

# EIP OPERATIONELE GROEP RENURE

## Infosheet voor producenten van ammoniumzouten

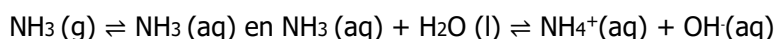


Figuur 1. Stripping-scrubbing installatie.

### BESCHRIJVING VAN DE TECHNOLOGIE

Ammoniumzouten worden geproduceerd via 'stripping-scrubbing', wat soms ook 'ammoniakstripping' wordt genoemd. In Nederland komen de termen 'mestkraker' en 'stikstofkraker' ook voor als synoniemen.

In een stikstofrijke afvalstroom, zoals de dunne fractie van mest of digestaat, is de in water opgeloste ammonium in evenwicht met ammoniak in gasvorm volgens de volgende formules:



Een verhoging van de pH en/of de temperatuur duwt het evenwicht van oplosbaar ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) naar gasvormige stripbare ammoniak ( $\text{NH}_3$ ). Daarom bestaat een stripping-scrubbing installatie uit twee compartimenten (Figuur 2) waar ammoniak eerst wordt vervluchtigd en opgevangen in de lucht (**stripping**) en vervolgens wordt gewassen met zuur (**scrubbing**). Doordat het proces in een gesloten systeem plaatsvindt, zijn emissies relatief laag.

Aangezien het proces afhankelijk is van temperatuurverhoging wordt het gewoonlijk gekoppeld aan een voorafgaande anaerobe vergister waar de overtollige warmte van de vergister kan worden gebruikt. De pH wordt verhoogd door toevoeging van gebluste kalk ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) of natriumhydroxide ( $\text{NaOH}$ ). Strippen van  $\text{CO}_2$  uit de inputstroom met  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  kan echter ook de pH verhogen en de vorming van  $\text{CaCO}_3$ -precipitaten in de stripper voorkomen.

Voor de nabehandeling van het effluent uit de stripper zijn rietvelden een geschikte techniek. Ondanks de eenvoud van het systeem is een goede opvolging noodzakelijk om de verschillende processen (nitrificatie, denitrificatie, koolstofafbraak) in de juiste verhoudingen te stimuleren.

