

## WP 3 – Activiteit 3.1: Implementatie en ondersteuning van voorbeeldbedrijven

Datum publicatie: 30-10-2022

Auteurs: Denis De Wilde, Wouter Naessens (Detricon), Inès Verleden (Inagro)

Partners en co-financiers:



## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave .....	2
1. Inleiding.....	5
2. Methode .....	6
2.1. Belang van inputstroom .....	7
2.1.1. Gistel .....	7
2.1.2. Hooglede .....	7
2.1.3. Inagro.....	7
2.2. Belang van voorafgaande scheiding .....	8
2.2.1. Gistel .....	8
2.2.2. Hooglede .....	8
2.2.3. Inagro.....	8
2.3. Procesefficiëntie bij aanpassing procesparameters .....	8
2.3.1. Gistel .....	8
2.3.2. Hooglede .....	9
2.3.3. Inagro.....	10
2.4. Kwaliteit producten bij aanpassing procesparameters.....	10
2.5. Verbeterde procesopvolging.....	10
2.6. Invloed van gebruikte tegenzuur.....	10
2.6.1. Gistel .....	11
2.6.2. Hooglede .....	11

2.6.3.	Inagro .....	11
2.7.	Napolijsting effluent .....	11
2.7.1.	Gistel .....	11
2.7.2.	Hooglede .....	11
2.7.3.	Inagro .....	12
2.8.	Samenstelling meststof.....	12
3.	Resultaten en discussie .....	13
3.1.	Belang van inputstroom .....	13
3.1.1.	Gistel .....	13
3.1.2.	Hooglede .....	13
3.1.3.	Inagro .....	14
3.2.	Belang van voorafgaande scheiding .....	14
3.2.1.	Gistel .....	14
3.2.2.	Hooglede .....	14
3.2.3.	Inagro .....	14
3.3.	Procesefficiëntie bij aanpassing procesparameters .....	15
3.3.1.	Gistel .....	15
3.3.2.	Hooglede .....	16
3.3.3.	Inagro .....	16
3.4.	Kwaliteit producten bij aanpassing procesparameters.....	20
3.5.	Verbeterde procesopvolging .....	20
3.6.	Invloed van gebruikte tegenzuur .....	21
3.7.	Napolijsting effluent .....	22

3.7.1.	Gistel .....	22
3.7.2.	Hooglede .....	24
3.8.	Samenstelling meststof.....	25
4.	Conclusies .....	27

## 1. Inleiding

Binnen NITROMAN wordt er gewerkt op de doorontwikkeling van volgende beloftevolle technieken:

- stripping-scrubbing van dunne fractie mest, waarbij de aanwezige stikstof wordt omgezet naar een ammoniumzout, dat als minerale meststof toegepast kan worden;
- membraanfiltratie, waarbij stikstof en/of kalium geconcentreerd worden tot een mineraalconcentraat, dat ook als minerale meststof toegediend kan worden.

Binnen het consortium wordt er één Vlaamse (Detricon) en één Nederlandse constructeur (Strocon) opgenomen als partner die dergelijke techniek aanbiedt en enkele operationele installaties heeft. In samenspraak met deze constructeurs en de bedrijfsvoerders van de bedrijven waar hun techniek reeds operationeel is, worden voorbeeldbedrijven uitgekozen die opgevolgd worden tijdens NITROMAN. Deze bedrijven liggen verspreid binnen de Interreg-regio Vlaanderen-Nederland. Beide constructeurs hebben ook installaties die in 2019/2020 opgestart zullen worden. Hierbij wordt de opstartfase als een testfase gezien, waarin de techniek afgesteld wordt op het type mest van het specifieke bedrijf.

De constructeurs krijgen ook de kans om een testinstallatie te plaatsen bij Inagro, op een nog samen te stellen testplatform. Op deze testsite en bij de voorbeeldbedrijven, krijgen de constructeurs de kans om, met ondersteuning van Inagro en DLV advies en met inspraak van het ganse consortium en de klankbordgroep van NITROMAN, hun techniek verder te ontwikkelen door onderzoek uit te voeren naar zaken zoals bijvoorbeeld:

- het belang van de inputstroom (varkens- of rundermest, al dan niet na vergisting);
- het belang van een goede voorafgaande scheiding van de mest;
- de kwaliteit van de producten bij aanpassing van de procesparameters;
- het risico op vervuiling en verstopping (fouling en clogging) van membranen bij membraantechnologie;
- de invloed van het gebruikte tegenzuur (zwavelzuur vs. salpeterzuur) bij stripping-scrubbing;
- de napolijsting van het effluent.

De recuperatie-efficiëntie van verschillende installaties kan met elkaar vergeleken worden en bij stripping-scrubbing wordt er ook aandacht geschonken aan de verdere napolijsting van het effluent dat gevormd wordt bij de verwerking van dunne fractie. Het gaat, afhankelijk van de toegepaste technologie, vaak om een waterig, kaliumrijk volume dat, indien gewenst, verder verwerkt kan worden tot herbruikbaar water, bijvoorbeeld in constructed wetlands (rietveld). Bij de dunne fractieverwerking met membraantechnologie zijn er twee reststromen; mineralenconcentraat en schoon water. Het schone water mag worden geloosd op het oppervlaktewater mits de vergunning dit toelaat.

Daarnaast wordt ook aandacht besteed aan de samenstelling van de meststoffen, en deze wordt in de mate van het mogelijke aangepast op basis van de wensen van veetelers, akkerbouwers en groentetelers uit de klankbordgroep.

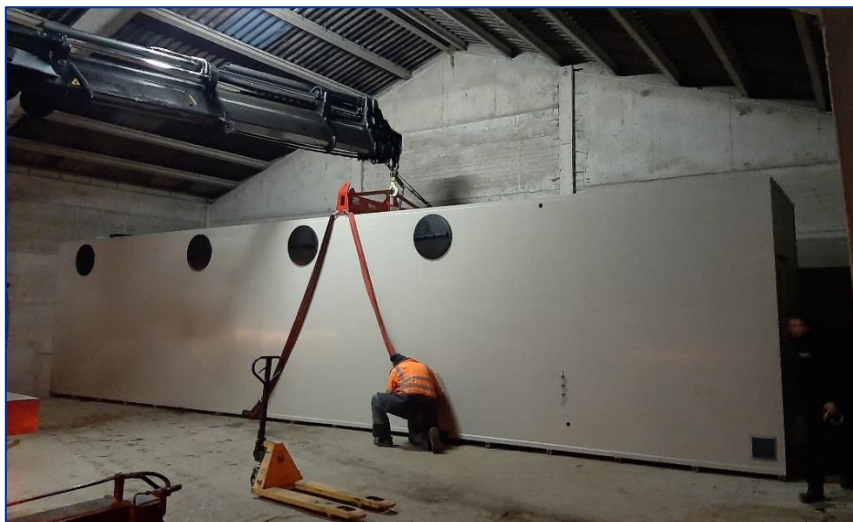
## 2. Methode

De eerste installatie die werd opgevolgd, staat in Gistel (West-Vlaanderen, zie Figuur 1). Deze installatie betreft een stripper-scrubber op de site van het bedrijf IVACO, waarbij de dunne fractie van mest en gescheiden digestaat wordt opgewaardeerd tot ammoniumnitraat. Deze installatie werd opgevolgd in de periode 01/12/2019 – 31/05/2021. In het vervolg van dit document wordt naar deze installatie verwezen als de Gistel-installatie.



*Figuur 1: De opgevolgde installatie in Gistel.*

Een tweede installatie die werd opgevolgd staat in Hooglede (West-Vlaanderen, zie Figuur 2). Deze installatie betreft een stripper-scrubber op de site van Bio Sterco, waar de dunne fractie van varkensmest verwerkt wordt en ammoniumnitraat geproduceerd heeft in een korte opstartperiode, om nadien over te schakelen op de productie van ammoniumsulfaat. Deze installatie werd opgevolgd in de periode 15/02/2022 – heden. De installatie is van een ander type dan deze in Gistel. In het vervolg van dit document wordt naar deze installatie verwezen als de Hooglede-installatie.



*Figuur 2: De opgevolgde installatie in Hooglede.*

Tot slot werd een testopstelling gebouwd op het terrein van Inagro vzw in Roeselare (Figuur 3), waarbij uit de dunne fractie van varkensmestdigestaat ammoniumsulfaat werd gewonnen. In het vervolg van dit document wordt naar deze installatie verwezen als de Inagro-installatie.



*Figuur 3: De tijdelijke testinstallatie bij Inagro.*

## 2.1. Belang van inputstroom

Binnen dit project zal ook gekeken worden naar de invloed van de viscositeit van het influent op de snelheid waarmee ammoniak vervluchtigt. Dit gebeurt door middel van een viscometer.

### 2.1.1. Gistel

De Gistel-installatie wordt gevoed met influent uit een opslagbekken. Hierin komt zowel dunne fractie van varkensmest terecht, alsook dunne fractie van digestaat afkomstig van co-vergisting. Een groot verschil voor de verwerking met de stripper-scrubber is de pH van beide stromen: digestaat heeft een hogere pH in vergelijking met dunne fractie van mest en heeft dus een hogere strippingsefficiëntie en/of lager chemicaliënverbruik (zie 3.1).

### 2.1.2. Hooglede

De Hooglede-installatie wordt gevoed uit een bekken waarin zowel gescheiden varkensmest (met polymeren en een centrifuge) als pure zeugenmest (ongescheiden) wordt gebracht. Een belangrijk verschil hierbij is dat de gescheiden mest een veel lager fosforgehalte heeft dan de ongescheiden zeugenmest, en een invloed kan hebben op anorganische afzettingen (*scaling*) in vernauwingen in de installatie (sproeikoppen, warmtewisselaar, leidingen, ...) (zie 3.1).

