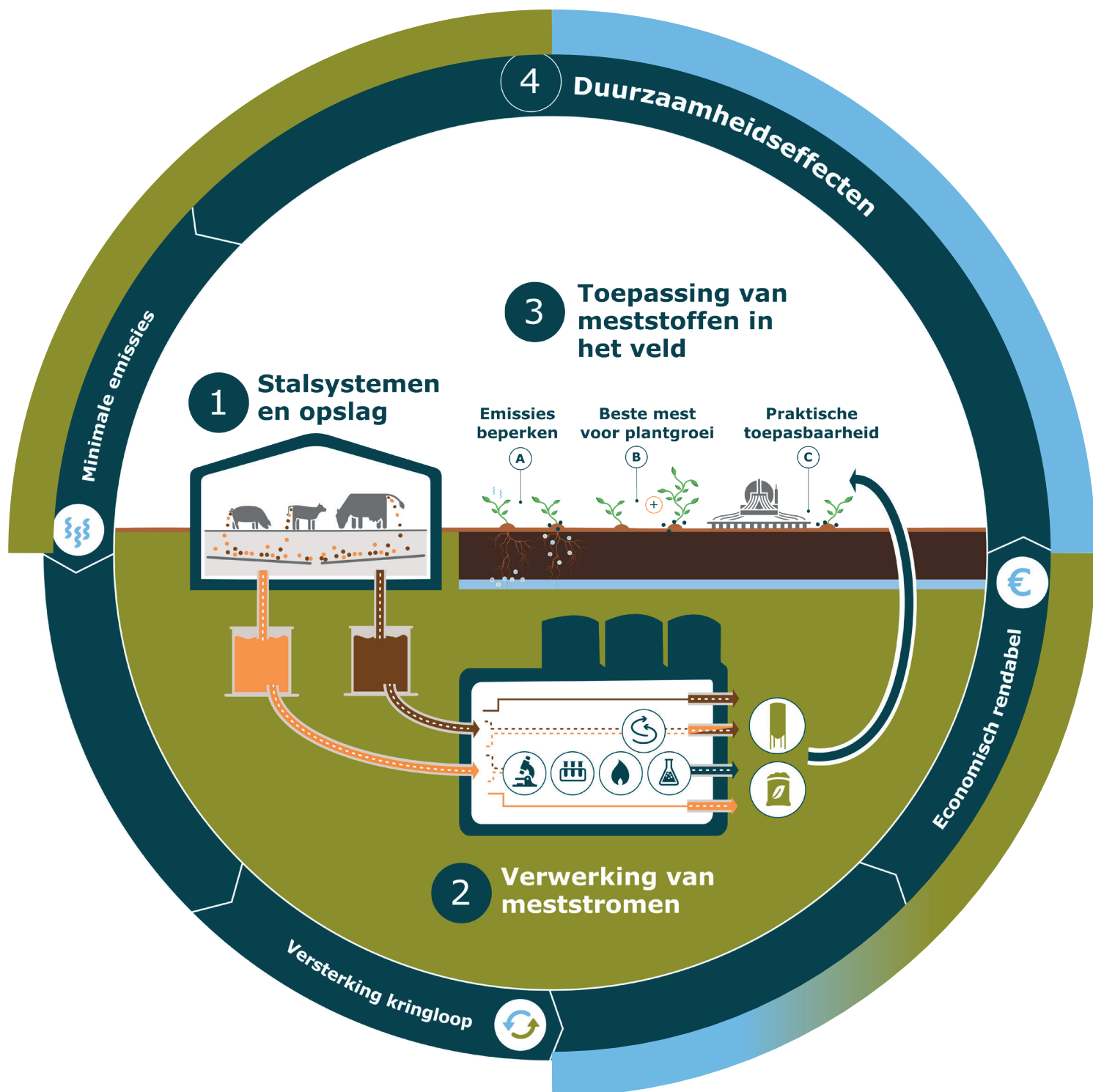
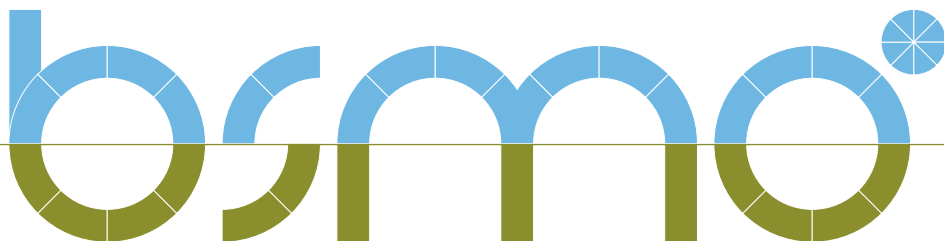
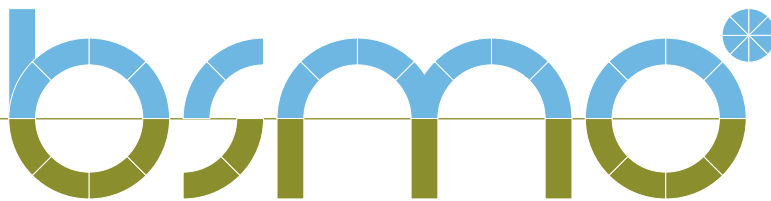