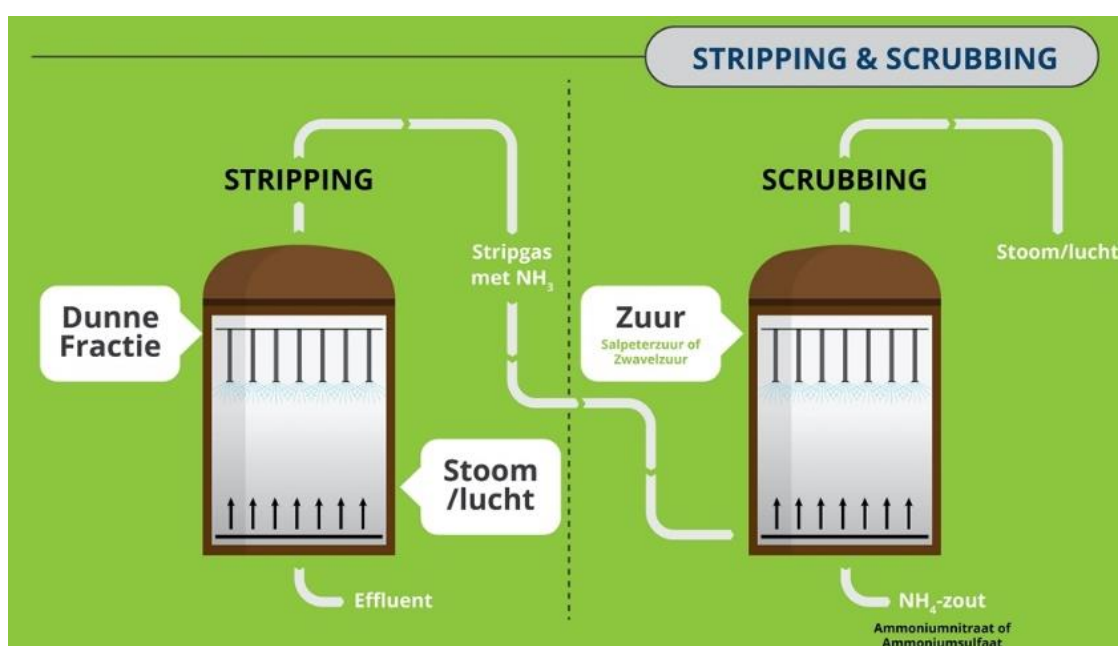
# EIP OPERATIONELE GROEP RENURE

## Infosheet voor producenten van ammoniumzouten

### Stripping:

Tijdens het **strippingsproces** wordt lucht in het compartiment geblazen om de gasvormige ammoniak ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) te verwijderen die uit de dunne fractie vrijkomt bij een stijging van de pH en/of de temperatuur.

Zowel een hogere temperatuur als een hogere pH verhoogt de strippingefficiëntie. Een stijging van één of beide bevordert de relatieve ammoniakverwijdering, maar gaat gepaard met hogere productiekosten. Het is dus cruciaal om het juiste evenwicht te zoeken tussen een hogere stikstofinhoud en de operationele kosten. Installaties gebruiken online monitoring, ventilatie, een geoptimaliseerd vernevelsysteem en pakking en een robuuste boiler om het gebruiksgemak zo hoog mogelijk te houden.



Figuur 2. Stripping/scrubbing proces. Processchema uit Interreg-project NITROMAN.

De stripkolommen bevatten al dan niet pakkingsmateriaal dat het contactoppervlak van vloeistof en lucht vergroot terwijl de dunne fractie bovenin het compartiment wordt verneveld. Het stripgas wordt ofwel via counterflow: door middel van een tegenstroomprincipe; ofwel via crossflow (gelijkstroom) met de dunne fractie in contact gebracht. Op deze manier wordt ammoniak van vloeibare naar gasfase gebracht. Niet-vluchtige componenten zoals organisch gebonden stikstof (N), fosfor (P), kalium (K), zware metalen, vaste stoffen enz. blijven in het stripper-effluent achter.

De werking wordt sterk beïnvloedt door het inputmateriaal, de ingaande concentratie en de pH spelen een belangrijke rol. De pH kan met NaOH worden gemanipuleerd, maar vormt een extra operationele kost. De grootste invloed op de werking komt vooral van de voorafgaande scheiding van mest in een dikke en dunne fractie. Wanneer gebruik wordt gemaakt van pakkingsmateriaal, moeten zwevende deeltjes (totaalgehalte aan zwevende deeltjes (TSS) > 2%) en vezels uit de inputstroom worden verwijderd om vervuiling te voorkomen. Een voorfilter is daarom noodzakelijk om de installatie

# EIP OPERATIONELE GROEP RENURE

## Infosheet voor producenten van ammoniumzouten

voldoende te beschermen. Deze filter verwijdert grote onzuiverheden (zoals gras- en strovezels), die potentieel een verstopping kunnen veroorzaken in de installatie.

### Scrubbing:

In de volgende stap wordt de ammoniakrijke lucht afgevangen en wordt de ammoniak neergeslagen door deze te wassen met een sterk zure oplossing, zoals zwavelzuur of salpeterzuur, in de scrubber. Daarbij wordt een ammoniumzoutoplossing gevormd (ammoniumsulfaat of ammoniumnitraat respectievelijk). Het stripgas waaruit de ammoniak is verwijderd, kan worden hergebruikt in de stripper.

Een stripping-scrubbing installatie kan met ofwel zwavelzuur ofwel salpeterzuur goed werken. Het grootste verschil tussen beide zuren is de minimale hoeveelheden zware metalen die de verschillende zuren met zich meebrengen en in het eindproduct terecht komen. IJzer en mangaan en in iets mindere mate ook nikkel liggen beduidend hoger in ammoniumsulfaat dan in ammoniumnitraat. De metaalconcentraties zijn echter geen probleem voor de vermarkting van de ammoniumzouten. Alle waardes zijn nog steeds relatief laag in vergelijking met de normen. Zwakke of organische zuren zijn geen gelijkwaardig alternatief omdat de producten onstabiel zijn, het proces minder efficiënt is, er grote volumes van nodig zijn en de markt is er minder toegankelijk.