### 2.1.3. Inagro

De testinstallatie bij Inagro werkte met de dunne fractie van vergiste varkensmest, die werd opgeslagen in een mestzak.

## 2.2. Belang van voorafgaande scheiding

De zuiverheidsgraad van het influent is van belang voor een goede werking van de installatie; particulier materiaal dient te worden geweerd, omdat dit de sproeikoppen en warmtewisselaar van de installatie kan laten verstopen. Fosfor dient zoveel mogelijk geweerd te worden, omdat dit kan aanslaan in de warmtewisselaar als struviet of andere fosfaatneerslagen. Stikstof dient door de scheiding best niet beïnvloed te worden, zodat hoge rendementen kunnen worden gehaald.

### 2.2.1. Gistel

In Gistel ondergaat de dunne fractie van varkensmest een scheiding door middel van een centrifuge. Er werd tijdens de opvolgingsperiode geen coagulatie of flocculatie toegepast. Op deze installatie is een manueel bediende voorfilter geplaatst. In de regel dient de manuele filter om de paar dagen te worden gereinigd met een eenvoudige hendel.

### 2.2.2. Hooglede

In Hooglede wordt de varkensmest gescheiden met polymeren en een centrifuge, maar wordt ook ongescheiden zeugenmest verwerkt. Op deze installatie is een mechanische voorfilter geïnstalleerd. Deze is in staat grote onzuiverheden (zoals varkensharen, gras- en strovezels, kleine steentjes of grof zand) te weren uit de installatie. De filter is zelfreinigend door een pneumatische zuiger die over de filtermesh beweegt.

### 2.2.3. Inagro

In de testopstelling bij Inagro werd het digestaat gescheiden met een mobiele centrifuge, zonder polymeren. Eenzelfde voorfilter als in Hooglede werd toegepast voor het weren van grovere onzuiverheden.

## 2.3. Procesefficiëntie bij aanpassing procesparameters

Het is geweten dat de strippingsefficiëntie positief wordt beïnvloed door hogere temperaturen en hogere pH-waarden, maar dit leidt ook tot hogere kosten. Dit zijn dan ook de prioritaire parameters voor optimalisatie. Verder is ook de graad van luchtverversing een belangrijke parameter in dit type installaties. Luchtverversing zorgt ervoor dat CO<sub>2</sub> kan worden verdreven en de pH van nature omhooggaat. Dit hangt dus samen met de pH en het chemicaliënverbruik. Deze luchtverversing beïnvloedt op zijn beurt in zekere mate de werkingstemperatuur van de stripper-scrubber en/of het energieverbruik, doordat warmte uit deze lucht niet kan worden gerecupereerd.

### 2.3.1. Gistel

In Gistel werd de temperatuur in de stripper geregeld met een ondergedompeld warmte-element dat de mest vrij agressief op temperatuur houdt. Dit werd vervangen door een meer geleidelijke en indirecte opwarming via warmteoverdracht met een watercircuit in de (geïsoleerde) reactorwand. Dit resulteert in een meer geleidelijke warmtetoevoer, betere temperatuurverdeling en minder



schommelingen. Bovendien vermijdt deze warmteoverdracht thermische reacties van organisch materiaal. Daarnaast is er ook een inherent veiligheidsvoordeel aan deze manier van werken, alsook was het reinigen van het dompelement tijdsintensief. De maximale procestemperatuur die op deze manier kan worden gehaald is wel beperkt tot 40°C.

In een eerste opvolgingsperiode werd de temperatuur niet aangepast om zo met een minimaal energiegebruik stikstof te recupereren. Vanaf 2021 werd de temperatuur echter gecontroleerd in specifieke experimenten om de invloed ervan na te gaan op het strippingsproces. De gekozen temperaturen zijn 20°C, 30°C en 40°C (zie 3.3).

De pH van het influent fluctueert afhankelijk van de verhouding mest/digestaat. De pH kan echter ook aangepast worden in de voormenger. In een eerste opvolgingsronde werd van deze functie geen gebruik gemaakt, maar sinds begin 2021 werd de pH van het influent gecorrigeerd in specifieke experimenten om de invloed ervan na te gaan op het strippingsproces. Dit gebeurt met NaOH (25%). De gekozen pH-waarden zijn pH 8, 9 en 10 (zie 3.3).

De luchtdoorstroming in de stripper-scrubber werd verbeterd door de inlaatstructuur aan te passen, waardoor een meer uniforme luchtverdeling werd bekomen (zonder zogenaamde dode zones). Verder kon ook het luchtdebiet worden verhoogd door de interne ventilator aan te passen naar een externe. Dit had als bijkomend voordeel dat corrosie van de ventilator kan worden vermeden. Door deze ingreep kan ook eenvoudig een gedeeltelijke luchtverversing worden bekomen. De graad van luchtverversing was echter niet eenvoudig te controleren (bv. stand van een afsluitdeksel en vermoedelijk afhankelijk van de windsnelheid).

Ten slotte werd ook de menging van lucht en vloeistoffase in de stripper verbeterd door het implementeren van een inmiddels gepatenteerde technologie (PCT EP2019/066973). Hierdoor kan op termijn het pakkingsmateriaal worden gereduceerd, wat het proces robuuster maakt tegen verstoppingen.

### **2.3.2. Hooglede**

In Hooglede wordt de temperatuur in de stripper geregeld via een boiler, die zijn warmte afgeeft via een platen-warmtewisselaar. Dit zorgt voor een snelle, veilige en uniforme opwarming van de mest.

Bij de ingebruikname werd de temperatuur gecontroleerd in specifieke experimenten om de invloed ervan na te gaan op het strippingsproces. De gekozen temperaturen waren 35°C en 50°C (zie 3.3). Nadien volgt een langere opvolgingsperiode bij 50°C.

De pH van het influent blijft vrij constant. Bij de ingebruikname werd de pH gecorrigeerd in specifieke experimenten om de invloed ervan na te gaan op het strippingsproces. Dit gebeurt met NaOH (25%). De gekozen pH-waarden zijn pH 8 en 9 (zie 3.3). Nadien volgt een opvolgingsperiode zonder pH-correctie.

Tijdens de experimenten wordt geen luchtverversing toegepast. Tijdens de opvolgperiode, bij een vaste temperatuur van 50°C en zonder pH-correctie, kan door een vaste luchtverversing (stimulatie van CO<sub>2</sub>-stripping) een pH van 8,5 of hoger aangehouden worden, wat de stripping bevordert.

Alle experimenten werden uitgevoerd met salpeterzuur als tegenzuur. In de opvolgperiode werden zowel salpeterzuur als zwavelzuur gebruikt als tegenzuur.

### **2.3.3. Inagro**

Ook op de testinstallatie werden experimenten uitgevoerd die de strippingsefficiëntie onderzoeken in functie van temperatuur (T) en pH, ditmaal met het gebruik van zwavelzuur als tegenzuur:

- T = 20°C en pH = 8,15
- T = 35°C en pH = 8,15
- T = 35°C en pH = 9,15
- T = 45°C en pH = 8,15
- T = 45°C en pH = 9,15

De pH-correctie werd opnieuw uitgevoerd met NaOH (25%). De invloed van luchtverversing werd hier niet bestudeerd, maar kwam onverwacht toch in de resultaten naar boven door de specifieke proefopzet (zie 3.3).

## **2.4. Kwaliteit producten bij aanpassing procesparameters**

Zoals reeds vermeld hierboven, wordt de strippingsefficiëntie positief beïnvloed door hogere temperaturen en hogere pH-waardes. Echter, de productkwaliteit wordt door de opbouw van de installatie inherent constant gehouden, ongeacht de werkingsomstandigheden. M.a.w. de procesparameters beïnvloeden wel de strippingssnelheid, maar niet de productkwaliteit. Een mogelijke invloed is de snellere verdamping van water bij een hogere werkingstemperatuur, met lagere productconcentraties tot gevolg. Er wordt nauwlettend toegezien op de maximaal haalbare concentratie aan ammoniumzout in de monitoringscampagne. De kwaliteit werd regelmatig opgemeten door middel van staalanalyse door een erkend labo.

## **2.5. Verbeterde procesopvolging**

De monitoring van de installatie in Gistel werd verbeterd, zodat meer data kan verzameld worden. Zo worden nu volgende procesvariabelen elke 30s opgemeten en uitgeschreven per week: niveau voormengers, niveau stripper, niveau scrubber, pH scrubber, temperatuur scrubber, pH influent, temperatuur influent. Een voorbeeld van deze data is weergegeven in 3.5 Verbeterde procesopvolging. De monitoring in Hoogdele en bij Inagro werd vanaf de start uitgerust met een uitgebreide logging.

## **2.6. Invloed van gebruikte tegenzuur**

In de regel wordt steeds een sterk zuur gebruikt van hoge concentratie om de pH van de zure wasser laag te houden. Een sterk zuur geeft een hoge verwijderingsefficiëntie van ammoniak in de scrubber. In de regel is dit vaak salpeterzuur of zwavelzuur, omdat de corresponderende ammoniumzouten interessant zijn voor toepassing in de landbouw. Bij toepassing van een zuur met een concentratie lager dan 50% wordt de eindconcentratie van het ammoniumzout lager.

