



Openbare eindrapportage Topsector Energie 2015 – Hernieuwbare energie

TEHE115995 – Poul-AR® “Innovatieve technologie voor de vergisting van kippenmest”

Dit project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd Rijkdienst voor Ondernemend Nederland. (Uit: Regeling nationale EZ-subsidies)



Kreekzoom 3 | 4561 GX Hulst
T 0114 31 15 48 | E info@colsen.nl

www.colsen.nl



Gegevens project

Projectnummer

TEHE115995

Projecttitel

Innovatieve technologie voor de vergisting van kippenmest

Penvoerder en medeaanvragers

Naam deelnemer		
Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek B.V.	Penvoerder	Kreekzoom 3, 4561 GX Hulst (NL)
Jansen Wijhe Loonbedrijf en Grondwerken B.V.	Medeaanvrager 01-01-2016 t/m 01-06-2019	Lierderholthuisweg 15, 8131 PW Wijhe (NL)
Bio Energie Holwerd B.V.	Medeaanvrager 01-06-2019 t/m 18-02-2021	Lands Welvaren 1, 9151 AL Holwerd (NL)
Bio-Gas Veendam B.V.	Medeaanvrager 18-02-2021 t/m 31-12-2022	Spoorhavenweg 26, 9645 LZ Veendam (NL)

Projectperiode

Startdatum project 01-01-2016

Einddatum project 31-12-2018

Verlengde einddatum project 31-12-2019

Verlengde einddatum project 31-12-2022

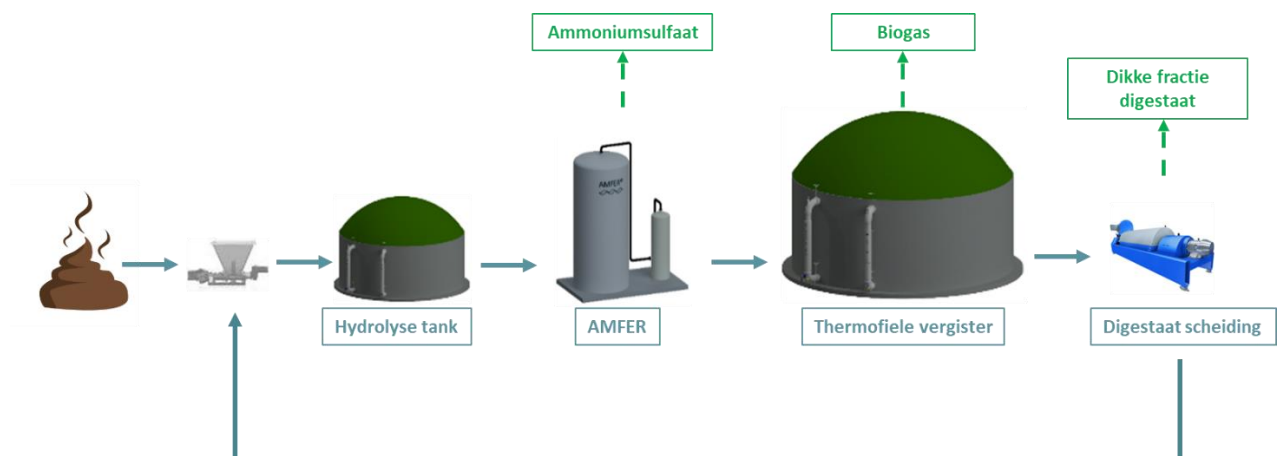
INHOUDSOPGAVE

1	Samenvatting	4
2	Het project.....	6
2.1	Behaalde resultaten, knelpunten en het perspectief voor toepassing	6
2.1.1	Ontwerp & Bouw	6
2.1.2	Successen en knelpunten	8
2.1.3	Toekomstperspectief	8
2.2	Bijdrage van het project aan de doelstellingen van de regeling (duurzame energiehuishouding, versterking van de kennispositie).....	9
2.3	Spin-off binnen en buiten de sector	9
3	Overige	10
3.1	Overzicht publicaties	10
3.2	Contactgegevens	11

1 Samenvatting

In Nederland bestaat al decennialang een mestprobleem. Om emissie van nutriënten naar de bodem, het grondwater en het oppervlaktewater te voorkomen is het bemesten van grond met dierlijke mest en het afvoeren en verwerken van mest aan strenge wetten en regels gebonden. Echter, wanneer mest op een juiste manier wordt aangewend, kan de mest op een positieve manier ingezet worden door energie en nutriënten terug te winnen.