De keuze van de zuren kan ook bepaald worden door de prijs en het doel van de ammoniumzouten. In ammoniumnitraat (bij gebruik van salpeterzuur) is er namelijk meer stikstof, maar met ammoniumsulfaat (bij gebruik van zwavelzuur), zorgt men voor een extra zwavelgift dat bij bepaalde gewassen interessant kan zijn.

Soms is het een optie om gebruik te maken van zwavelzuur dat ter beschikking is als restproduct van een ander (industriële) proces, wat de kosten voor de aankoop van het zuur kan drukken. Er moet hierbij echter wel gelet worden op de zuiverheid van het geleverd product.

De concentratie van de ammoniumzoutoplossing wordt gelimiteerd door kristalvorming. Zodra de concentratie van ammoniumsulfaat 40% bedraagt (overeen komende met 7-8% N) of ammoniumnitraat 52% (overeen komende met 17-18% N), kunnen zich kristallen vormen die het sproeisysteem in de scrubber kunnen blokkeren. Daarom moet de ammoniumsulfaatoplossing in de installatie met voldoende water worden verdund.

## PRODUCTEIGENSCHAPPEN

De ammoniumzoutoplossingen die aan het eind van het stripping-scrubbingsproces ontstaan, bevatten N in volledig minerale vorm, net zoals synthetische kunstmest. De stikstofconcentratie varieert op basis van de procesomstandigheden en de efficiëntie. Het verkregen product is een zure (pH 5-7) ammoniumzoutoplossing die 100% minerale N bevat zonder organische deeltjes. De pH van de oplossing kan worden aangepast aan de behoeften van het gewas. Voor de gebruiker is het vooral belangrijk dat men een stabiel product krijgt.

# EIP OPERATIONELE GROEP RENURE

## Infosheet voor producenten van ammoniumzouten

Ondanks dat de ammoniumzouten momenteel nog als dierlijke mest moeten worden toegepast, hebben ze wel een gelijkaardige werking als kunstmest en beschikken ze dus over een 100% werkzame stikstof.



Figuur 3. Ammoniumsulfaat (links), ammoniumnitraat (rechts).

Tabel 1. Producteigenschappen van ammoniumnitraat (AN) en ammoniumsulfaat (AS).

	AN	AS
N %	10-15 (50/50 verhouding ammoniak/nitraat)	8%
N-P-K %	15-0-0	8-0-0
Zwavel (S) %	0	9 (of 23% SO <sub>3</sub> )
Dichtheid (ton/m <sup>3</sup> )	1,15	1,2

Er bestaat een mogelijkheid om additieven toe te voegen aan de ammoniumzouten om vervluchtiging te reduceren, wat interessant is op vlak van milieu-impact. De keerzijde van de medaille is dan wel de extra kost die erbij komt.

### OPSLAG

Aan de opslag van ammoniumzouten hangt vaak een hoger prijskaartje, doordat dit vloeibare producten zijn met een lagere stikstofinhoud in vergelijking met kunstmest. Kunstmest wordt vaak in bigbags opgeslagen wat het gemakkelijk stapelbaar maakt. De ammoniumzouten kunnen in een IBC-container opgeslagen worden.

De veiligheid moet ook zeker gegarandeerd worden. Bij salpeterzuur is er namelijk kans op explosiegevaar bij een slechte opslag. Ook voor het ammoniumsulfaat is een aparte, vloeistofdichte en zuurbestendige opslag vereist (volgens de veiligheidsvoorschriften van de AEA-lijst (chemische luchtwassers)), omdat er **vorming van het giftige H<sub>2</sub>S mogelijk** is wanneer dit wordt gemengd met drijfmest. Deze opslag is vaak een polyester tank. Voor deze opslag moet bedrijfsspecifiek de vergunningsplicht nagegaan worden.

# EIP OPERATIONELE GROEP RENURE

## Infosheet voor producenten van ammoniumzouten

Of er een uitbatingsvergunning nodig is, is afhankelijk van het type bedrijf, de ligging en de hoeveelheid. Dit wordt best bedrijf per bedrijf bekeken.