Op laboschaal werd getest of ook zwakke zuren kunnen worden gebruikt in het proces. Dit zou een voordeel hebben naar veiligheid en eenvoud van de dosering, alsook een duurzaamheidsvoordeel (in het geval van koolzuur) door het feit dat aan koolstoffixatie kan worden gedaan. Echter, een zwak zuur geeft een vrij onstabiel product. In het geval van ammoniumcarbonaat ontbindt dit spontaan in ammoniak (gasvormig), koolzuurgas en water. Bovendien geeft een binding van koolzuurgas met ammonium het nadeel dat de pH van het product precies goed moet zijn; zuurder en koolzuurgas wordt verdreven, basischer en ammonium wordt opnieuw ammoniak. Tot slot treedt kristallisatie vroeger op: maximumconcentratie van 25 à 30% (afhankelijk van de temperatuur) zijn het gevolg.

Experimenten met organische zuren werden gepland op laboschaal. Echter, gezien de zeer beperkte beschikbaarheid van de zuren, initieel door de gevolgen van de COVID19-pandemie, en tegenwoordig door de Oekraïne-crisis, werden deze testen afgelast.

### **2.6.1. Gistel**

In de installatie in Gistel werd salpeterzuur 63% gebruikt.

### **2.6.2. Hooglede**

In de installatie in Hooglede werd in een eerste opvolgingsperiode ammoniumnitraat geproduceerd door dosering van salpeterzuur 63%. Na deze periode wordt ammoniumsulfaat geproduceerd door toepassing van zwavelzuur 50%. Deze experimenten zullen dus inzicht verschaffen in het gebruik van verschillende tegenzuren.

### **2.6.3. Inagro**

In de testinstallatie op het terrein van Inagro werd steeds met zwavelzuur 50% gewerkt.

## **2.7. Napolijsting effluent**

### **2.7.1. Gistel**

In Gistel wordt het effluent behandeld met een actief slibstelsysteem en daaropvolgende rietvelden. Deze laatste zijn opgebouwd als horizontaal doorstroomde vloeivelden waarin nitrificatie en denitrificatie optreden. Ook zijn er zandtorens aanwezig die een aerobe zone creëren voor oxidatie.

Tevens is er als testopstelling een belucht rietveld ingeplant, dat rechtstreeks het effluent van de stripper ontvangt, als alternatief voor een actief slibstelsysteem. Dit beluchte rietveld werkt dus eerder als een aerobe biofilter, waarbij organismen op een substraat de afbraak verzorgen. Dit bestaat uit twee delen, waarbij het effluent van het eerste deel het influent voor het tweede deel is. De werking van dit nieuwe rietveld werd verder opgevolgd en samengevat (zie 3.7).

### **2.7.2. Hooglede**

In Hooglede wordt het effluent eveneens behandeld met een actief slibstelsysteem en daaropvolgende rietvelden. Op deze manier kan een robuustere conclusie worden getrokken over het gebruik van

deze laatste zuiveringstechniek. Aangezien er ook een biologische afbraak plaatsvindt in een klassieke biologische mestverwerking zal de impact van het strippen op deze verwerkingsstap ook een interessante conclusie en rekenvoorbeeld geven in economische termen.

### **2.7.3. Inagro**

In Roeselare werd geen effluentbehandeling voorzien door de tijdelijke aard van de opstelling.

## **2.8. Samenstelling meststof**

In het kader van de veldproeven werd de meststof geanalyseerd door ECCA.

## 3. Resultaten en discussie

### 3.1. Belang van inputstroom

#### 3.1.1. Gistel

In Tabel 1 staan enkele metingen uit de eerste opvolgingsperiode waarbij temperatuur en pH niet actief werden gecontroleerd, maar afhankelijk waren van respectievelijk het seizoen en de samenstelling mest/digestaat van het influent. De temperatuur was nagenoeg steeds dezelfde, gezien de korte periode waarin deze data werden verzameld. De pH is echter licht afwijkend, maar heeft een duidelijke invloed op de verwijderingsefficiënties. Men dient op te merken dat ook een hogere influentconcentratie de stripping positief kan beïnvloeden. Echter, het is duidelijk merkbaar dat de laagste influentconcentratie toch aanleiding geeft tot de grootste verwijderingsefficiëntie, dankzij de hoogst opgemeten pH.

*Tabel 1: Waarden voor NH<sub>4</sub> (mg/L) in het influent en effluent van de stripper in Gistel tijdens een eerste opvolgingsperiode. De strippingsefficiëntie blijkt sterk gecorreleerd met de pH van het influent.*

Datum	Influent NH <sub>4</sub> (mg/L)	Effluent NH <sub>4</sub> (mg/L)	Verwijdering	pH influent
<b>22/10/2020</b>	1110	693	38%	7.75
<b>03/11/2020</b>	1446	1180	18%	7.56
<b>19/11/2020</b>	2033	1357	33%	7.67
<b>GEMIDDELDE</b>	<b>1530</b>	<b>1077</b>	<b>30%</b>	<b>7.66</b>

#### 3.1.2. Hooglede

In Hooglede werd na de opstart van de installatie een periode van stabiele operatie nagestreefd, alvorens de meetcampagnes aan te vatten. Dit levert inzicht in de te verwachten prestaties bij een werkingstemperatuur van 50°C. Merk op dat de verwijderingspercentages hierdoor een stuk hoger zijn dan in Gistel. Dit is te wijten aan zowel de hogere werkingstemperatuur als de hogere ammoniakconcentraties in het influent. Verder kan worden opgemerkt dat de variatie in de stikstofconcentratie in het influent kleiner is dan deze in Gistel. Dit komt wellicht door de wisselende samenstelling in Gistel van digestaat en/of dunne fractie van varkensmest, en de betere uitvoering van de installatie in Hooglede.

*Tabel 2: Waarden voor NH<sub>4</sub> (mg/L) in het influent en effluent van de stripper in Hooglede bij een werkingstemperatuur van 50°C. De strippingsefficiëntie is vrij constant, en hoger dan deze in Gistel. De influentconcentraties zijn hoger en minder variabel dan in Gistel.*

Datum	Influent NH <sub>4</sub> (mg/L)	Effluent NH <sub>4</sub> (mg/L)	Verwijdering
<b>14/03/2022</b>	3450	1490	57%
<b>30/03/2022</b>	3390	1630	52%
<b>27/04/2022</b>	3802	1718	55%
<b>GEMIDDELDE</b>	<b>3547</b>	<b>1613</b>	<b>54.5%</b>

### 3.1.3. Inagro

Tijdens de testen bij Inagro was er geen periode van stabiele operatie. Daarom zijn de verwijderingspercentages sterk verschillend. Echter meer van belang hier is dat de influentconcentraties sterk variabel zijn, maar gemiddeld in dezelfde grootteorde liggen als deze in Hooglede. De variatie is moeilijk te verklaren, gezien het influent uit een afgesloten tank (zonder inlaat) werd gepompt. De gelijkaardige concentraties aan Hooglede waren te verwachten, door de sterk gelijkaardige influentstromen.

*Tabel 3: Waarden voor NH<sub>4</sub> (mg/L) in het influent en effluent van de testinstallatie bij Inagro bij verschillende werkingstemperaturen. De influentconcentraties zijn gelijkaardig, maar meer variabel dan deze in Hooglede.*

Datum	Influent NH <sub>4</sub> (mg/L)	Effluent NH <sub>4</sub> (mg/L)	Verwijdering	pH influent
17/11/2022 vm	4202	1898	55%	8.0
17/11/2022 nm	3604	811	77%	8.1
18/11/2022 vm	3547	1257	65%	8.0
18/11/2022 nm	3322	614	82%	8.0
<b>GEMIDDELDE</b>	<b>3669</b>	<b>N.v.t.</b>	<b>N.v.t.</b>	<b>8.0</b>

## 3.2. Belang van voorafgaande scheiding

### 3.2.1. Gistel

In Gistel ondergaat de dunne fractie van varkensmest een scheiding met centrifuge. Er werd tijdens de opvolgingsperiode geen coagulatie of flocculatie toegepast. Op deze installatie is een manueel bediende voorfilter geplaatst. In de regel dient de manuele filter om de paar dagen te worden gereinigd met een eenvoudige hendel.

### 3.2.2. Hooglede

Tijdens de opstartfase diende de automatische mechanische voorfilter meermaals manueel te worden geopend omdat deze vastliep op te veel vaste deeltjes. Er werd toen beslist om het opvangbekken waaruit wordt gepompt, dat nog nooit volledig werd leeggepompt, uit te kuisen en alle bezonken vaste materialen te verwijderen. Sindsdien is dit soort verstopping niet meer voorgevallen. Hier is de automatisch bediende filter echter wel noodzakelijk; door een minder efficiënte scheiding, en soms ongescheiden zeugenmest die verwerkt wordt, laadt de filter veel sneller aan dan de manueel bediende, maar anders vrij analoge filter in Gistel.

### 3.2.3. Inagro

Op Inagro werd het digestaat gescheiden door middel van een centrifuge, maar zonder polymeren. Op deze installatie werd ook een automatische voorfilter gebruikt. Deze verwijdert grote onzuiverheden (varkensharen, gras- en strovezels, kleine steentjes of grof zand) uit het influent. Dat dit noodzakelijk is, werd snel duidelijk bij de proeven; de centrifugaalpomp vóór de filter liep vast op vezels en/of varkensharen en diende vervangen te worden door een wormpomp. Alle andere pompen van de unit (na de filter) zijn wel centrifugaalpompen en bij deze beschermd tegen de onzuiverheden

uit het influent. Een goede scheiding, en een bijkomende bescherming van de installatie m.b.v. een (manuele of automatische) filter zijn dus van groot belang voor een vlotte werking.