Kippenmest heeft een hoog organisch drogestofgehalte en is daarom een geschikt substraat voor anaerobe vergisting. Tijdens het gistingsproces wordt organisch droge stof omgezet naar biogas, gasvormige hernieuwbare energie. Echter, kippenmest bevat ook hoge stikstofconcentraties en dit zorgt voor ammoniaktoxiciteit in anaerobe vergisters en bijgevolg falen van het proces. Om de ammoniaktoxiciteit te reduceren, om het biogaspotentieel van kippenmest volledig te benutten en om stikstof terug te winnen als een waardevolle stikstofmeststof heeft Colsen de Poul-AR®-technologie ontwikkeld. Met de Poul-AR® voorbehandeling (Figuur 1) wordt stikstof in twee stappen uit de mest verwijderd en vervolgens kan de stikstofvrije kippenmest worden vergist. In de eerste stap wordt organische gebonden stikstof in de mest vrijgesteld als ammonium. Dit proces heet ammonificatie en gebeurt met behulp van bacteriën. In de volgende stap wordt het vrije ammoniak uit de mest gestript met behulp van lucht in een AMFER® stikstofstripper. Dit is een fysisch/chemisch proces. De ammoniakrijke lucht zal vervolgens gewassen worden met zwavelzuur om zo een waardevolle ammoniumsulfaat meststof te produceren. Hierna kan de kippenmest gevoed worden aan de vergister. Er is gekozen voor een thermofiele vergister om zo efficiënt mogelijk biogas te produceren.



Figuur 1: Processchema Poul-AR technologie

De Poul-AR®-technologie werd op lab- en demoschaal getest en liet beloftevolle resultaten zien. De doelstelling van dit project is het ontwerpen en bedienen van een demonstratieplant van de innovatieve Poul-AR® technologie om hiermee een snelle marktintroductie mogelijk te maken.

De belangrijkste onderzoeksvragen zijn:

- Kunnen we stikstof uit kippenmest verwijderen en hoeveel?
- Kunnen we stikstof terugwinnen als kwaliteitsvolle meststof?
- Kunnen we duurzame energie produceren uit kippenmest?

Op basis van de pilotresultaten werden volgende doelen gesteld voor de demonstratieplant:

- $\text{NH}_4\text{-N/TN}$ ratio = 80% in de hydrolyse reactor;
- $\text{NH}_4\text{-N}$ concentratie < 1800 mg $\text{NH}_4\text{-N/L}$ na strippen met AMFER;
- Biogasopbrengst van 300 Nm^3 methaan/kg ODS gevoed.

Op basis van deze resultaten werd een eerste demo-installatie ontworpen en op de locatie van Bio-Gas Veendam in fasen opgestart. In Veendam en Stadskanaal bezit en beheert Bio-gas Veendam twee biogasinstallaties. De locatie in Veendam beschikt over een ruime vergunning en voldoende mogelijkheden voor uitbreiding. Ook qua gasafzet (via een directe lijn naar NEDMAG) is er voldoende ruimte om de productie te verhogen. Hierdoor is Bio-gas Veendam een zeer geschikte projectpartner. Daarnaast hebben ze ervaring in het bedrijven van biogasinstallaties. Hun huidige biogasinstallatie te Veendam bestaat uit 3 hoofdvergisters (3.500 m^3 /vergister) en 2 navergisters. Het dagelijks voedingsmenu bestaat uit 140 ton mest (voornamelijk varken), 50 ton kippenmest en 10 ton co-producten.