Wat te doen met urine-achtige producten?

Achtergrond

Uit de eerste analyses van urine-achtige producten tijdens BSMO bleek dat deze vaak voldoen aan de samenstellingseisen van een RENURE (C:N <3 of Nmin >90% van Ntotaal) (Van Boxmeer 2023). Maar ook bleek dat deze urine achtige producten een hoge pH en hoge concentraties aan ammonium hebben wat een risico is op ammoniak emissies gedurende opslag of aanwenden. In de praktijk bleken de innoverende boeren met feces en urine scheidende systemen ook nogal eens de urine en de feces weer bij elkaar te doen zodat de makkelijk verpompbare drijfmest weer ontstond. Er is dus meer nodig dan alleen de scheidende stalsystemen om deze gescheiden mestfracties duurzaam te benutten.

Doelstelling

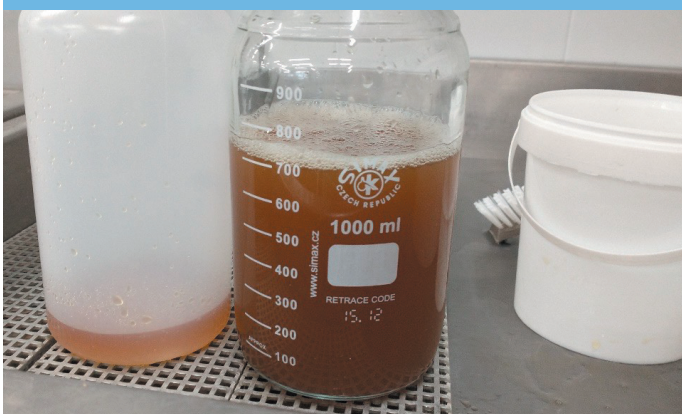
Het doel van deze leaflet is het weergeven van de stand van zaken omtrent de mogelijkheden om de urine-achtige fracties zo te bewerken dat emissies worden tegengegaan en de kwaliteit van de urine-achtige producten geborgd zijn.