### 3.3. Procesefficiëntie bij aanpassing procesparameters

#### 3.3.1. Gistel

Om de invloed van pH en temperatuur op de strippingsefficiëntie na te gaan, werden negen experimenten opgezet, namelijk bij temperaturen van 20°C, 30°C en 40°C, en dit telkens bij pH-waardes van 8, 9 en 10. De experimenten bij 20°C en 30°C werden probleemloos uitgevoerd. De experimenten bij 40°C zijn niet kunnen doorgaan omwille van een defecte verwarming.

In Tabel 4 zijn de verwijderingsefficiënties te zien. Deze volgen de duidelijke trend dat bij hogere pH en hogere werkingstemperatuur de strippingsefficiëntie stijgt. Beide factoren lijken ongeveer even belangrijk: een stijging met 10°C of met één pH-eenheid levert telkens enkele extra procenten verwijdering op. Het is duidelijk dat voor sommige experimenten dit niet de maximaal haalbare verwijderingsefficiëntie is, gezien bv. bij pH = 8 en T = 20°C na twee uur strippen men nog in de lineaire fase zit (ca. 10% verwijdering per uur). Indien een batch langer in de stripper zou verblijven, zouden hogere waardes behaald worden. Bij bv. pH = 10 en T = 30°C merkt men wel een afvlakking: 19% verwijdering in het eerste uur t.o.v. 8% in het tweede uur.

Tabel 4: Strippingsefficiënties (in %) bij verschillende werkingstemperaturen en pH-waarden (n.b. = niet bepaald).

pH	Experimentduur	20°C	30°C	40°C
8	1u	11%	13%	n.b.
	2u	21%	21%	n.b.
9	1u	13%	14%	n.b.
	2u	23%	25%	n.b.
10	1u	15%	19%	n.b.
	2u	26%	27%	n.b.

Tevens werd de verwijdering van de totale zwevende stoffen (Total Suspended Solids, TSS) opgemeten. Bij hogere pH en hogere werkingstemperatuur is er een grotere daling van TSS opgemeten. Dit komt door verdere mineralisatie van het influent, waarbij zwevende stoffen gemineraliseerd worden tot oplosbare verbindingen. Vooral de invloed van pH is hier zeer sterk.

Tabel 5: TSS-verwijdering (in %) bij verschillende werkingstemperaturen en pH-waarden (n.b. = niet bepaald).

pH	Experimentduur	20°C	30°C	40°C
8	2u	2,7%	2,4%	n.b.
9	2u	7,1%	9,1%	n.b.
10	2u	18%	20%	n.b.

Ook werd een stijging in orthofosfaat waargenomen door hetzelfde mineralisatieproces. Zowel pH als werkingstemperatuur hebben een grote invloed: een temperatuurstijging van 10°C geeft ongeveer

een verviervoudiging van het orthofosfaatgehalte, een stijging met één pH-eenheid geeft tussen pH 8 en pH 9 nog een vervijfvoudiging, maar tussen pH 9 en pH 10 nog “slechts” een verdubbeling.

Tabel 6: Orthofosfaatstijging (in %) bij verschillende werkingstemperaturen en pH-waarden (n.b. = niet bepaald).

pH	Experimentduur	20°C	30°C	40°C
8	2u	1,1%	4,1%	n.b.
9	2u	6,5%	21%	n.b.
10	2u	9,4%	42%	n.b.

### 3.3.2. Hooglede

Om de invloed van pH en temperatuur op de strippingsefficiëntie na te gaan in het nieuwe type installatie, en dit tot op zekere hoogte te kunnen vergelijken met de oudere installatie in Gistel, werden vier experimenten opgezet (experimentduur van 2u), namelijk bij temperaturen van 35°C en 50°C, en dit telkens bij pH-waarden van 8 en 9.

Tabel 7: Strippingsefficiënties (in %) bij verschillende werkingstemperaturen en pH-waarden.

Exp N°	Influent NH <sub>4</sub> (mg/L)	Effluent NH <sub>4</sub> (mg/L)	Verwijdering	pH	T
Exp 1	3791	2439	36%	8,6	35°C
Exp 2	3654	2087	43%	9,0	35°C
Exp 3	3802	1527	60%	8,1	50°C
Exp 4	3678	1165	68%	9,0	50°C

Ook hier volgt de efficiëntie duidelijk de trend dat bij hogere temperatuur en hogere pH de stripping efficiënter verloopt. Ondanks het feit dat er geen enkel experiment 100% vergelijkbaar is met de experimenten in Gistel, valt wel meteen op dat de verwijderingspercentages toch hoger uitvallen; in Gistel gaf een temperatuursverhoging van 10°C of een pH-verhoging van 1 enkele extra verwijderingspercentages bovenop het “basispercentage” van 21% (na 2u). Experiment 1 en 2 liggen met slechts 5°C extra dus ruim boven de verwachte waarde. Ook zijn de verschillen groter; een T-verhoging met 15°C levert hier ca. 25% extra op, terwijl een pH-verhoging met één eenheid ca. 8% extra verwijdering geeft. In dit werkingsgebied is een temperatuursverhoging dus duidelijk beter.

### 3.3.3. Inagro

Om de invloed van pH en temperatuur op de strippingsefficiëntie na te gaan, werden zes experimenten opgezet, namelijk bij temperaturen van 20°C, 35°C en 45°C, en dit telkens bij pH-waarden van 8 en 9 (experimentduur van 2u). Jammer genoeg is er geen meting uitgevoerd van het influent bij 20°C.

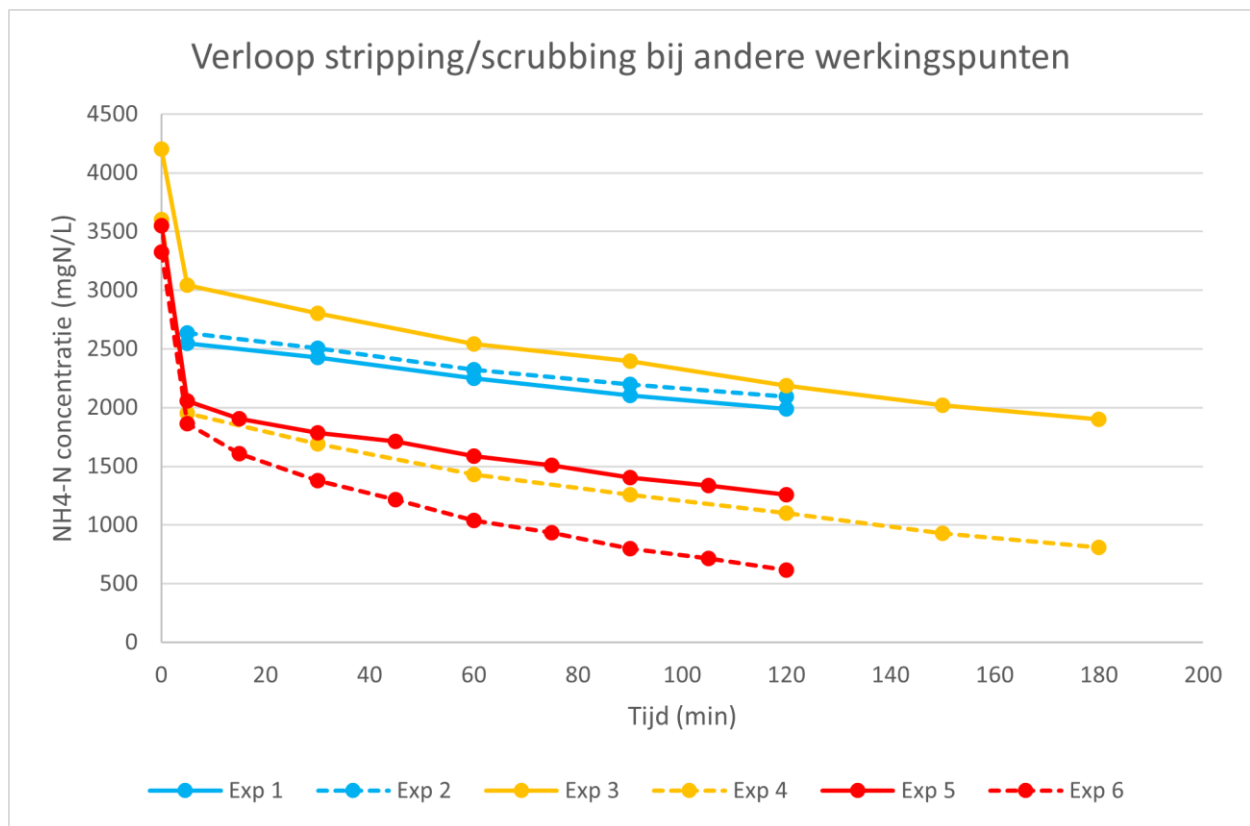
Opnieuw zijn de strippingsefficiënties hoger bij hogere temperatuur en hogere pH (Tabel 8). De experimenten bij 35°C kunnen goed worden vergeleken met deze uit Hooglede; deze vallen beduidend hoger uit qua verwijderingspercentage. Het experiment bij 35°C en pH=9 heeft zelfs een zeer vergelijkbare beginconcentratie, maar de efficiëntie ligt beduidend hoger. De experimenten bij



45°C zijn ook beter dan deze bij 50°C uit Hooglede. Hier is tot op heden nog geen eenduidige verklaring voor gevonden.