Deze installatie wordt uitgebreid met een 3.500 m^3 thermofiele vergister die alleen met kippenmest wordt gevoed en de Poul-AR[®]. De Poul-AR[®] demo-installatie bestaat uit een ammonificatie-reactor, ook hydrolyse genoemd, en uit 4 strippingtanks (1 CO_2 stripper en 3 NH_3 strippers). Colsen maakt voor het strippen gebruik van de AMFER-technologie.

De hydrolyse/ammonificatiereactor werkt goed en een $\text{NH}_4\text{-N/TN}$ ratio = 80% werd gehaald. De stikstofverwijdering in de AMFER is nog niet geheel op niveau, dit zal verbeteren zodra het stripproces in de AMFER is geoptimaliseerd. Bij optimalisatie wordt de hoeveelheid lucht om een zo groot mogelijke pH stijging in de CO_2 stripper te verkrijgen bepaald, de hoeveelheid base die nodig is om een efficiënte ammoniumverwijdering te behalen wordt getest en de hoeveelheid recirculatielucht wordt geoptimaliseerd. Er werd 82% van de verwachte biogasopbrengst gehaald. Verwacht wordt dat de biogasproductie zal verhogen en de gewenste organische stof afbraak behaald worden wanneer het systeem een steady state heeft bereikt.

De eerste demo Poul-AR[®]-installatie heeft tijdens de opstart beloftevolle resultaten laten zien. Op basis van de resultaten heeft Colsen besloten op de Poul-AR[®]-installatie verder in de markt te introduceren om op een efficiënte manier energie en nutriënten terug te kunnen winnen uit kippenmest.

2 Het project

2.1 Behaalde resultaten, knelpunten en het perspectief voor toepassing

2.1.1 Ontwerp & Bouw

Op basis van lab & pilotresultaten werd de Poul-AR demonstratieplant ontworpen en gebouwd. De installatie is ontworpen om 35 ton kippenmest per dag te verwerken (mono-mestvergisting). De kippenmestkwaliteit is gebaseerd op kippenmestanalyses van de regio. Het biogaspotentieel van de mest verlaagt wanneer deze (lang) wordt opgeslagen. Om een zo hoog mogelijke biogasopbrengst te garanderen wordt de mest zo vers mogelijk gevoed. De ruwe kippenmest wordt met een walking floor en 2 voedingsvijzels gevoed aan de hydrolysetank. De vloeibare fractie van de digestaatontwatering wordt ook aan hydrolysereactor gevoed. Dit is om een verpompbaar mengsel te verkrijgen. In de hydrolyse wordt organische gebonden stikstof en andere stikstofverbindingen vrijgezet naar ammonium. De hydrolysereactor is een gemengde reactor.

In de continue AMFER wordt ammoniak gestript uit de gehydrolyseerde kippenmest. Belangrijk in de stripper is een goed sproeibeeld zodat het contact tussen de gasfase en de vloeistoffase zo groot mogelijk is. Er werden sproeitesten uitgevoerd om de geschikte sproeikop te selecteren. Daarnaast werden hydrodynamische simulaties gedraaid met behulp van CFD (Computational Fluid Dynamics) om het ontwerp te optimaliseren. CFD biedt de mogelijkheid om werkelijke hydrodynamische condities te benaderen via numerieke computersimulaties. Zo wordt voorkomen dat eindeloos aan apparaten wordt gesleuteld om condities te optimaliseren. Het stripproces (AMFER) bestaat uit 4 reactoren. In de eerste reactor wordt CO₂ uit het mestmengsel gestript. Dit verhoogt de pH. Een hoge pH is nodig om het ammonium-ammoniak evenwicht naar ammoniak te verschuiven. Als de pH verhoging onvoldoende is, kan nog base (NaOH) worden gedoseerd. Bij hogere temperatuur verschuift het ammonium-ammoniak evenwicht ook naar ammoniak dus daarom wordt het mestmengsel ook opgewarmd. De AMFER maakt gebruik van een counter-current flow tussen mest en lucht. In elke reactor worden de lucht en mest in nauw contact met elkaar gebracht. De mest wordt bovenaan elke reactor gesproeid om het contactoppervlakte tussen vloeistof en gasfase te verhogen. Na de AMFER wordt de stikstofarme kippenmest gevoed aan de thermofiele gisting.

