbronnen (buis 125-160 mm in een boring van 600-1.000 mm) toegepast met onderlinge afstanden van 30-50 m. Indien klassieke gasbronnen worden toegepast met een onderlinge afstand van 5-10 m, worden enerzijds de kosten onacceptabel hoog en komt anderzijds veel te veel afval vrij (dat bij reeds gesloten locatie) elders moet worden gestort. Dat heeft belastingtechnische nadelen en is milieu-hygiënisch niet gewenst.

⁹ Geuronderzoek IDS-containers locatie Wieringermeer, oktober 2019.

¹⁰ Optimizing landfill aeration strategy with a 3-D multiphase model, A.G. van Turnhout, TU Delft, 2020.

Na het uitvoeren van proefboringen en proefonttrekkingen is besloten een verdringingstechniek te gebruiken voor het plaatsen van dunnere buizen (32 mm uitwendig), waarvan de onderste 2 m gesleufd. Op de pilot Braambergen zijn tussen november 2016 tot en met januari 2017 230 bronnen geboord door middel van de verdringingstechniek op compartimenten 11N (64 bronnen), 11Z (110 bronnen), 12O (25 bronnen) en 12W (31 bronnen). De onderlinge afstand tussen de bronnen bedraagt ca. 20 m in de compartimenten 11N en 12O/W en ca. 15 m in compartiment 11Z. (Zie bijlage A, Figuur 1).

5.6.2 Oude gasbronnen

In de compartimenten 11N, 11Z en 12 zijn 36 oude gasbronnen aanwezig. Deze zijn verbonden via hun eigen gasleiding met een bronkist. Deze bronnen zijn bij aanvang van de pilot in de bronkist afgesloten.

5.6.3 Leidingen

De 230 bronnen zijn aan het maaiveld verbonden met een PP kniestuk (Plasson klem-schroefkoppeling) met verloop naar HDPE transportleidingen (DN 50 mm). (Zie bijlage A, Figuur 2). Deze HDPE leidingen liggen op het maaiveld, aangezien het bovenzvlak is afgewerkt met een deklaag onder afschot (ca. 2,5%). De leidingen zijn over het algemeen gegroepeerd per 4 of 5 en aangesloten via een meetregelstuk op kleine verdelers (manifolds) die overgaan van vijf HK50 naar één HK89 leiding (DN 89 mm). (Zie bijlage A, Figuur 3). Ter plaatse van compartiment 11Z zijn in de rijen H, I, J, Q en R (ten noorden en ten zuiden van de piramide) met 11 bronnen 1 bron meer aanwezig dan de 2x 5 aansluitingen op de 2 kleine verdelers die per rij aanwezig zijn. Daarom zijn in die rijen de bronnen 5 en 7 gecombineerd op een T-stuk en aangesloten op één ingang van de verdeler, zodat de zuig- en blaas-functie gescheiden blijft.

De Bauer HK89 leidingen zijn ondersteund en lopen dwars over het midden van het bovenzvlak (alias "ruggengraat") en zijn aangesloten op grote verdelers, waarbij zes HK89 buizen overgaan op één Bauer HK159 buis. Op deze wijze zijn 230 bronnen verbonden via evenveel DN 50 mm buizen die samenkomen via 48 bredere buizen (DN 89 mm), in 8 nog bredere buizen (DN 159 mm), die aangesloten zijn op het blowerstation. De leidingen en aansluitingen zijn zo uitgevoerd, dat desgewenst wisselend extractie van gas en injectie van lucht kan plaatsvinden. Elke verdeler staat onder afschot door ongelijke poten en heeft aan de lagere kant een 1" kogelkraan om condens of ander opgezogen vocht af te tappen.