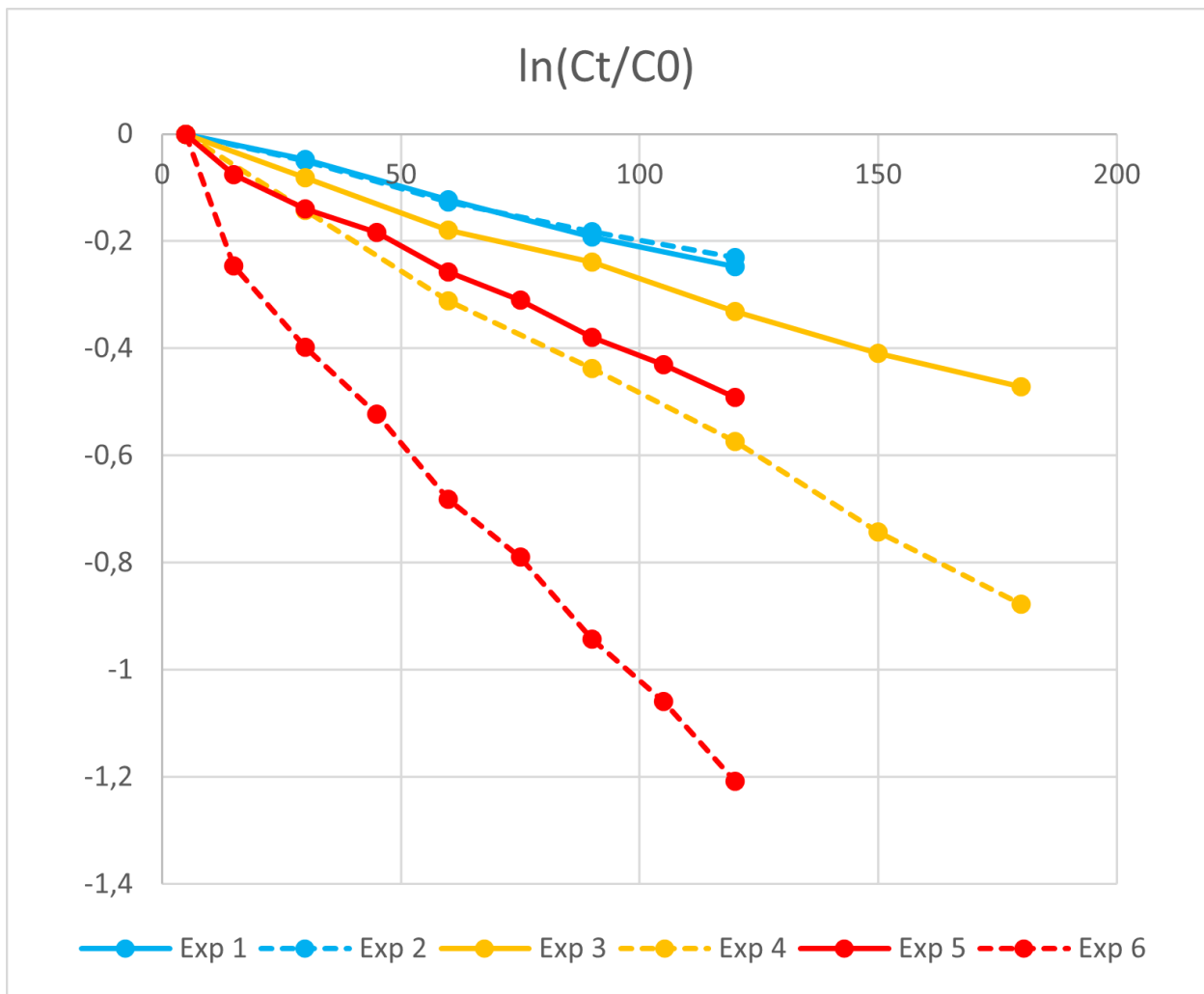
Tabel 8: Strippingsefficiëntie (in %) bij verschillende werkingstemperaturen en pH-waarden (n.b. = niet bepaald).

Exp N°	Influent NH <sub>4</sub> (mg/L)	Effluent NH <sub>4</sub> (mg/L)	Verwijdering	pH	T
Exp 1	n.b.	1986	n.b.	ca. 8	20°C
Exp 2	n.b.	2093	n.b.	ca. 8	20°C
Exp 3	4202	2185	48%	8,16	35°C
Exp 4	3604	1100	69%	9,13	35°C
Exp 5	3547	1257	65%	8,13	45°C
Exp 6	3322	614	82%	9,10	45°C



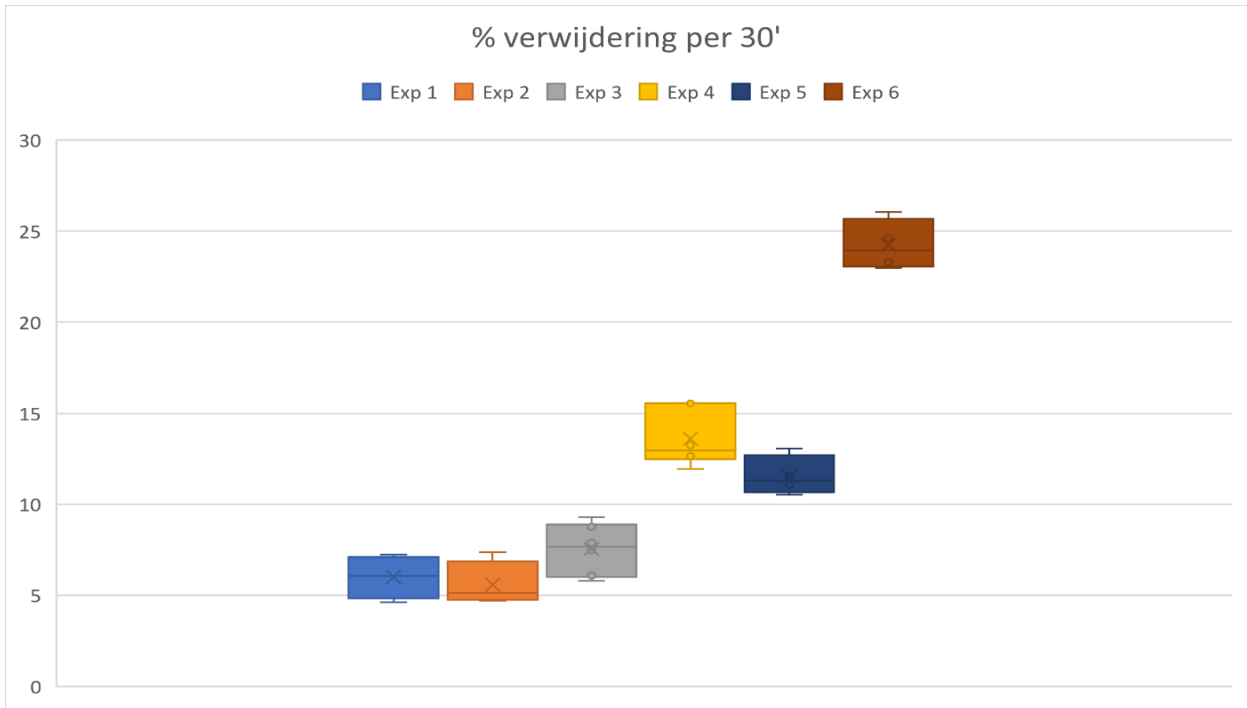
Figuur 4: NH<sub>4</sub>-N concentraties in functie van tijd bij verschillende werkingstemperaturen en pH-waarden.

Doordat het concentratieverloop niet-lineair is in de tijd (Figuur 4), kan dit beter op een logaritmische schaal worden weergegeven. Doordat de beginconcentratie niet steeds dezelfde is, is het beter hiervoor te normaliseren (Figuur 5).

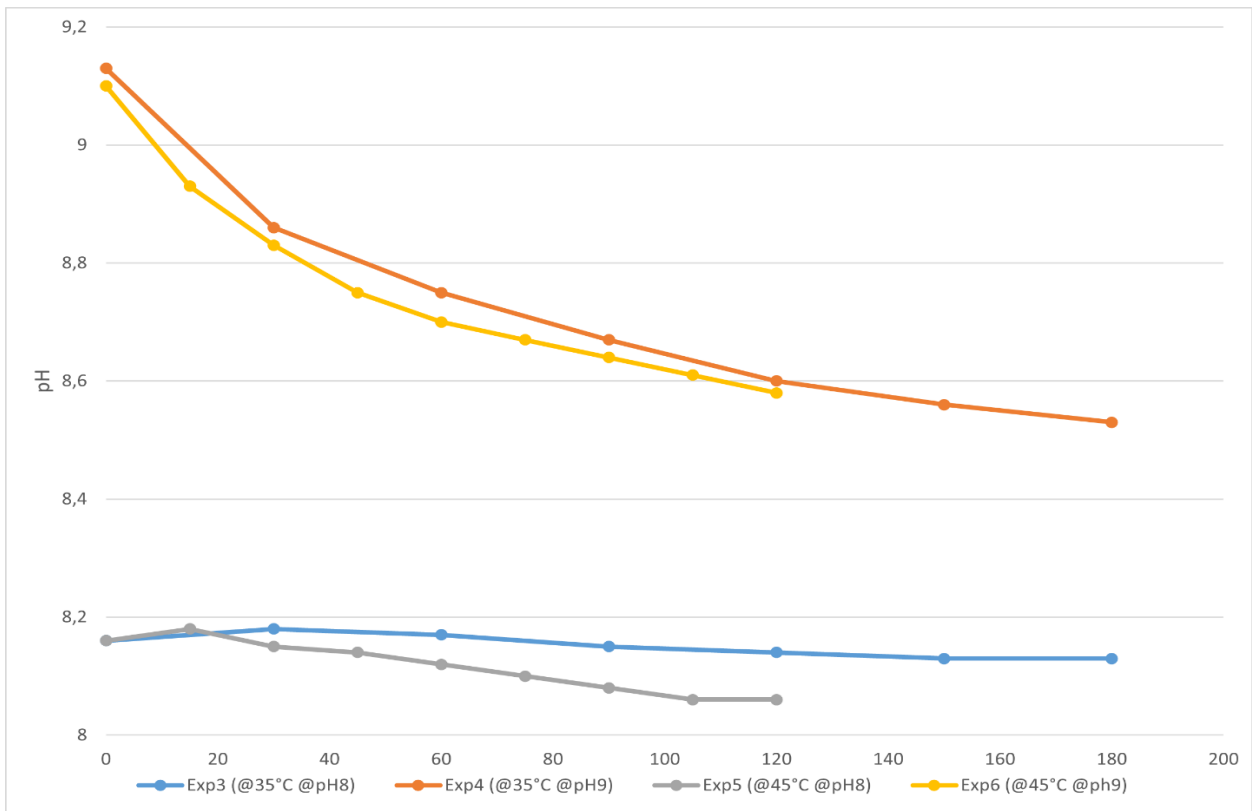


Figuur 5:  $NH_4-N$  concentraties in functie van tijd bij verschillende werkingstemperaturen en pH-waarden op een logaritmische schaal en genormaliseerd voor de beginconcentratie.