De vergister wordt gemengd en op temperatuur gehouden met 2 DIGESTMIX®-systemen. Met een DIGESTMIX®-systeem wordt het mengen en verwarmen van de reactor gecombineerd. De DIGESTMIX® bevindt zich aan de buitenzijde van de reactor en zorgt voor een goede menging zodat een CSTR reactor ontstaat. Dit is nodig om de contacttijd van het slib met de organische stof te maximaliseren en kortsluitstromen te vermijden. Op deze manier wordt een efficiënt systeem gegarandeerd. Tijdens onderhoud kan de DIGESTMIX® makkelijk worden losgekoppeld van de gisting zonder dat de gisting moet gestopt of leeg gezet worden.

Nadat het ontwerp werd afgerond werd de bouwfase gestart. Enkele foto's van de bouwfase worden hieronder weergegeven.



Figuur 2: Vloeren betonnen tanks hydrolyse reactor en gisting



Figuur 3: Dubbelmembraandak anaerobe gisting



Figuur 4: Plaatsing AMFER tanks

2.1.2 Successen en knelpunten

De successen en de uitdagingen van de DEMO installatie worden in dit hoofdstuk besproken.

Successen

De eerste DEMO Poul-AR installatie is gebouwd en al enkele maanden operationeel;

Volgende resultaten werden bereikt:

- 80% $\text{NH}_4\text{-N}$ vrijstelling in hydrolyse reactor is bereikt;
- pH wordt verhoogd via CO_2 stripper waardoor loog wordt bespaard;
- Weinig verstoppingsproblemen met sproeikoppen AMFER;
- Ammonium wordt verwijderd in de AMFER;
- 82% van de gewenste specifieke biogasproductie gehaald.

Uitdagingen en vervolgstappen

- De $\text{NH}_4\text{-N}$ verwijdering in de AMFER moet nog worden verhoogd en verder opgevolgd. De verwijdering bij verschillende pH-waarden en verschillende luchtcirculatie debieten zal getest worden. Op deze manier kunnen de meest optimale instellingen gebruikt worden.
- De biogasproductie zal verder worden opgevolgd. Indien de productie niet verder stijgt, zullen BMP (Biomethane potential) testen van de kippenmest worden opgezet om te bepalen of deze mest een lagere BMP heeft dan aangenomen of dat de lagere efficiëntie te wijten is aan het proces.

2.1.3 Toekomstperspectief

De Poul-AR[®] demo-installatie laat zien dat stikstof uit kippenmest verwijderd kan worden en kan worden teruggewonnen als ammonium meststof. De ammoniumvrije kippenmest kan vervolgens worden vergist. De volgende maanden zal de kippenmestvoeding naar de reactor verhoogd worden en zullen de procesinstellingen geoptimaliseerd worden. De bedoeling is om zo efficiënt mogelijk voldoende ammoniak te strippen en een hoge biogasproductie te waarborgen.

Het succesvol demonstreren van de technologie opent een grote markt voor de Poul-AR® voorbehandeling. Met de energiecrisis van 2022/ 2023 en de wereldwijde vraag naar hernieuwbare energie én verantwoorde verwerking van mest is dit een belangrijke stap om de maximale energie potentie uit kippenmest te kunnen halen. Daarnaast levert het strippen van stikstof een waardevolle circulaire stikstofmeststof op, die goed past in de tendens naar meer circulaire landbouw.

Toepassing van het Poul-AR®-concept hoeft niet beperkt te blijven tot kippenmest. In het concept worden namelijk verschillende voordelen samengebracht die interessant zijn voor toepassing op andersoortige organische reststromen zoals RWZI-slib en slachtafval. Immers, Poul-AR® brengt ammoniakrecuperatie en hygiënisatie samen door de operatie bij verhoogde temperaturen en pH.