Methode

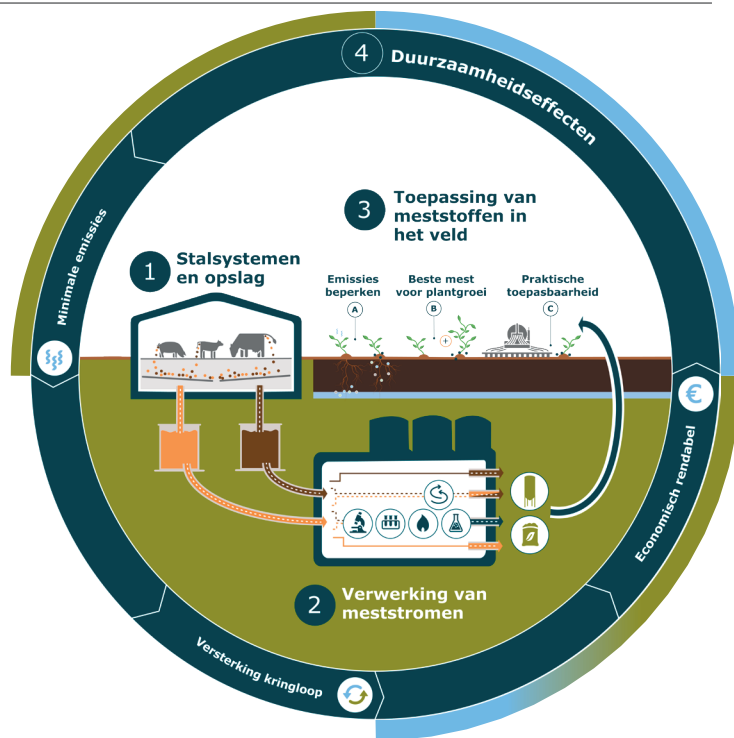
Er is informatie verzameld over deze urine-achtige producten en mogelijke bewerkingen daarop. De informatie is aangeleverd door partners in het project of middels literatuuronderzoek verkregen.

Onderwerpen die aan bod komen

- Urine fracties wat weten we
- Borging kwaliteit: urine filtreren
- Verlagen risico op ammoniak emissies: aanzuren
- Te verwachten ontwikkelingen



Figuur 1.1 | Koeienurine verzameld voor laboratorium proeven



Urine achtige producten

Door middel van een scheiding in de stal worden urine en feces gescheiden opgevangen. Hiervoor zijn op hoofdlijnen verschillende systemen in ontwikkeling (beschreven in Boxmeer et al., 2023):

Melkvee

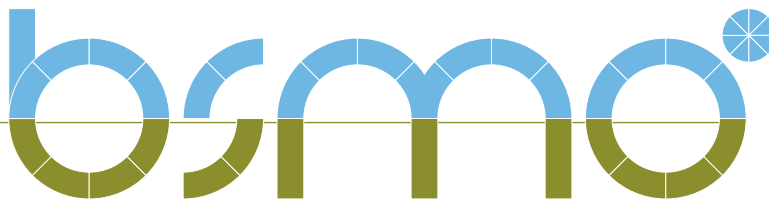
- Koeientoilet
- Semi dichte vloeren met gaatjes en gootjes en mestrobots of mestschuif om dikke fractie te verwijderen.
- Semi dichte vloeren met permeabele kunststof vloeren en mestrobots of mestschuif om dikke fractie te verwijderen.

Varkenshouderij

- Urine en feces scheidende mestband onder de roosters
- Mestkelder of mestgoten met afvoerkanaal voor urine en schuif/robots voor feces

Kalverhouderij:

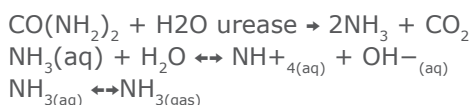
- Mestkelder of mestgoten met afvoerkanaal voor urine en schuif/robots voor feces
- Urine en feces scheidende mestband onder de roosters



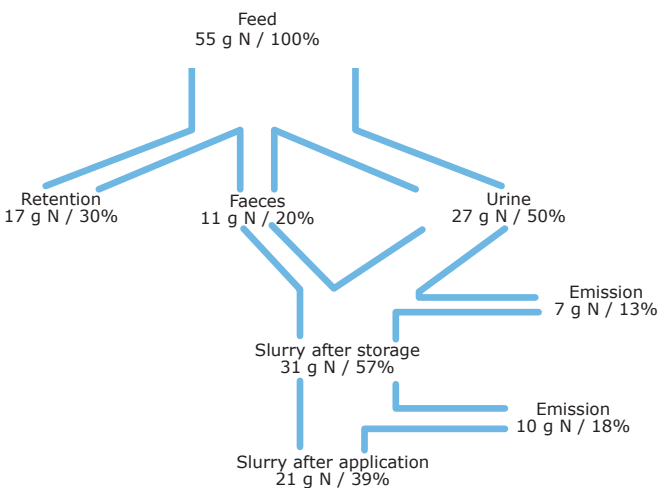
Wat weten we?