Bij langdurige opslag van ammoniumzouten kan het zeker geen kwaad om het product even te mengen tijdens het uitzuigen. De duur van de opslag heeft geen effect op kristallisatie van de ammoniumzouten. De eventuele vorming van kristallen is vooral van belang tijdens het proces van stripping-scrubbing waarbij de temperatuur en/of pH een belangrijke rol spelen.

### ECONOMISCH PLAATJE

Er is in de afgelopen jaren een grote stap gezet naar een lagere installatiekosten en lagere operationele kosten. Het type mest/digestaat en de gewenste verwijderingsefficiëntie hebben een grote invloed op de operationele kosten. De aanwezigheid van duurzame elektriciteit, bijvoorbeeld uit zonne-energie of biomassa, speelt ook sterk mee in de kostenbepaling. In Tabel 2 staat een geschatte gemiddelde kostprijs voor installatie, gerekend met een elektriciteitskost van 0,2 €/kWh.

Tabel 2. Installatiekosten in 2023.

Installatiecapaciteit	CAPEX	OPEX*
<b>1 m<sup>3</sup>/u (32-36% N<sub>tot</sub>- verwijdering)</b>	€215.000	3,4 €/kg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N of 1,7 €/kg N <sub>tot</sub> (ammoniumnitraat)
<b>8 m<sup>3</sup>/u (43% N<sub>tot</sub>- verwijdering)</b>	€390.000	1,6 €/kg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (ammoniumsulfaat)

\*gemiddelde berekening na een jaar monitoring van een operationele installatie voor het geproduceerde vloeibare ammoniumzout. Rekening houdend met energie (0,14 €/kWh)/chemicaliën (200 €/ton HNO<sub>3</sub>)/onderhoud/vervanging elektromechanische onderdelen.

De economische rendabiliteit van de implementatie van een stripper-scrubber unit om ammoniakale stikstof uit (vergiste) mest te herwinnen, is sterk afhankelijk van het bedrijfstype onder studie. De belangrijkste criteria die het economisch resultaat beïnvloeden zijn:

- Het **mesttype**: dit bepaalt zowel de hoeveelheid totale stikstof die aanwezig is in de te behandelen meststroom als de verhouding minerale stikstof ten opzichte van organische stikstof. Een hoge stikstofconcentratie in minerale vorm in de meststroom is gewenst, omdat er in dit geval voor eenzelfde verwerkingscapaciteit een hogere hoeveelheid stikstof kan worden herwonnen dan bij lage stikstofconcentraties. Dit leidt tot hogere economische inkomsten door de productie van kunstmestvervangende ammoniumzouten.
- Het **aanwezige verwerkingstraject**: de aanwezigheid van een vergister en/of biologie beïnvloedt het economisch resultaat van de implementatie van een stripper-scrubber unit, aangezien vergisting de verhouding minerale/organische stikstof wijzigt en ook restwarmte ter beschikking kan stellen, wat de belangrijkste energiecomponent is tijdens het strippingsproces. Het herwinnen van stikstof door een stripper-scrubber unit voor het nitrificatie-denitrificatieproces kan het kostenplaatje van de biologie sterk verminderen, doordat de stikstoflading op het biologiesysteem wordt verminderd,



# EIP OPERATIONELE GROEP RENURE

## Infosheet voor producenten van ammoniumzouten

wat de beluchtingsvraag en externe koolstofbehoefte vermindert en de verwerkingscapaciteit verhoogt.

- De **schaalgrootte**: de te verwerken hoeveelheid mest is van groot belang, omdat de investeringskosten geassocieerd met de implementatie van een stripper-scrubber unit gevoelig zijn voor schaalvoordelen. Hierdoor zullen grotere installaties mest kunnen verwerken tegen een gereduceerde kostprijs.
- De **mestdruk**: wanneer ervan wordt uitgegaan dat de herwonnen stikstof onder de RENURE-criteria valt, kan stikstofherwinning via een stripping-scrubbing unit de dierlijke stikstofdruk verminderen. In regio's met een negatieve prijs verbonden aan dierlijke stikstof kan de implementatie van een stripper-scrubber unit de kosten verbonden aan mestafzet dus sterk verminderen.