Een ander traject is de doorontwikkeling van Poul-AR® naar een micro-aerofiele hyperthermofiele biologische voorbehandeling om methaanproductie verder te verhogen. Zowel micro-aerofiele als hyperthermofiele voorbehandeling hebben aantoonbaar geleid tot verdergaande anaerobe omzetting naar CH₄ van ODS in organische reststromen. De AMFER-procescondities zijn zowel micro-aerofiel als hyperthermofiel. Colsen zet in op de doorontwikkeling van de AMFER van fysisch-chemisch scheidingsproces naar biologische reactoren met geïncorporeerde ammoniakverwijdering.

2.2 Bijdrage van het project aan de doelstellingen van de regeling (duurzame energiehuishouding, versterking van de kennispositie)

Poul-AR® draagt bij aan duurzamere kippenmestverwerking, aangezien het leidt tot verdergaande kippenmeststabilisatie. Door ammoniak terug te winnen wordt het mogelijk kippenmest thermofiel te vergisten, wat meer methaan oplevert dan mesofiele vergisting in eenzelfde vergistervolume. Ammoniakstrippen resulteert in een stikstofkunstmest van hoge kwaliteit die de behoefte aan NH₃ geproduceerd via het energie-intensieve Haber-Bosch proces vermindert.

In vergelijking met beschikbare striptechnologie op de markt voor organische reststromen, neemt Poul-AR® een unieke positie in. Het gaat immers om directe behandeling van kippenmest, waardoor een compacter, intensiever proces wordt verkregen met mogelijkheden voor doorontwikkeling. Met de stappen die nu en in de toekomst worden gezet, wordt de kennispositie van Colsen, en zo ook van Nederland, versterkt binnen de sector van duurzame mestverwerking. Dit blijkt ook uit de gegeneerde interesse in het buitenland vanuit de markt, maar ook vanuit kennisinstellingen, voor de Poul-AR®-technologie

2.3 Spin-off binnen en buiten de sector

Op basis van de resultaten van de DEMO installatie werden full-scale Poul-AR® installaties ontworpen zowel voor het verwerken van kippenmest als andere stikstofrijke stromen. Momenteel bevindt één van deze projecten zich in de engineeringfase. Bouw & opstart zijn voorzien voor volgend jaar. Daarnaast zijn een aantal inventariserende trajecten opgestart om tot spin-off te komen. Er lopen momenteel met verschillende partijen gesprekken op basis van de gemaakt designs. Deze trajecten lopen zowel in binnen -als buitenland (o.a. Spanje, UK, Zuid-Afrika, Dominicaanse Republiek, VS en Japan).

3 Overige

3.1 Overzicht publicaties

Hoewel de grootste opbouw van kennis plaats heeft gevonden in de laatste maanden van het project, is er gedurende het project al veel aan kennisverspreiding gedaan. In de loop der jaren is hierin een ontwikkeling geweest waarin eerst met name conceptueel kennis werd gedeeld naar praktijkresultaten en locatiebezoeken op het eind van het project.

Het navolgende overzicht bevat een groot deel van de momenten en wijzen van kennisverspreiding, maar is zeker niet uitputtend, omdat de uitrol van Poul-AR® technologie algemeen veel aandacht krijgt.

In het begin lag de focus op conceptuele kennisdeling en promotie rondom de projectlocatie in Wijhe. Zo is er een videopresentatie geweest tijdens de *Nutrient Recycling Challenge DC Summit*, georganiseerd door de *American Biogas Council*. Verder zijn er interviews verschenen in *Boerderij* en *Vee & Gewas*, beide agrarische vakbladen. Ook in het kader van wetenschappelijk onderzoek en TKI-BBE zijn er interviews gegeven over Poul-AR®. Het jaar erna is beperkt aandacht gegeven aan de kennisverspreiding. Wel is er een speciaal seminar georganiseerd in Turkije, in samenwerking met de Nederlandse Ambassade.