Urine en feces

In de meest voorkomende stallen voor melkvee, varkens en vleeskalveren wordt de mest via de roostervloer onder de dieren opgeslagen in een mestkelder. Urine en feces vallen in deze mestput en tezamen met spoelwater en voerresten vormt zich drijfmest.



Urease wordt door een verscheidenheid aan organismen aangemaakt (bacteriën, algen en planten) en is aanwezig in de feces. Door het gescheiden houden van urine en feces zal de omzetting van ureum vertraagd worden waardoor tijd gewonnen kan worden om deze urine emissie-arm op te slaan. In figuur 2.1 is te zien dat een groot deel van de stikstof die via de voeding wordt ingenomen door de varkens in de urine (50%) en feces (20%) terecht komt en 30% wordt vastgelegd in het dier zelf.



Figuur 2.1 | Globale N balans bij vleesvarkens (overgenomen uit Canh 1998)

Stikstof in urine-achtige producten

Stikstof kan in deze urine-achtige producten voorkomen in verschillende vormen op hoofdlijnen: ureum, ammoniak, nitraat/nitriet en organisch stikstof. Vaak zal in urine-achtige producten stikstof vooral als ammoniak aanwezig zijn. Als deze producten gecontamineerd worden met feces

dan zal het organische stikstof verhogen. Ureum is slecht opneembaar door planten, omzetting naar ammoniak zorgt voor een betere opneembaarheid en bij omzetting naar nitraat wordt het stikstof goed opneembaar.

Voor meststoffen wordt gerekend met N-efficiency (hoeveelheid stikstof die in het eerste groeiseizoen door het gewas wordt opgenomen). Voor organisch N is dit lager omdat deze organische verbindingen eerst moeten mineraliseren voordat de stikstof beschikbaar komt voor de plant.

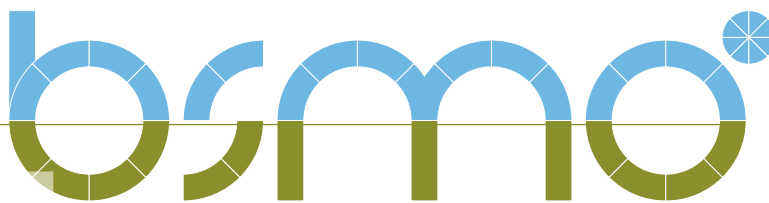
Samenstelling urine-achtige producten

De samenstelling van de urine (zie figuur 2.2) hangt onder andere af van de diersoort en het rantsoen (en hoeveelheid drinkwater) wat ze krijgen. De scheidende systemen zullen een effect hebben op de zuiverheid van de urine achtige producten. Vermenging van feces bij de urine kan leiden tot verhoging van het organische stof gehalte en fosfaat in de urine fractie. De andere kant op dat urine in de feces fractie beland heeft vooral een effect op de hoeveelheid urine-achtig product dat verkregen wordt.

Parameter	Eenheid	Koetoilet ¹⁾	Vleesvarkens ²⁾	Blankvleeskalveren ³⁾
pH		8,9	7,2	8,9
EC	mS cm-1	51	-	45,9
DC	g kg ⁻¹ vers	39	34,8	35,5
OS	g kg ⁻¹ vers	12,9	21,1	10,4
N-Totaal	g kg ⁻¹ vers	5,6	9,6	4,6
P-Totaal	mg kg ⁻¹ vers	14	280	400
K-Totaal	g kg ⁻¹ vers	10,9	-	6,3
N-NH ₄	g kg ⁻¹ vers	3,4	-	4,4
N-organisch	g kg ⁻¹ vers	0,56	-	-
C-organisch	g kg ⁻¹ vers	4,0	-	-

Bron | ¹⁾ de Boer, 2023, <https://doi.org/10.18174/640152>
²⁾ Verdoes, 2019, <https://doi.org/10.18174/504620>
³⁾ van Boxmeer, 2023, <https://doi.org/10.18174/588047> - Niet geanalyseerd

Figuur 3.2 | Gemeten gewicht dat achter is gebleven op de verschillende zeven. Uitgedrukt in grammen droge stof per liter.