<Actualisatie april 2021: Sinds december 2020 wordt er getest met flow-optimalisatie door automatische elektrische kogelkranen op de verdelers in compartiment 11N. Naar verwachting heeft vooral de kortstondige injectie van lucht op alle bronnen een stimulerend effect waardoor regelmatig naar de bron kan worden afgelaten.>

5.6.4 Beluchtingsinstallatie

Het Afvalzorg stortgas-prognosemodel (versie 2015) berekende in 2016 voor Braambergen stortvakken 11N/Z en 12O/W dat in 2016 nog ca. 4,7 miljoen kg afbreekbaar koolstof aanwezig was. Hierdoor is bij het dimensioneren gebruikgemaakt van inzichten uit 2016. Aannemend dat dit voor 100% wordt afgebroken en de zuurstofinbreng een effectiviteit van 70% heeft, zou bij 8 jaar beluchten 850 m³ lucht per uur. Niet alle zuurstof zal effectief verbruikt worden. Zeer waarschijnlijk is het voor het halen van de doelstelling van beluchting niet noodzakelijk om alle afbreekbare koolstof om te zetten, zodat in de praktijk minder lucht nodig zal zijn. De werkelijk benodigde hoeveelheid lucht is niet exact te voorspellen. Als uitgangspunt voor het ontwerp is een onttrekkingsdebiet van 1.000 m³ gas per uur aangehouden. Met proefonttrekkingen is vastgesteld dat bij de gekozen gasbronnen de beluchtingsinstallatie geschikt dient te zijn voor een persdruk van 10-20 mbar en een zuigdruk van minus 40-50 mbar ten opzichte van de atmosferische druk. Het totale drukverschil bedraagt daarmee 50-70 mbar. De luchtinjectie is gedimensioneerd op 500 m³ per uur bij een drukverlies van 40 mbar. De luchttoevoer voor de biofilters is gedimensioneerd op 1.000 m³ per uur bij een drukverlies van 20 mbar. De blowerinstallatie is geleverd door IUT GmbH uit Oostenrijk (Zie bijlage A, Figuur 4).

Het hart van de beluchtingsinstallatie bestaat uit een ring met 4 op afstand bestuurbare kleppen, die de

stortgas/luchtstroom sturen van en naar de extractie- en injectieblower (Zie bijlage A, Figuur 5). Op deze manier kan gelijktijdig stortgas worden onttrokken en lucht worden geïnjecteerd op naast elkaar gelegen filters. Tevens kunnen de kleppen zo geplaatst worden dat bij uitgeschakelde injectieblower op alle filters gas onttrokken wordt. Tussen de ring met kleppen en de extractieblower zijn in de afgasstroom achtereenvolgens een gasflowmeter, stoffilter, temperatuursensor, druksensor en monsternamenippel voor de gasanalyser geïnstalleerd. Om de flow van geïnjecteerde lucht te kunnen monitoren, is aan de zuigzijde van de injectieblower een thermische massa-flowmeter geïnstalleerd. In de PLC is een veiligheidsvoorziening geprogrammeerd, die stuurt op de gemeten gassamenstelling (methaan- en zuurstofgehalten) en zo de operatie van installatie buiten de explosiegrenzen bewaakt.

5.6.5 Biofilters

Het onttrokken gas wordt van de extractie blower gecombineerd met lucht uit een make-up blower teneinde voldoende zuurstof voor de oxidatie in de biofilters te hebben. Een verdeler verdeelt het gas over 4 aansluitingen die verbonden zijn via HK159 buizen met 4 biofilter containers. De biofiltercontainers zijn voorzien van een polyester rastervloer, waar een polyester net overheen ligt.

Hierop is een laag van ca. 0,2 m houtchips (max. 40 mm) aangebracht als gasverdeellaag. Aanvankelijk lag hierop 1 m aan overkorrel (fractie 20-80 mm) uit groencompostering als filtermedium, met daarop ca. 0,2 m aan gesnoeide boomstobben om het filter af te schermen (200-250 mm (Zie bijlage A, Figuur 5). De biofilters zijn afgedekt met een dekzeil met elastieken, die het zeil op zijn plek houdt, maar waar het (gefilterde) gas wel uit kan ontsnappen. Het water onder de rastervloer loopt onder afschot weg via een afvoer, via 50 mm HDPE naar een pompput (zie onderstaande beschrijving). In de afwatering is een kogelkraan gemonteerd als afsluiter.