Wanneer de verschillende scenario's werden doorgerekend in de economische meta-analyse, werd gevonden dat in de huidige Vlaamse context de implementatie van een stripping-scrubbing unit alleen voordelig is bij de verwerking van varkensmest, wanneer er al een verwerkingstraject aanwezig is (biologie en/of vergistingsinstallatie). Dit is voornamelijk het gevolg van de meer industriële schaal van varkensbedrijven met een verwerkingstraject ten opzichte van bedrijven zonder verwerkingstraject. De resultaten toonden aan dat de **mestverwerkingscapaciteit minstens ongeveer 20.000 ton mest per jaar** moet bedragen om de gewenste schaalvoordelen te behalen.

## LANDBOUW- EN MILIEUPRESTATIES



- De ammoniumzouten bevatten een voor planten beschikbare ammoniakale stikstof. Synthetische kunstmest bevat echter vaak nitraat ( $\text{NO}_3^-$ -N) en deze producten bevatten standaard ammonium ( $\text{NH}_4^+$ -N). Nitraat is snel opneembaar, maar spoelt ook snel uit. Ammonium werkt trager. Het moet door micro-organismen eerst omgezet worden tot nitraat. Door de positieve lading van ammonium vindt er weinig uitspoeling plaats. Bij toediening van ammonium kan er wel ammoniakvervluchtiging optreden, dus het is belangrijk om dit op een emissiearme manier te doen.
- Ammoniumnitraat werd met het OG RENURE-project getest op agronomische waarde bij de teelt van maïs, aardappelen en wintertarwe. De oogstopbrengst van de RENURE-meststof werd vergeleken met bemesting met ureum en synthetisch ammoniumnitraat. De RENURE-meststof (ammoniumnitraat) leverde gelijke, zonet betere, oogstopbrengsten op.

# EIP OPERATIONELE GROEP RENURE

## Infosheet voor producenten van ammoniumzouten

- Veldproeven in eerdere projecten met ammoniumzoutoplossingen (ammoniumnitraat en ammoniumsulfaat) toonden aan dat de producten ook geschikt zijn voor mais, gras, graangewassen en groenten, zowel in akkerbouw als in serreteelt, al dan niet rekening houdende met enkele aandachtspunten (pH, toediening, ...).
- Ammoniumzouten worden, gezien de lagere stikstofinhoud, vaak als bijbemesting toegepast.
- Het ammoniumsulfaat bevat naast N ook S wat een voordeel is bij gewassen met een hoge S-behoefte zoals koolsoorten.

### JURIDISCH KADER

- Aangezien deze meststof uit mest (of digestaat na vergisting van mest) wordt teruggewonnen, beschouwt de Nitraatrichtlijn dit product als dierlijke mest en niet als minerale stikstofkunstmest. Het product moet daarom **voldoen aan de gebruikseisen van dierlijke mest (max. 170 kg N/ha)** en staat in concurrentie met dierlijke mest.
- Anno 2023 kunnen de stripping-scrubbingsproducten enkel als volgt op de markt gebracht worden: nationale wetgeving van eigen land toepassen en indien de producent het product in een ander EU-land in de handel wil brengen, moeten regels inzake wederzijdse erkenning gevolgd worden. Om de producten op de interne markt van de EU te brengen met een **CE-label**, moeten zij voldoen aan de Verordening voor bemestingsproducten. Binnen deze nieuwe Europese Verordening [2019/1009](#) worden 'Product Function Categories' (PFC) en 'Component Material Categories' (CMC) opgesteld. De eindproducten moeten voldoen aan de karakteristieken uit de PFC-lijst om een CE-label te kunnen krijgen. Daarnaast mogen CE-gelabelde producten enkel geproduceerd worden uit de erkende CMC-lijst.  
Momenteel is er onder Verordening (EG) 1069/2009 voor dierlijke bijproducten echter geen eindpunt bepaald voor stripping-scrubbingsproducten. Dit eindpunt is nodig, zodat deze kunnen worden opgenomen als CMC. Verordening (EU) 2019/1009 is niet van toepassing op dierlijke bijproducten of afgeleide producten die onderworpen zijn aan de voorschriften van Verordening (EG) 1069/2009 wanneer zij op de markt worden aangeboden.
- De techniek van stripping-scrubbing wordt genoemd onder '**Techniek in opkomst**' in het Vlaamse BBT addendum (2020). Er zijn echter te weinig volwaardige stripping-scrubbingsinstallaties om deze techniek in de BBT-lijst op te nemen als Best Beschikbare Techniek.
- De meeste ammoniumzouten voldoen aan onderstaande RENURE-criteria:
  - $N_{\min}:N_{\text{tot}} \geq 90\%$  of  $\text{TOC}:N \leq 3$
  - Max. 300 mg Cu/kg DS en 800 mg Zn/kg DS