Borging kwaliteit, filtreren van urine-achtige producten

Achtergrond

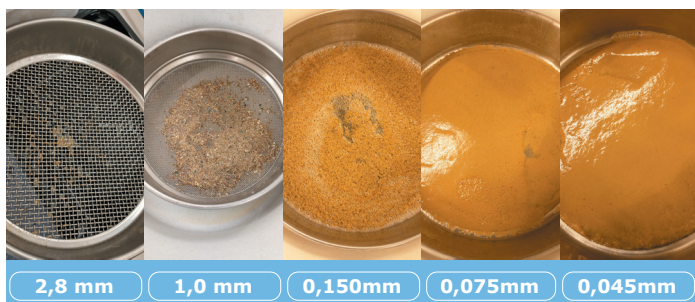
Door het afbouwen en vervallen van de derogatie is RENURE volop in de actualiteit. Hoe moeten de nieuwe meststromen verwerkt worden om de kunstmest status te krijgen? Zijn de criteria vastgesteld door JRC (Nmin/Ntotaal >90% of TOC:Ntotaal <3 en Cu en Zn restricties) straks leidend of worden er meer eisen opgelegd? En zijn er dan nog bewerkingen nodig voor urine fracties?

Methode

Er is bij drie bedrijven met scheidende systemen koeien-urine verzameld; koeientoilet, scheidende vloer en kalverurine van geperforeerde mestband. Deze urine is gefilterd met een aantal zeven met maaswijdten van 2,8 tot 0,045 mm (zie figuur 3.1). Het permeaat is gedroogd en gewogen en het filtraat is geanalyseerd op N, P en K. Tevens zijn titraties uitgevoerd met de oorspronkelijke en de gefilterde urines.

Resultaten

Figuur 3.1 laat de fractie zien die is achtergebleven op de verschillende zeven. Visueel lijkt er aardig wat materiaal achter te blijven op de zeven echter na het drogen van deze fractie blijkt dit maar weinig vast materiaal te zijn (zie figuur 3.1). Ook de gehalten (zie figuur 3.3) aan stikstof en fosfaat in het gefilterde product zijn niet tot nauwelijks beïnvloed. In dit geval had het zeven nauwelijks effect op de kwaliteit van het urine-achtige product. Het zeven beïnvloedde het aanzuren ook nauwelijks. Het uitgangsmateriaal was dan ook weinig besmet met feces. Waarschijnlijk kan bij een minder goed gescheiden product zeven wel tot kwaliteitsverbetering leiden.



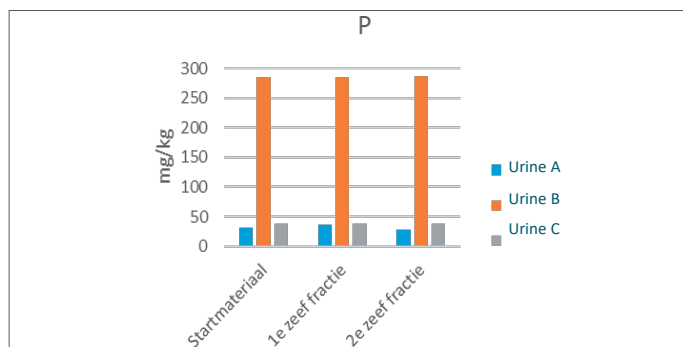
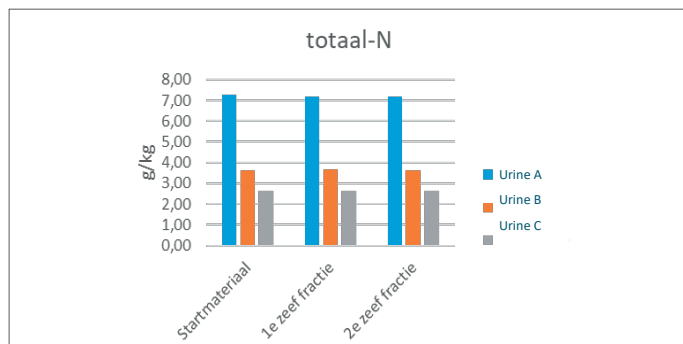
Figuur 3.1 | Zeven zoals gebruikt bij de urine filtratieproef. Met duidelijk de achtergebleven fractie op de verschillende zeven