Als de relatieve verwijdering per dertig minuten wordt weergegeven, kan een goede inschatting gemaakt worden van hoe de installatie moet worden bedreven om bij gegeven werkingscondities een bepaald verwijderingspercentage te halen. Bij de hoogste temperatuur en pH wordt per dertig minuten een verwijdering van ca. 24% gehaald t.o.v. de vorige concentratie (Figuur 6).

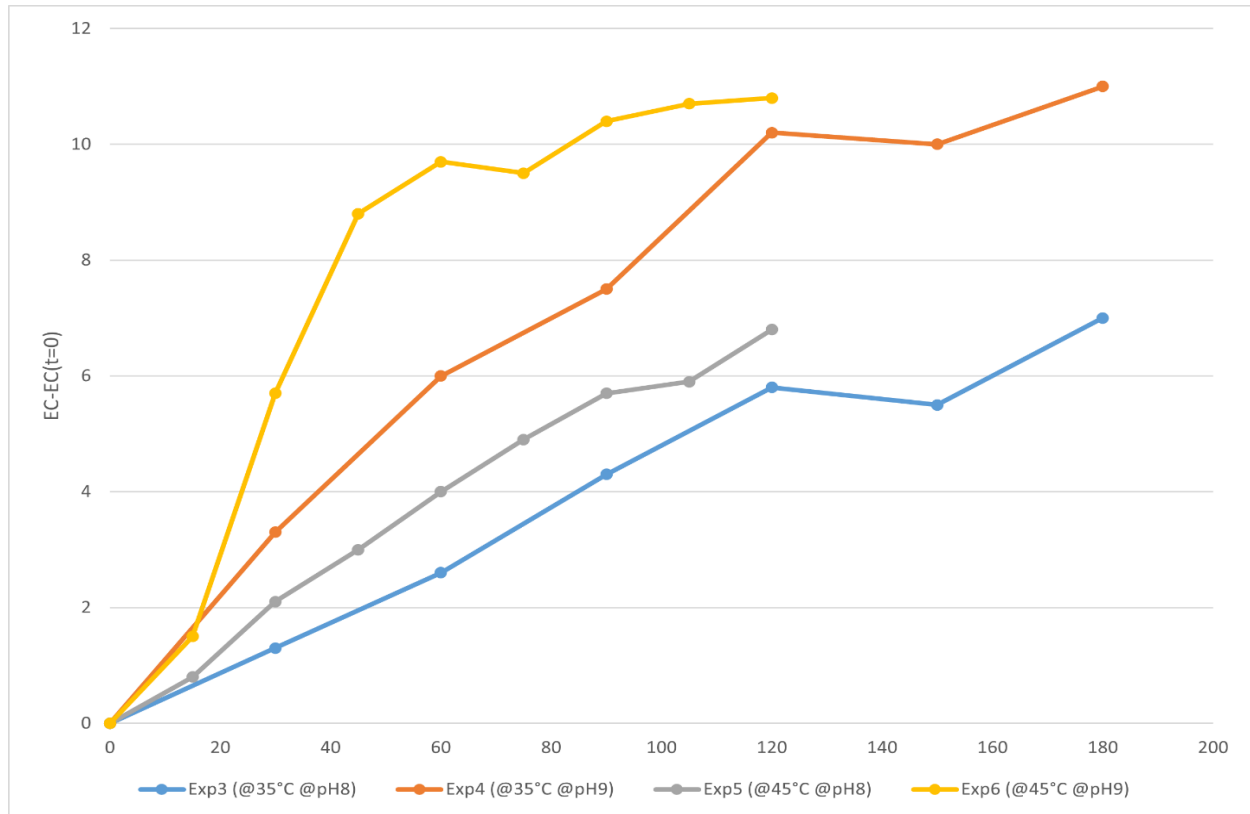


*Figuur 6: Spreiding van de verwijderingspercentages per dertig minuten.*



*Figuur 7: Verandering van de pH over tijd door stripping.*

De strippingefficiëntie wordt ook duidelijk door het bestuderen van enkele afgeleide variabelen zoals pH van de mest (Figuur 7) en conductiviteitsstijging (Figuur 8) van het ammoniumzout die online werden opgemeten. Zo is bij hoge pH te zien hoe deze afneemt over de tijd door de ammoniakstripping die verzurend werkt. En zo is te zien dat een hogere pH en hogere temperatuur een snellere stijging geven van de concentratie van het ammoniumzout. Deze stijging vlakt ook het meeste af bij hogere temperatuur en pH door de lagere ammoniakconcentraties die nog aanwezig zijn.



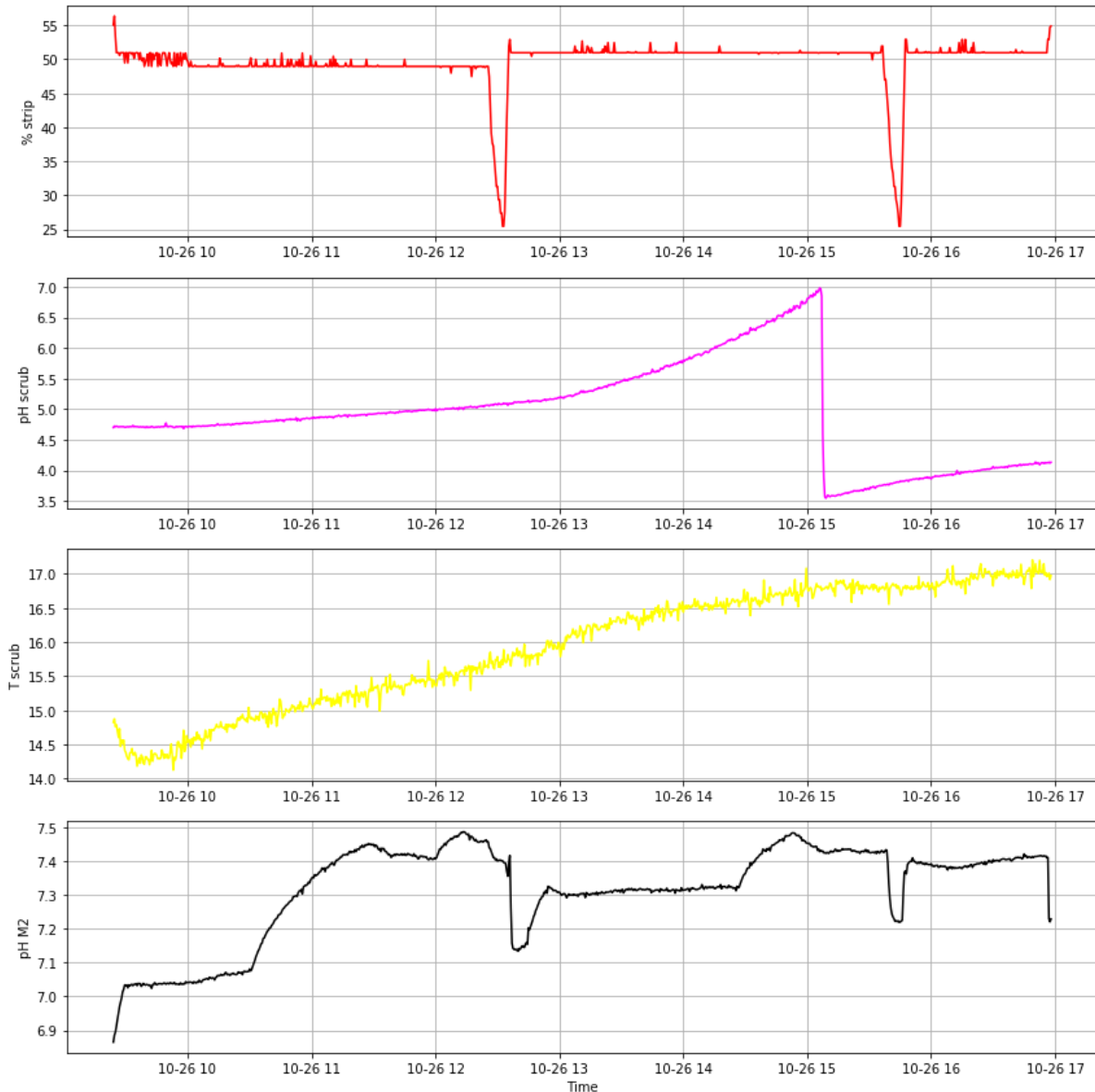
Figuur 8: Stijging van de conductiviteit van het ammoniumzout over tijd door stripping.