Op de biofilters is een beregeningsinstallatie geïnstalleerd, met een hydrofoorpomp die water onttrekt uit de naastgelegen sloot, via een tijd-geschakelde klep. De beregening is meerdere malen per etmaal actief (ingesteld op 3 minuten per 3 uur), met uitzondering in de winter als er kans is op vorst of bij onderhoudswerkzaamheden.

<Actualisatie 1 april 2021: Omdat in het voorjaar van 2021 een nieuwe fakkelininstallatie gerealiseerd zal worden, waarin het afgas van de iDS installatie zal worden behandeld, worden de biofilters niet meer geoptimaliseerd met een sulfide-filtrerende bodemas-laag, zoals ook is gebeurd op Wieringermeer. In het geval de nieuwe fakkel vanwege onderhoud of storing buiten bedrijf is, kan het beluchtingsproces worden voortgezet door middel van een T-stuk met vlamdoover en automatische klep, waarna het afgas naar een biofilter gevoerd wordt. (Zie bijlage A, Figuur 6). De defecte biofilters zullen in 2021 worden afgevoerd.>

5.6.6 Percolaatdrainage

Ter plaatse van compartiment 11N, 11Z, 12O en 12W bevinden zich respectievelijk 8, 8, 6 en 6 percolaatdrains, die afwateren naar pompputten PP11N, PP11Z en PP12 (één put voor 12O en W gezamenlijk)(zie Bijlage A, Figuur 6). De drains (HDPE, diameter 200 mm) zijn in oost-west richting (compartiment 11N en 11Z) en noord-zuid richting (compartiment 12O en 12W) aangelegd met een tussenafstand van 20 m, en liggen verdiept op de folie in een geul van 0,5 m diep, om afwatering te bevorderen. De zanddrainagelaag heeft een 0,5 m dikte onder de stortvloer en ter plaatse van de geul bedraagt deze dikte 1 m. De drains in compartimenten 11N en 11Z hebben doorspuitpunten in de taluds aan weerszijde van de compartimenten. De drains in compartimenten 12W en 12O hebben doorspuitpunten aan weerszijde van de drains, waarbij aan de noordzijde deze buizen uit het bovenvlak van compartiment 11Z steken.

De vorige hoogtemeting van de drainage (hydrostatische consoilmeting) dateerde van maart en december 2016 (met aanvullende consoilmetingen die zijn uitgevoerd in februari 2018, om tevens de verzameldrains en aansluitingen op de pompputten te controleren). Hieruit viel af te leiden dat de gemeten drains variëren in hoogte tussen NAP -4 en -5 m voor compartiment 11Z en tussen de NAP -4 en -4,5 voor compartiment 12W/O (onderzijde drain, binnenkant buis). De gemeten drains in compartiment 11N liggen tussen NAP -3,6 en -4 m, omdat de aanleghoogte van compartimenten 11Z en

12W/O 0,5 m lager is dan die van 11N. De folie tussen de geulen ligt 0,5 m hoger dan deze niveaus. Gezien de beperkte klink in het drainagezand, ligt de stortzool ca. 1 m hoger dan deze niveaus (0,5 m boven de folie). Uit de metingen van de verzamel drains in 2018 zijn gedeeltelijk afwijkende waarden gevonden, die zijn gecontroleerd door de pompput opnieuw te justeren. Helaas zijn veel van deze consoil metingen uit 2018 onbetrouwbaar gebleken door problemen bij de uitvoering.

De percolaatdrains worden jaarlijks doorgespoten (laatste keer in september 2019). Hieruit bleek dat meerdere drains in 11N (DS35), 11Z (49, 50, 52), 12W (53, 67) en 12O (60, 64) niet of maar gedeeltelijk konden worden doorgespoten, vanwege vernauwingen waardoor de spuitkop vast te zitten.