	g dm/l						
Urine	Original	1mm	250mm	150 µm	75 µm	45 µm	Total
Urina A	45,2	0,001	0,029	0,017	0,095	0,030	0,17
Urine B	21,2	0,000	0,000	0,000	0,005	0,001	0,01
Urine C	17,4	0,680	0,153	0,078	0,053	0,024	0,99

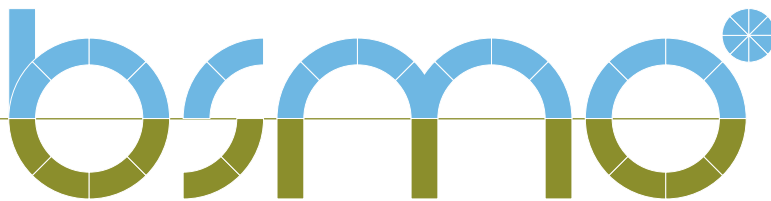
Figuur 3.2 | Gemeten gewicht dat achter is gebleven op de verschillende zeven. Uitgedrukt in grammen droge stof per liter.

Conclusie

Geconcludeerd is dat het zeven van urine-achtige producten niet direct leidt tot kwaliteitsverbetering maar dat dit wel ingezet zou kunnen worden om de kwaliteit te borgen. Het betrof in deze proef slechts een drietal monsters wat als een kleine steekproef gezien kan worden.



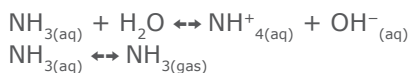
Figuur 3.3 | Gemeten N-totaal in g/kg en P-totaal in mg/kg in het urine-achtige product, na zieving 0,15 mm zeef en na zieving 0,045 mm zeef.



Emissie reductie, aanzuren van urine achtige producten.

Achtergrond

Omdat een groot deel van de stikstof in urine-achtige producten aanwezig is als ammonium is het risico op emissies aanwezig bij opslag en aanwending. Een oplossing hiervoor kan zijn het verlagen van de pH waardoor het evenwicht tussen ammonium en ammoniak zal opschuiven naar ammonium. Figuur 4.2 laat zien dat als de $pH < 8$ is het evenwicht al sterk richting ammonium gaat. Door de omzetting van ureum naar $NH_4^{+ (aq)} + OH^{- (aq)}$ zal de pH van urine achtige producten circa 7 tot 9 zijn. Vooral als de ammoniak die in de lucht komt wordt afgevoerd (bij voldoende ventilatie) dan zal het evenwicht tussen opgelost en in gasvorm zich steeds opnieuw instellen met emissies tot gevolg. Aanzuren tot onder een pH van 5,5 is een oplossing om dit tegen te gaan.