### BEVINDINGEN UIT EIP OPERATIONELE GROEP RENURE

Tijdens de kerngroepen van de OG RENURE werden enkele bevindingen en knelpunten gesignaleerd. De meeste van deze punten werden verwerkt doorheen de brochure. Hieronder worden nog enkele algemene punten weergegeven:

# EIP OPERATIONELE GROEP RENURE

## Infosheet voor producenten van ammoniumzouten

- Omdat de ammoniumzouten de status van dierlijke mest hebben en dus binnen de grens van 170 kg dierlijke N/ha moeten toegepast worden, is er soms twijfel, ondanks de vele voordelen, om deze producten te gebruiken:
  - De herwonnen meststoffen (RENURE), zoals ammoniumzouten, zijn vaak duurder dan dierlijke mest. En zolang deze ammoniumzouten in concurrentie zijn met dierlijke mest (door de wetgeving), zullen landbouwers eerder naar de gekende en goedkopere dierlijke mest gaan. Zelfs voor bedrijven die zelf geen dierlijke mest hebben, is het vaak goedkoper om dierlijke mest aan te kopen via burenenregeling.
  - De kostprijs van de aankoop, de machines voor toepassing (indien niet door een loonwerker) en de opslag zorgen voor een zekere drempel.
  - Je zal mogelijks meer ruwe dierlijke mest, die anders als meststof zou worden gebruikt, moeten verwerken, wat ook een zekere kost is, vanwege de vervanging door ammoniumzouten.
- Er zijn ook teelten (granen of groenten) waar weinig tot geen dierlijke mest in wordt toegepast. Daar is ruimte om ammoniumzouten te gaan gebruiken binnen de dierlijke bemestingsnorm.
  - Terwijl volgens de Mestbank de werkingscoëfficiënt 60% is (zoals dierlijke mest), pas je in de praktijk 100% werkzame stikstof toe.
  - Vanwege de vloeibare vorm kunnen ammoniumzouten worden toegepast o.a. d.m.v. rijbemesting. Vanwege deze precisiebemesting kan je in principe met een lagere stikstofbemesting dezelfde opbrengsten bekomen.
- Bij tuinbouw zit men met gesloten systemen en is er dus kans op een accumulatie van zouten. Hierdoor moet men regelmatig spuien. Maar eenmaal er dierlijke mest wordt gebruikt in het systeem, wordt ook de volledige spuistroom dierlijke mest. Aan de andere kant is er ook in de tuinbouw heel wat ruimte om kunstmest (deels) te vervangen. Ammoniumzouten zijn puur genoeg om zonder extra filterstappen via spuitboom of DFT-opstelling toe te passen. Verder onderzoek naar toediening en opbrengst is nog nodig.

### OVER OPERATIONELE GROEP RENURE:

De Operationele Groep RENURE wil de landbouwsector voorbereiden op het gebruik van ammoniumzoutmeststoffen (ammoniumnitraat en ammoniumsulfaat) door de overgang te maken van op onderzoek gebaseerde veldproeven naar een praktische evaluatie bij de boer.

De Operationele Groep RENURE wordt gefinancierd door het Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling (ELFPO): Europa investeert in zijn platteland. [www.vlaanderen.be/pdpo](http://www.vlaanderen.be/pdpo)

Meer info: bekijk de [projectpagina](#) of de [EIP-website](#).



IVACO cvba, Jeroen Hindryckx, Guido Lammerant, Roger Masscheleyn, Bert Hanssens, Jeroen Dejonckheere