### 3.4. Kwaliteit producten bij aanpassing procesparameters

Zoals reeds vermeld hierboven, wordt de productkwaliteit door de opbouw van de installatie inherent constant gehouden, ongeacht de werkingsomstandigheden. M.a.w. de procesparameters beïnvloeden wel de strippingsnelheid, maar niet de productkwaliteit. De mogelijke invloed van snellere verdamping van water bij een hogere werkingstemperatuur, met lagere productconcentraties tot gevolg, werd in geen van de installaties vastgesteld. De concentratie aan zuur die wordt gedoseerd laat toe de maximaal haalbare concentratie aan ammoniumzout te halen.

### 3.5. Verbeterde procesopvolging

Een voorbeeld van de gelogde data wordt weergegeven in Figuur 9.



*Figuur 9: Niveau stripper (geeft aan wanneer een batch wordt gewisseld), pH scrubber (geeft de strippingsefficiëntie weer), temperatuur scrubber (geeft de scubbertemperatuur weer en beïnvloedt de strippingsefficiëntie op positieve wijze), pH van de mengtank (wijzigt vooral wanneer influent wordt toegevoegd alvorens het naar de stripper gaat).*

### 3.6. Invloed van gebruikte tegenzuur

Het gebruikte tegenzuur heeft voornamelijk een invloed op het geproduceerde ammoniumzout. Wanneer salpeterzuur gebruikt wordt, wordt ammoniumnitraat bekomen, terwijl er met zwavelzuur ammoniumsulfaat wordt bekomen. Het grootste effect hiervan is de nutriënteninhoud (Tabel 9).

Tabel 9: Belangrijkste verschillen tussen ammoniumnitraat en -sulfaat.

Ammoniumnitraat	Ammoniumsulfaat
pH 5 - 7	pH 5 - 7
10 - 15% N (50/50 ammoniak/nitraat)	8% N
0% S	9% S (of 23% SO <sub>3</sub> )
1,15 ton/m <sup>3</sup>	1,2 ton/m <sup>3</sup>

Voor zwavelzuur heeft men de keuze om met 50% of 96% te werken. Het laatste heeft als voordeel dat de volumes kleiner zijn, maar dan dient ook water gedoseerd te worden bij het eindproduct. Bij gebruik van 50% zwavelzuur komt men automatisch zeer dicht bij de geogode maximumconcentratie van 40% ammoniumsulfaat. Daarnaast brengt elk zuur ook spoorelementen mee, waarbij de belangrijkste categorie de zware metalen zijn. Dit is vooral gelinkt aan de productiemethode van dat zuur. Deze zware metalen zijn dan ook aanwezig in het corresponderende ammoniumzout. Dit is bijvoorbeeld al duidelijk in het verschil van zware metalen tussen het ammoniumnitraat en ammoniumsulfaat, waarbij ijzer (Fe) en mangaan (Mn) en in iets mindere mate ook nikkel (Ni) beduidend hoger liggen in ammoniumsulfaat dan in ammoniumnitraat (Tabel 10). Weliswaar zijn alle waarden nog steeds relatief laag in vergelijking met de normen.

Tabel 10: Overzicht van de aanwezige zware metalen in ammoniumnitraat en ammoniumsulfaat. d.l. = onder detectielimiet.

	Zware metalen (ppm)										
	Al	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	Mg
<b>Am.nitraat</b>	1,90	d. l.	d. l.	0,13	0,31	0,82	0,38	0,22	d. l.	0,64	d. l.
<b>Am.sulfaat</b>	2,54	d. l.	0,10	2,71	0,58	87,97	15,93	6,08	0,05	3,40	0,20

## 3.7. Napolijsting effluent

### 3.7.1. Gistel

Het rietveld dat de functie van het actief slibstelsysteem overneemt om het stripper-effluent te zuiveren, werd opgevolgd.

Chemisch zuurstofverbruik (Chemical Oxygen Demand, COD): de gemiddelde daling van COD in de eerste zone is 75%, de gemiddelde daling van COD in de tweede zone is 74% en globaal daalt de COD over het hele rietveld met 93,5%.

Tabel 11: Waarden voor COD (mg/L) in het beluchte rietveld. De gemiddelde daling van COD in de eerste zone is 75%, de gemiddelde daling van COD in de tweede zone is 74% en globaal daalt de COD over het hele rietveld met 93,5%.

Datum staalname	Influent COD (mg/L)	Midden COD (mg/L)	Effluent COD (mg/L)
<b>22/10/2020</b>	21833	6617	2020
<b>03/11/2020</b>	28550	5860	1720
<b>19/11/2020</b>	35328	8893	1800
<b>GEMIDDELDE</b>	<b>28570</b>	<b>7123</b>	<b>1847</b>

Totale stikstof (TN): de gemiddelde daling van TN in de eerste zone is 26%, de gemiddelde daling van TN in de tweede zone is 50% en globaal daalt de TN over het hele rietveld met 63%.

*Tabel 12: Waarden voor TN (mg/L) in het beluchte rietveld. De gemiddelde daling van TN in de eerste zone is 26%, de gemiddelde daling van TN in de tweede zone is 50% en globaal daalt de TN over het hele rietveld met 63%.*

Datum staalname	Influent TN (mg/L)	Midden TN (mg/L)	Effluent TN (mg/L)
22/10/2020	1165	1584	677
03/11/2020	1986	1417	785
19/11/2020	2850	1433	746
<b>GEMIDDELDE</b>	<b>2000</b>	<b>1478</b>	<b>736</b>

Ammonium (NH<sub>4</sub>): In de eerste zone is er gemiddeld een stijging van NH<sub>4</sub> met 7%, de gemiddelde daling van NH<sub>4</sub> in de tweede zone is 99,6%, alsook de globale daling van NH<sub>4</sub> over het hele rietveld.

*Tabel 13: Waarden voor NH<sub>4</sub> (mg/L) in het beluchte rietveld. In de eerste zone is er gemiddeld een stijging van NH<sub>4</sub> met 7%, de gemiddelde daling van NH<sub>4</sub> in de tweede zone is 99,6%, alsook de globale daling van NH<sub>4</sub> over het hele rietveld.*

Datum staalname	Influent NH <sub>4</sub> (mg/L)	Midden NH <sub>4</sub> (mg/L)	Effluent NH <sub>4</sub> (mg/L)
22/10/2020	693	1220	6.3
03/11/2020	1180	1074	4.6
19/11/2020	1357	1167	3.4
<b>GEMIDDELDE</b>	<b>1077</b>	<b>1154</b>	<b>4.8</b>

Nitraat (NO<sub>3</sub>): in de eerste zone is er gemiddeld een stijging van NO<sub>3</sub> met 40%, de gemiddelde stijging van NH<sub>4</sub> in de tweede zone is ca. 570%, de globale stijging van NO<sub>3</sub> over het hele rietveld bedraagt ca. 840%.

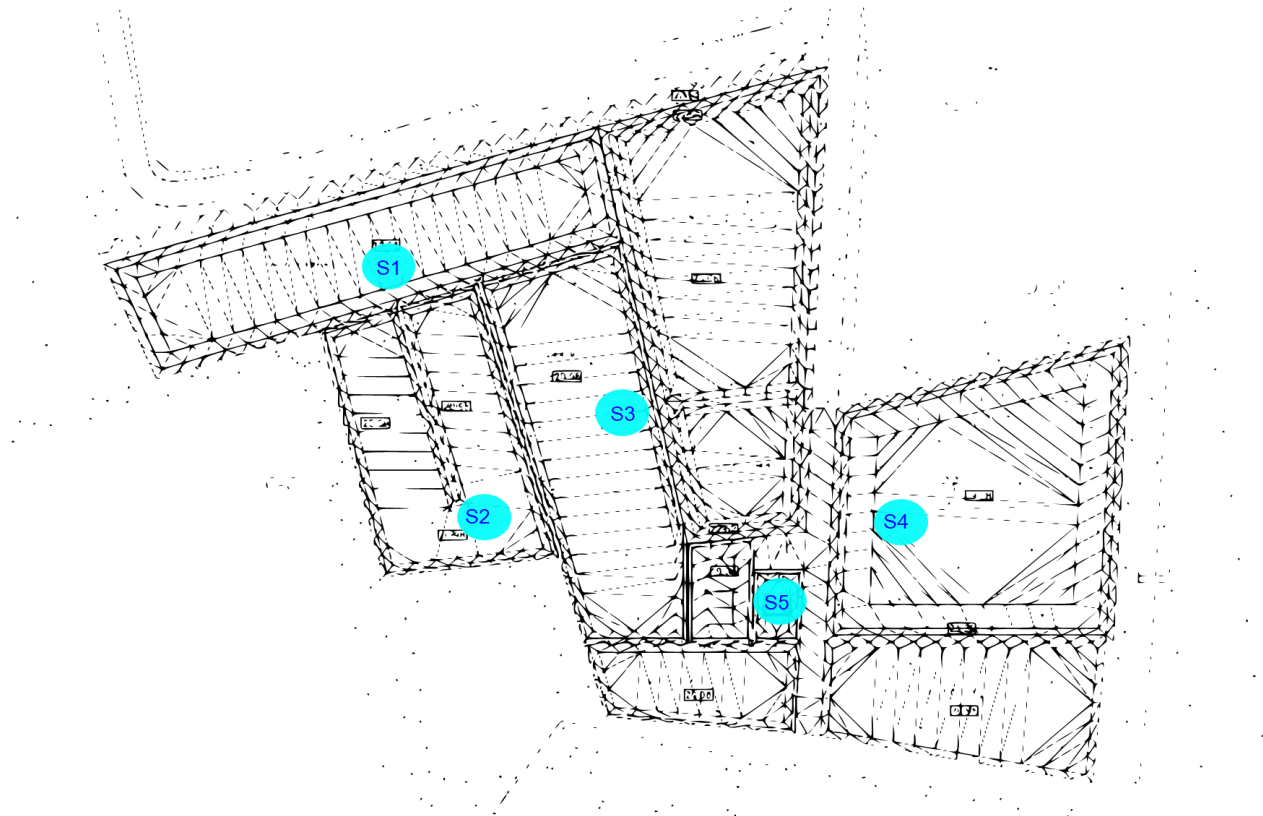
*Tabel 14: Waarden voor NO<sub>3</sub> (mg/L) in het beluchte rietveld.*

Datum staalname	Influent NO <sub>3</sub> (mg/L)	Midden NO <sub>3</sub> (mg/L)	Effluent NO <sub>3</sub> (mg/L)
22/10/2020	60	112	517
03/11/2020	51	64	681
19/11/2020	85	99	643
<b>GEMIDDELDE</b>	<b>65</b>	<b>92</b>	<b>614</b>

Verwijdering van COD en ammoniak zijn goed tot zeer goed, maar er is onvoldoende anaerobe zone (met voldoende COD) om de afbraak van nitraat te garanderen. Dit wordt wel verwezenlijkt in de daaropvolgende extensieve rietvelden (zonder actieve beluchting), maar het is toch gewenst via recirculatie of andere middelen het nitraat alvast deels af te breken.