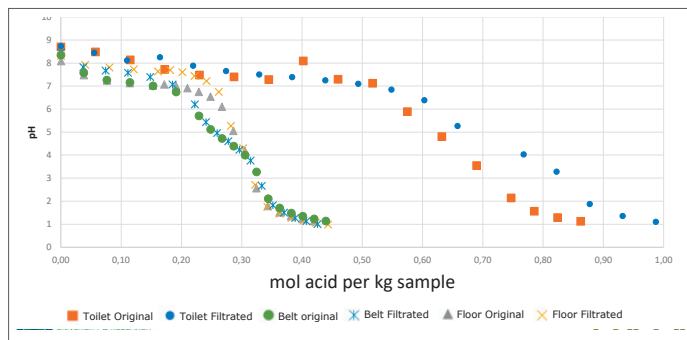


Methode

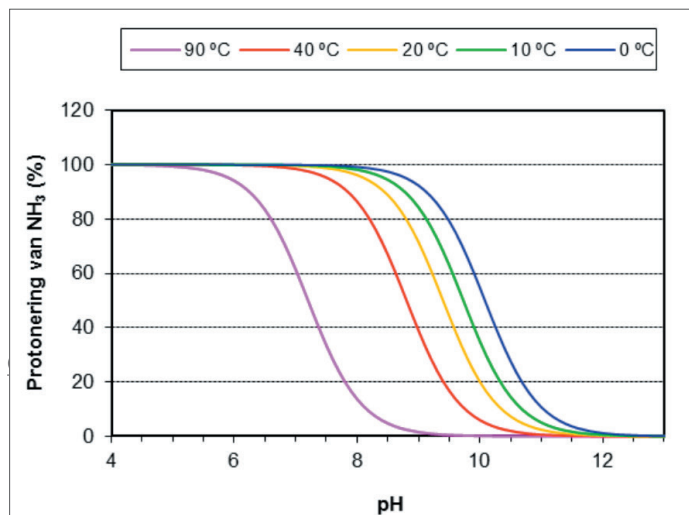
Van dezelfde drie monsters als van de filtratieproef is bepaald hoeveel zuur nodig is om de pH te laten dalen. Er zijn titratiecurven bepaald waarbij ook het 0,045 mm gefilterde monster is meegenomen aangezien gedacht werd dat een deel van het achtergebleven materiaal op de filters carbonaten konden zijn die een bufferend vermogen hebben.

Resultaten

Figuur 4.1 laat de titratiecurven zien. Duidelijk is dat de benodigde zuurgift per product kan verschillen. Bijvoorbeeld om tot pH 5,5 te komen is 0,24 tot 0,64 mol zuur per kg product nodig. Dit komt overeen met circa 6,5 – 17,5 liter zwavelzuur 96%.



Figuur 4.1 | Titratiecurven van urinefracties van koeientoilet, scheidende vloer en geperforeerde mestband, voor (original) en na zeven (0,45 mm) (filtrated).



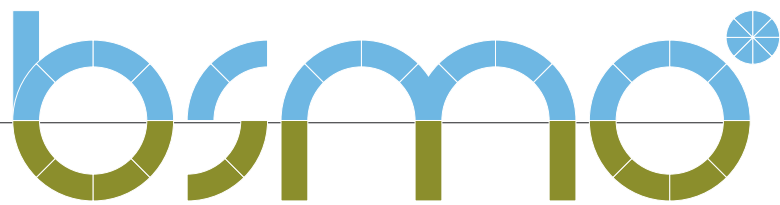
Figuur 4.2 | Protoneringsgraad van ammonium bij verschillende temperaturen en pH. Overgenomen uit Starmans et.al 2013

Mest aanzuren

Met het aanzuren van drijfmest is al ervaring vooral in Denenmarken wordt dit gedaan bij het uitrijden van drijfmest. Er is dan circa 2-4 liter zwavelzuur per ton drijfmest nodig voor het aanzuren. Het aanzuren van drijfmest in de stal/opslag is ook mogelijk. Hiervoor wordt circa 4 liter zwavelzuur aangehouden per ton drijfmest (waarbij voor varkensdrijfmest ongeveer twee keer zoveel zuur, dus circa 8 liter, nodig is dan voor melkveedrijfmest). Er zit een grote variatie in de zuurverbruiken die in verschillende literatuur zijn gerapporteerd.

De gemeten hoeveelheid benodigd zuur in de titratieproeven 6,5 tot 17,5 liter per ton urine-achtig product is erg hoog gezien de praktijkervaringen met drijfmest. Het is onbekend of dit toe te schrijven is aan de proefopzet of dat de samenstelling van de urine (hoog gehalte aan ammonium) dusdanig afwijkt van normale drijfmest dat per ton er een hogere dosering zuur nodig is om de beoogde pH verlaging te behalen. Daarnaast laten de geteste urine-achtige producten een erg grote spreiding zien in resultaten.