<Actualisatie 01-04-2021: In het najaar van 2020 zijn naast het doorspuiten ook nieuwe consoil metingen uitgevoerd, die in 2021 worden afgerond. De gegevens zullen aan de volgende voortgangsrapportage worden toegevoegd.>

5.6.7 Pompputten en peil

De pompputten van 11N, 11Z en 12 verpompen het percolaat naar de centrale pompput (CPP), vanwaar het naar de waterzuivering van waterschap Zuiderzeeland wordt verpompt. De peilen in de drie pompputten kunnen onafhankelijk worden geregeld, aangezien in elke pompput ook een niveaumeting aanwezig is. Het percolaat stroomt vanuit de compartimenten onder vrij verval naar de bewuste pompput per compartiment, vanwaar het verder wordt verpompt naar de CPP. In de persleiding is aan de buitenzijde van de put een monstername kraan aangebracht, waaruit de monsters voor laboratoriumanalyse worden genomen.

De drie pompputten zijn ca. 9,1 tot 9,7 m diep met de daken van de pompputten aangelegd op ca. NAP +4,2 m en de verschillende aanlegdieptes op de stortvloer. De putten zijn identiek, en hebben alle drie een pomp op de putbodem, die het percolaat omhoog stuwt. De inslagpeilen van de pompen bedragen NAP -3,6 m voor 11N en -3,93 en -3,94 m voor 11Z en 12 respectievelijk. Het uitslagpeil ligt 0,1 m lager. Op deze manier blijft de drain geïnundeerd.

In de putten zijn naast niveaumeters (hydrostatische druk) ook sensoren voor elektrische geleidbaarheidsmeting (EC) geïnstalleerd (JUMO CTI 500, inductie meetprincipe). Daarnaast is in pompput 12 de oude ATI Q45C4 EC sensor nog aanwezig ter vergelijking van de meetwaarden. Deze sensor is niet meer eenvoudig te verwijderen zonder afdalen in de put. Op basis van uitvoerig testen van verschillende EC-sensoren en opstellingen in het beluchte en onbeluchte deel van de pompput, is de onbeluchte opstelling naast de pomp gekozen. In de persleidingen van de putten PP11N, PP11Z en PP12 zijn Krohne Optiflux flowmeters gemonteerd, die het verpompte debiet (actuele en cumulatieve waarde) meten.

5.7 Project risico's bedrijfsvoering en monitoring: interpretatie en bijsturing

Procedureel

Het kernteam, dat het project iDS begeleidt, komt maandelijks bijeen. In principe wordt iedere maand één van de pilots in detail besproken, waardoor iedere pilot eens per 3 à 4 maand intensief wordt bediscussieerd. Vanwege de zeer intensieve monitoring op aspecten die vaak niet standaard beschouwd worden, ontstaan nieuwe inzichten en nieuwe vragen. Bevindingen worden zo goed mogelijk geïnterpreteerd. Conclusies en aanbevelingen van het KT worden vastgelegd in notulen. De bovenstaande interpretatie van de monitoringsgegevens en conclusies, en de hierna beschreven beslissingen zijn allemaal in samenspraak met het KT tot stand gekomen.

Besluiten

- Uitbreiden van percolaat-analysepakket met genoemde parameters (zie Tabel 3);
- Besluit aanvullende analyses op vaste afvalmonsters (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**);
- Aanleg van geotextiel ter bescherming van ERT-elektrodes aan het maaiveld.

Aandachtspunten

Het verhogen van het onttrekkingsdebiet [op de pilot Braambergen](#) blijft cruciaal. Afvalzorg heeft, in overleg met het Kernteam, verschillende acties ondernomen om de gasonttrekking te optimaliseren. Een voorbeeld hiervan is herhaald onderhoud aan de installatie en het netwerk van leidingen, en in geval van verstopping en lekkages, onderzoek naar de oorzaken en het verhelpen hiervan. Ondanks dat het waterpeil in het percolaat-drainagesysteem zo laag mogelijk wordt gehouden, zijn op verschillende plaatsen verhoogde waterstanden aangetroffen. Deze schijnwaterspiegels hinderen de beluchting.