### 3.7.2. Hooglede

De opstart van het rietveld in Hooglede werd opgevolgd binnen dit project. De lay-out van het rietveld is te zien in Figuur 10, de staalnames zijn weergegeven in Tabel 15 en Tabel 16. De stalen zijn genummerd volgens het doorlopen van de verschillende velden; S1 bevindt zich in het eerste rietveld, S5 is het lozingsbekken. De zandtoren en twee kleinere velden werden niet gesampled.



*Figuur 10: Lay-out van het rietveld in Hooglede met de verschillende staalnamelocaties. De nummering van de staalnamelocaties geeft de stromingsvolgorde van de velden aan.*

Het rietveld slaagt erin de concentraties van COD te laten dalen onder de limiet van 250mg/L. Voor stikstof is een goede afbraak te zien aan het begin van het rietveld, maar deze afbraak lijkt vrij snel te stagneren. Verdere labo-analyse wees uit dat dit te wijten is aan een koolstoftekort voor verdere denitrificatie, aangezien de meeste stikstof als nitraat aanwezig is. Doordat in het voorjaar de limiet van 15mg/L niet werd gehaald, werden houtsnippers toegevoegd aan de rietvelden, om verder aan de koolstofbehoefte te voldoen en de denitrificatie te stimuleren. Na verloop van tijd zullen de zichzelf vernieuwende rietplanten zelf een bron van koolstof worden. Het effect van de houtsnippers is nog niet merkbaar in het laatste meetpunt (13 juni). Door de droogte deze zomer zijn er geen metingen na deze datum (niet representatief).



Tabel 15: Opgemeten COD-concentraties in 5 verschillende delen van het rietveld in Hooglede.

COD [mg/L]	29/nov/21	21/feb/22	18/mrt/22	26/apr/22	13/jun/22
<b>S1</b>		65	85	115	215
<b>S2</b>		65	<75		
<b>S3</b>		65	<75	75	110
<b>S4</b>		65	<75	75	75
<b>S5</b>	85	65	<75	75	75

Tabel 16: Opgemeten N-concentraties in vijf verschillende delen van het rietveld in Hooglede.

N-totaal [mg/L]	29/nov/21	21/feb/22	18/mrt/22	26/apr/22	13/jun/22
<b>S1</b>	24,5	38,5	47	47	46,5
<b>S2</b>		22,5			
<b>S3</b>	18	19,5	25,5	26	33
<b>S4</b>		18	21	24	27,5
<b>S5</b>	11	15	16,5	22	24,5



Figuur 11: Foto's van het rietveld te Hooglede.

### 3.8. Samenstelling meststof

In het kader van de veldproeven werden analyses uitgevoerd op twee onafhankelijke stalen van de geproduceerde meststof uit Gistel, welke zijn weergegeven in Tabel 17.

Tabel 17: Samenstelling in massaprocent van de geproduceerde meststof.

Gehalte (%)	Staal A	Staal B
<b>Ammonium-N</b>	4,4	4,7
<b>Nitraat-N</b>	3,7	3,9
<b>Minerale stikstof</b>	8,1	8,6
<b>Concentratie meststof</b>	22%	23%

De resultaten van twee stalen van het ammoniumsulfaat uit Hooglede zijn weergegeven in Figuur 12.

**Monsternummer:** 22-14750-M

**Omschrijving:** Effluent

**Uw Referentie:** Ammoniumnitraat

**Datum receptie:** 08/04/2022

**Datum staalname:** 08/04/2022

**Staalnemer:** interne klant

Proefnummer: OO\_BWB22AAR\_BM01

<b>Chemie</b>		
<b>Parameter</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Resultaat</b>
<b><i>Fysische-Chemische parameters</i></b>		
organische koolstof	kg/1000 kg VM	99,7
totaal geoxideerde stikstof (TON)	kg/1000 kg VM	30,4650
ammonium stikstof	kg NH <sub>3</sub> -N/1000 kg VM	29,7
totale stikstof	kg/1000 kg VM	70,4
minerale stikstof	kg/1000 kg VM	60,181
droge stof	kg/1000 kg VM	183
organische stof	kg/1000 kg VM	179
verhouding C/N		1,4

VM in de eenheid staat voor vers materiaal, DS voor droge stof.

<b>Chemie</b>		
<b>Parameter</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Resultaat</b>
<b><i>Fysische-Chemische parameters</i></b>		
pH		5,3
totaal geoxideerde stikstof (TON)	kg/1000 kg VM	44,951
ammonium stikstof	kg NH <sub>3</sub> -N/1000 kg VM	44,38
totale stikstof	kg/1000 kg VM	89,331
koper	mg/kg VM	0,55
zink	mg/kg VM	0,84

Figuur 12: Weergave van de laboresultaten van de ammoniumsulfaat staalnames.

## 4. Conclusies

Tijdens dit project werden drie verschillende stripping/scrubbing installaties opgevolgd, in Gistel, Hooglede en Roeslare (bij projectpartner INAGRO). Een aantal zaken werd gelijkaardig ervaren over deze installaties, zoals de invloed van temperatuur en pH op de strippingsefficiëntie (i.e. relatieve ammoniakverwijdering); zowel een hogere temperatuur als een hogere pH beïnvloedden de efficiëntie positief. Wel zijn grote verschillen merkbaar; de nieuw gebouwde machines (in Hooglede en bij INAGRO) doen het merkbaar beter, op basis van de leerschool uit Gistel. De nieuwe installaties bevatten dan ook een verbeterde online monitoring, betere ventilatie, geoptimaliseerd vernevelsysteem en pakking, en een meer robuuste boiler.

Het inputmateriaal heeft een substantiële invloed op de werking: de ingaande concentratie en de pH bepalen sterk het potentieel. Het laatste kan met NaOH worden gecompenseerd, maar genereert extra operationele kosten. Maar het is vooral de voorafgaande scheiding die een grote invloed heeft. Waar bij INAGRO werd gescheiden zonder polymeren, werd meer hinder ondervonden bij de voorfilter en pompen. In Gistel was deze het beste. Het blijkt echter uit alle installaties dat de voorfilter wel degelijk noodzakelijk is om de installatie voldoende te beschermen; alle filters verwijderden wel degelijk nog grotere onzuiverheden (zoals varkensharen), die potentieel gevaarlijk zijn voor verstoppingen in de hiervoor gevoelige delen van de installatie.

De installatie kan met zowel zwavelzuur als salpeterzuur werken, wat werd geïllustreerd binnen dit project door beide zelfs op dezelfde installatie (Hooglede) te produceren. Het grootste verschil is de minimale hoeveelheden zware metalen die de verschillende zuren met zich meebrengen en in het eindproduct terecht komen. Geen van deze concentraties is echter een probleem voor de vermarkting van de ammoniumzouten. Zowel de strippingsefficiëntie als de verdere kwaliteit van de geproduceerde ammoniumzouten blijkt sterk onafhankelijk van de procesvoering. Zwakke of organische zuren werden enkel op laboschaal getest, maar zijn niet veelbelovend omdat grote volumes nodig zijn, de producten onstabiel zijn of de markt van deze zuren minder toegankelijk is.

De strippingsefficiëntie varieerde sterk in alle gevoerde experimenten, van 11% tot 82%. Er kan dus wel gesteld worden dat het volledige bereik werd benut en een grote optimalisatie kon doorgevoerd worden. Men kan stellen dat de waarden uit Hooglede bij 50°C nu de standaard vormen (60-68%), waar dit vroeger de waarden uit Gistel waren (20-25%).

Tot slot blijkt dat rietvelden voor nabehandeling van het stripper effluent een waardevolle techniek zijn. Desondanks de eenvoud van het systeem is een goede opvolging noodzakelijk om de verschillende processen (nitrificatie, denitrificatie, koolstofafbraak) in de juiste verhoudingen te stimuleren.

Dit project demonstreert de sterke toepasbaarheid van de stripping/scrubbingtechniek, op verschillende installaties, met verschillende ingangsstromen, tegenzuren en bedrijfsvoeringen.

**Nitroman**  
**Interreg**   
EUROPESE UNIE  
**Vlaanderen-Nederland**  
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling



Nitroman is gefinancierd binnen het Interreg V programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling. Meer info: [www.grensregio.eu](http://www.grensregio.eu).