Gedurende 2018 is de promotie geïntensiveerd, mede vanwege de zoektocht naar een alternatieve locatie. Evenementen waarop de technologie onder de aandacht is gebracht zijn o.a., Mineral Valley Twente congres, Nationaal mestcongres, RMV/LIV vakbeurzen, Nederlands Centrum Mestverwaarding, Seminar mestverwerking China, EuroTier in Hannover. In Juni 2019 is een presentatie verzorgd tijdens het AD16 symposium in Delft. Tijdens de open dag ter gelegenheid van het 30-jarig bestaan van Colsen is het project ook gepresenteerd tijdens één van de technologie sessies. Tijdens ManuResource in Hasselt is het project gepitcht in een plenaire sessie, alsook op de beursstand.

Tijdens de COVID-periode heeft er kennisverspreiding online plaatsgevonden. Tijdens verschillende webinars zijn presentaties gegeven, zoals webinars van de EU-projecten Systemic, Nutriman en ertimanure. In 2020 heeft Colsen de Ivan Tolpe prijs gewonnen met de AMFER technologie. Toepassing binnen Poul-AR is één van de eigenschappen die de jury overtuigd hebben de prijs aan AMFER toe te kennen. In het kader van de Ivan Tolpe prijs is de nodige media aandacht geweest voor AMFER, waarin regelmatig ook Poul-AR benoemd is. In de Leerreis Nutriëntenkringloop en binnen het ReNu2Farm project is het Poul-AR project onder de aandacht gebracht.

In 2022 zijn de COVID-19 beperkingen goeddeels voorbij, en wordt er gebouwd in Veendam. Dit jaar is er dus veel aandacht geweest voor het project. In mei was er ManuResource in Den Bosch waar het project besproken is. Verder waren er beurzen in Duitsland, Spanje en Singapore waar het project besproken is. Vanuit Spanje is later in het jaar ook een locatiebezoek geweest van geïnteresseerde partijen om eenzelfde project in Spanje te realiseren. Op de VIV-Europe in Utrecht is het project met meerdere partijen besproken, zo ook op het symposium van NCM in Almelo en tijdens AD17 in Michigan, USA. Op het IWA symposium in Polen is het project vanuit een wetenschappelijke optiek gepresenteerd.

In het kader van de stikstofcrisis is stikstofstrippen als optie gepresenteerd voor de Provinciale Staten van Zeeland, gevolgd door een werkbezoek van de commissaris van de Koning en een gedeputeerde. De locatie in Veendam is bezocht door partijen uit binnen en buitenland om zich te laten informeren over het project. Niet-Nederlandse bezoekers waren afkomstig uit o.a. Spanje, Zuid-Afrika en Japan. Nederlandse bezoekers zijn naast ondernemers uit de biogas sector of mestverwerking, boeren en ontwikkelaars met plannen voor soortgelijke installaties, ambtenaren en politici en jonge boeren verenigingen.

In 2023 zullen er een open dag, en verdere informatieverspreiding over de projectresultaten plaats vinden. Dit omdat de installatie pas kort voor het eind van de projectperiode in bedrijf is genomen, en er dus binnen de projectperiode onvoldoende tijd was om een open dag of symposium te houden waarop resultaten besproken kunnen worden.

Voor het project is een speciaal bord met infographic gemaakt, voorzien van de logo's van RVO en EZ. Dit bord is geplaatst op de zijkant van de besturingscontainer, zodat dit goed leesbaar is en als logisch startpunt dient voor rondleidingen op de installatie. De informatie op dit bord wordt ook gebruikt in flyers en op de website van Colsen.

3.2 Contactgegevens

Het openbaar eindrapport over het Poul-AR®-project is verkrijgbaar via Colsen, Adviesburo voor Milieutechniek b.v., Kreekzoom 3, 4561 GX Hulst, NL. Het openbaar eindrapport wordt gratis ter beschikking gesteld en kan worden aangevraagd via info@colsen.nl

Voor aanvullende informatie kunt u contact opnemen met onze technologen via het algemene e-mailadres: info@colsen.nl