<Actualisatie april 2021: De omvang, dynamiek en andere aspecten van de belemmering door te hoge schijnwaterspiegels maakt deel uit van een breder opgezet onderzoek naar de hydrologie van het afvalpakket. Naar verwachting worden de resultaten en maatregelen opgenomen in de volgende voortgangsrapportage>.

Als deel van dit onderzoek worden ter plaatse van de gasbronnen verschillende proeven uitgevoerd met infiltratie- en niveaumetingen, leegpompen, omhoogtrekken en het reinigen van gasbronnen. Gedurende de doorlooptijd van de pilot zal alles worden gedaan om zodoende de beluchting verder te optimaliseren. Concreet staat nu in de planning:

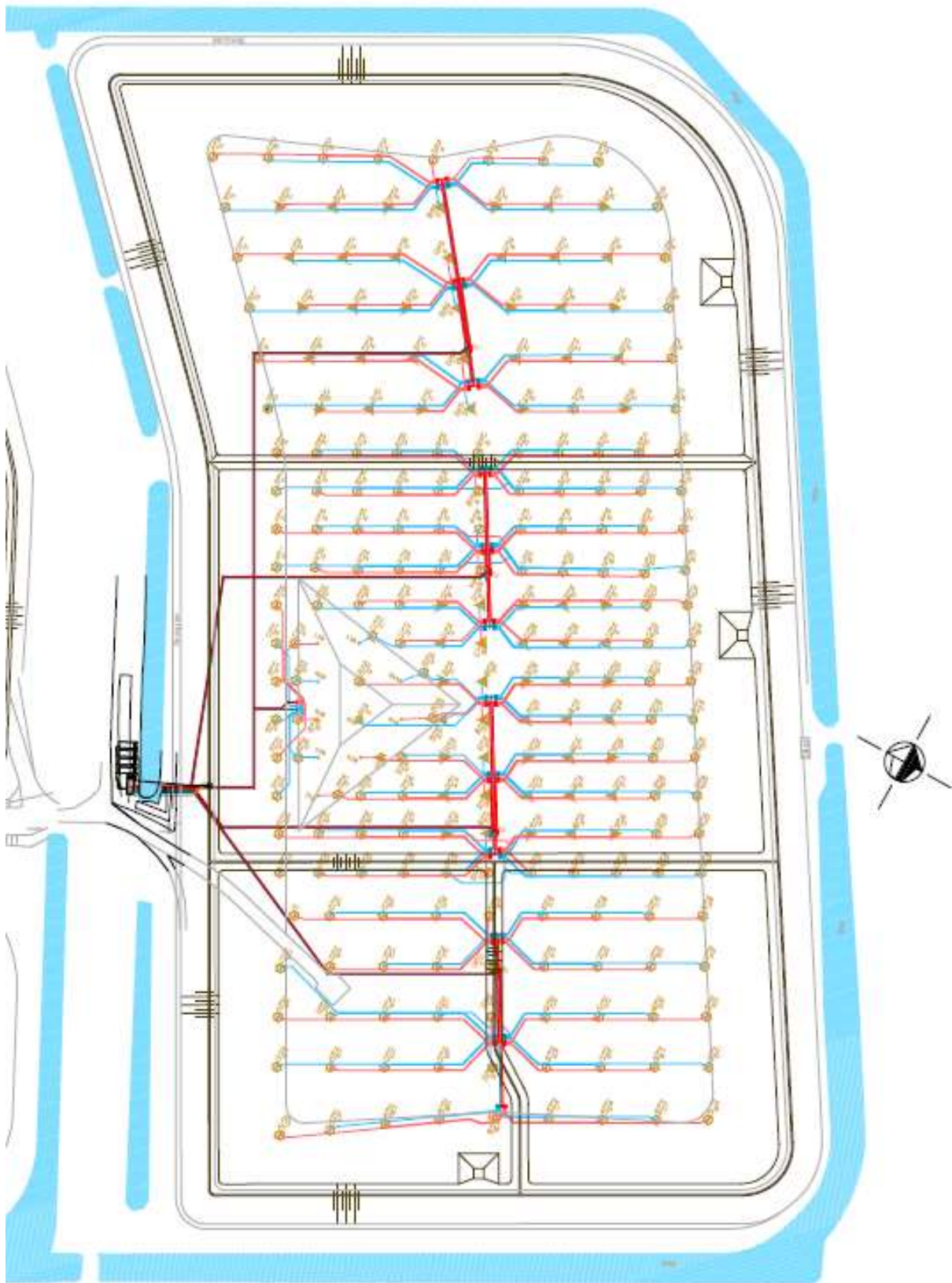
- Optimalisatie frequentie wisseling beluchting/onttrekking (juni 2020 tot zomer 2021)
- Onderzoek gedrag schijnwaterspiegels (infiltratietesten in juni/juli 2020 en pomptesten in november 2020 t/m maart 2021)
- Optrekken en borstelen beluchtingsbronnen tot boven de schijnwaterspiegels (proef in februari 2021, maatregelen toepassen in zomer 2021)
- Beslissing over regeneratie en maatregelen, aanpassing/bijplaatsen van bronnen (voorjaar/zomer 2021)>