Het aanzuren van urine voor veldproeven in 2022 en 2023 (Specken en van Dijk 2025) bleek niet te leiden tot hogere grasopbrengsten. Echter na aanzuren tot pH 5,5 liep de pH binnen een uur weer op. Bij aanzuren dient rekening gehouden te worden met de sterke bufferingsscapaciteit van de urine. Aanzuren door middel van plasma behandeling leidde wel tot hogere opbrengsten behalve in het voorjaar 2024 toen het erg nat was.



Te verwachten ontwikkelingen.

Mogelijkheden

In de rapportage Gollenbeek 2024 zijn een groot aantal mestbewerkingstechnologieën beschreven die in te zetten zijn op boerderijschaal. Een aantal mestbewerkingstechnologieën zijn mogelijk interessant voor de urine-achtige producten. In de onderstaande figuur zijn de verschillende technieken samengevat. Beschrijvingen zijn ook te vinden op [Wikimest](#).

Witte vlekken

Samenstelling verschillende urines (direct onder de staart)

- Er is maar beperkt informatie over de samenstelling die te verwachten is van de urine onder de staart van de dieren. Mestanalyses worden normaliter van drijfmest genomen en voedingsonderzoek richt zich vooral op vastlegging van nutriënten in producten als vlees en melk.

Verdeling verontreinigende stoffen in urine fractie en feces fractie.

- Waar komen medicijnresten, zware metalen, hormonen etc. terecht?

Toepassing

Een interessante toepassing voor dergelijke urine-achtige producten is fertigatie. Via een irrigatie systeem wordt water en tegelijk een meststof aangeboden aan de plant. Bij de kassenteelt zijn vergelijkbare bemestings- en bewateringssystemen in gebruik. Het gebruik van chemische kunstmest heeft vaak de voorkeur vanwege de geringe kans op complicaties (goed oplosbaar laag risico op verstopping, goed opneembaar door de plant). Voor urineachtige producten kan een filtratie een voorbehandeling nodig zijn om een schonere stroom in het fertigatie systeem te krijgen. Het omzetten van NH_4^+ in NO_3^- d.m.v. fermentatie of oxidatie kan de opname van de plant verbeteren. Terwijl verzuring en verrijking door middel van plasmabehandeling de bewaarbaarheid en bemestende waarde kan vergroten.

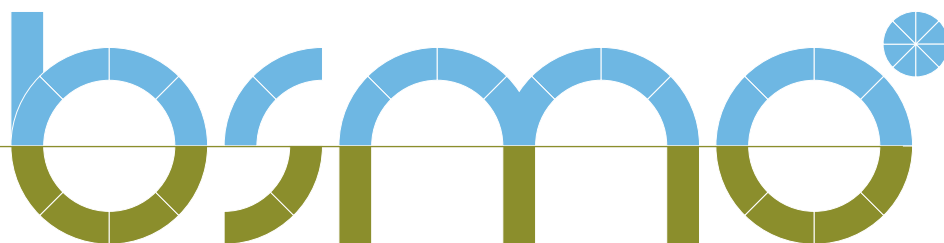
Wageningen University & Research

Postbus 338 | 6700 AH Wageningen

Contact | luuk.gollenbeek@wur.nl

www.wur.nl/bsmo

Techniek	Doel	Aandacht
Reversed Osmosis	Concentraat maken RENURE technologie inzetten	Ureum kan door membranen Dosering aanwenden Ammoniak emissies
Filtratie (micro en ultra)	Product geschikt voor gebruik Borging RENURE	Geen volumevermindering
Indampen	Stabiël droog product	Energieverbruik Luchtwassing nodig
Electrodialyse	Concentreren van product	Geen volumevermindering Dosering aanwenden Ammoniak emissies
Fermentatie	Verminderen risico op emissies Goed plantopneembaar product	Nog in onderzoek
Oxideren ammonium	Verminderen risico op emissies Goed plantopneembaar product	Onderzoek onbekend
Verzuring d.m.v. plasma behandeling	Verminderen risico's op emissies Stikstof verrijking product	Energieverbruik hoog



Colofon |
Authors | Luuk Gollenbeek & Rommie Van Der Weide
Contact | luuk.gollenbeek@wur.nl