Sinds de start van de pilot hebben een aantal nieuwe inzichten gezorgd voor het aanpassen van uitgangspunten. Het maximaliseren van de beluchting op Braambergen is van cruciaal belang, waarbij de problemen op compartiment 11Z extra focus houdt. Hoewel verschillen in permeabiliteit al voor aanvang van de pilots werden voorzien en daarom ook zijn meegenomen in het ontwerp, blijft de beluchting achter op de verwachting. Het valt nog te bezien of dit een groot probleem zal opleveren. Het percolaat van compartiment 11Z is van alle iDS compartimenten het dichtst in de buurt van de vastgestelde emissietoetswaarden (ETW).

De uitvoering van de pilot verloopt verder naar wens, waarbij de operator in compliance is met wet- en regelgeving. De combinatie van alle metingen levert een grote hoeveelheid aan data en informatie op, wat tevens meer vragen oproept. Uiteindelijk zal dit leiden tot meer begrip van de relevante processen.

BIJLAGE A

Beluchtingssysteem en percolaatdrainage Braambergen 11N, 11Z en 12
HL/PR/21874/AdO



Figuur 1. Gasbronnen en leidingloop



Figuur 2: Gasbron en aansluitleiding



Figuur 3: Verdelers en transportleidingen



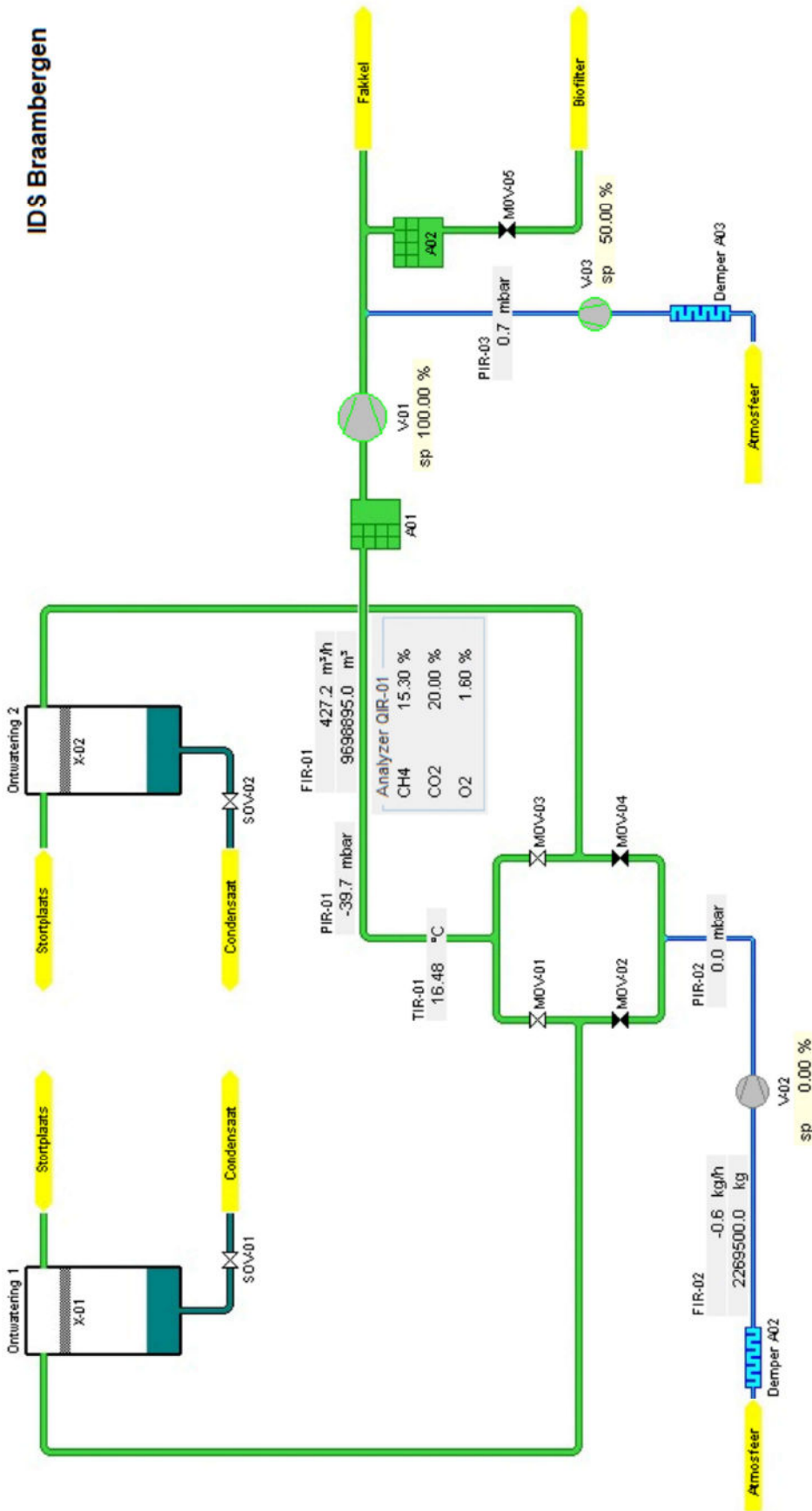
Figuur 4: Beluchttingsinstallatie



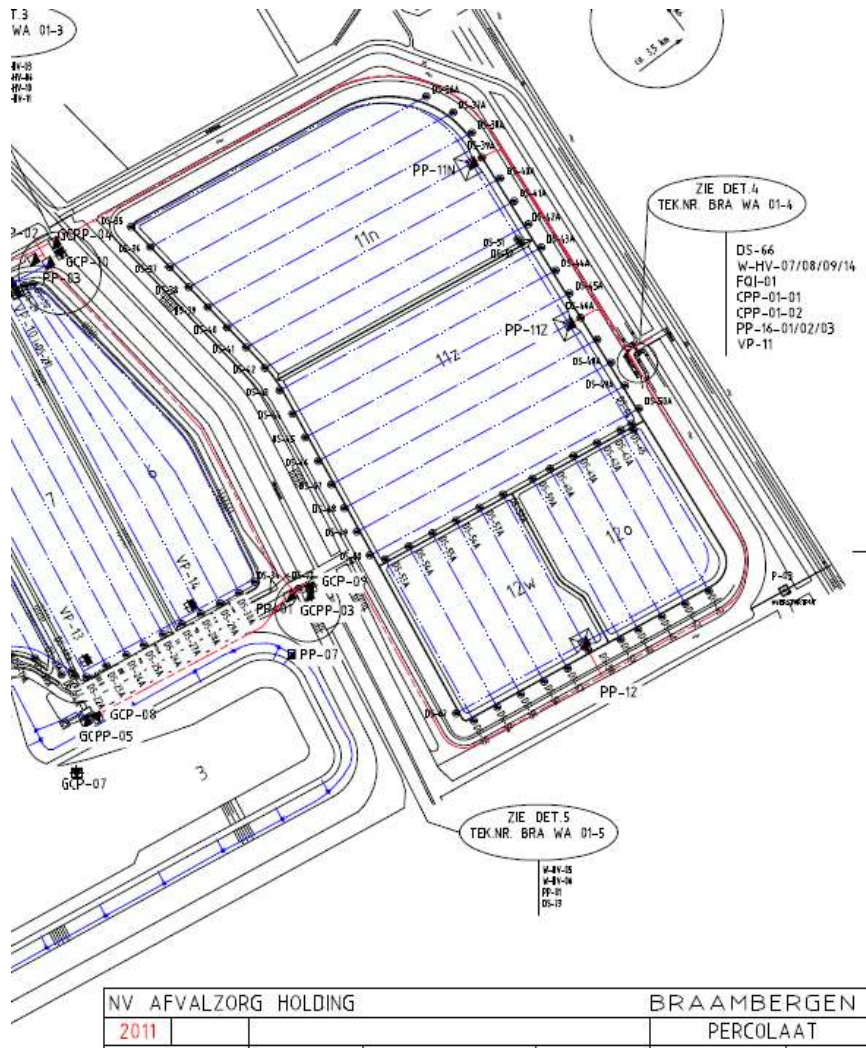
Figuur 5: Biofilters



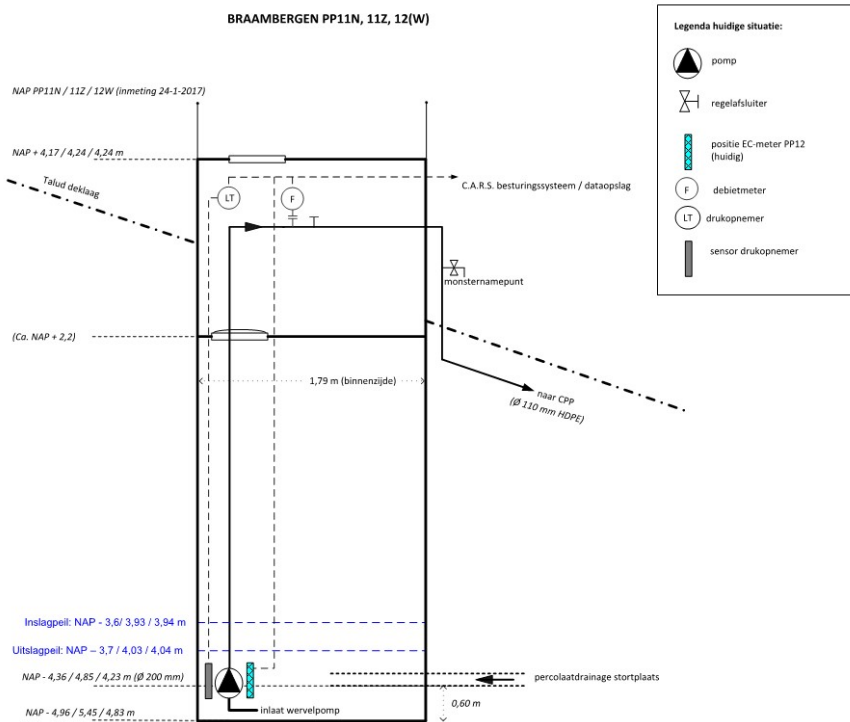
Figuur 6: Aansluiting op nieuwe fakkell via T-stuk met bypass met automatische klep naar biofilter (maart 2021)



Figuur 6: P&ID van de beluchtinstallatie (versie maart 2021)



Figuur 6: Percolaatdrainage Braambergen 11N, 11Z en 12



Figuur 7: Schema percolaatputten Braambergen 11N, 11Z en 12