

Mest verwerken

Dierlijke mest is vaak vloeibaar en bevat onder andere ammoniak en ammoniumzouten. Men kan uit deze drijfmest ammoniumsulfaat maken dat als meststof kan dienen. Omdat de prijs van kunstmest steeds verder oploopt, is het aantrekkelijk om naar vervangers van kunstmest te zoeken. Op een website stond de volgende beschrijving.

tekstfragment

Door toevoeging van loog of kalk wordt de pH-waarde van de mestvloeistof verhoogd tot circa 10. Eventueel wordt de mest opgewarmd tot bijvoorbeeld 70 °C. Beide behandelingen verschuiven het $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ evenwicht meer in de richting van de ammoniak. De voorbehandelde vloeistof wordt vervolgens boven in een kolom, voorzien van pakking of schotels, gebracht. In deze kolom vindt 'luchtstrippen' plaats. Daarbij wordt aan de onderzijde van de kolom lucht ingeblazen. Mestvloeistof en lucht stromen derhalve in tegenstroom door de kolom. Tijdens de passage door de kolom vindt overdracht van ammoniak plaats van mestvloeistof naar lucht. Het gas dat uit de kolom stroomt, is daardoor rijk aan ammoniak. De ammoniak wordt hieruit verwijderd door absorptie in zure vloeistof. Daarbij ontstaat een ammoniumzoutoplossing als eindproduct. De lucht waaruit de ammoniak door absorptie is verwijderd wordt opnieuw in de stripkolom gebruikt. Dit voorkomt extra CO_2 inbreng en heeft als gevolg minder scaling (kalkafzetting in de vorm van calciumcarbonaat).

In dit tekstfragment wordt over 'het $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ evenwicht' geschreven. Ook worden twee methoden beschreven om de ligging van het evenwicht te verschuiven.

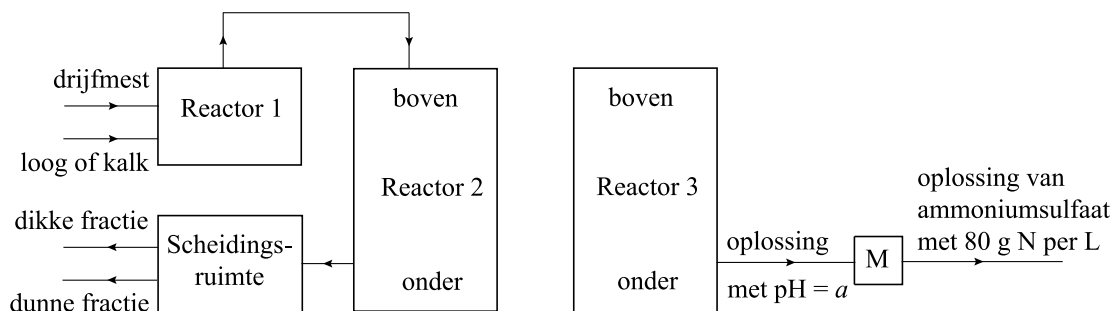
- 2p **12** Geef een reactievergelijking voor dit evenwicht.
- 3p **13** Leg uit waarom de twee beschreven methoden de ligging van het evenwicht in de richting van de ammoniak verschuiven.

In de laatste zin van het fragment wordt de zogenoemde scaling beschreven.

- 2p **14** Leg uit waarom extra CO_2 inbreng tot meer scaling leidt.

In een artikel van de Universiteit van Wageningen wordt een technische installatie beschreven waarmee op de boerderij de verwijdering van ammoniak uit drijfmest kan worden uitgevoerd en waarbij als product een ammoniumsulfaatoplossing met 80 g N per liter wordt verkregen. Hierna en op de uitwerkbijlage bij dit examen is een (onvolledig) blokschema van deze installatie weergegeven.

blokschema



- In reactor 1 vindt de voorbehandeling van de drijfmest plaats.
- Daarna wordt in reactor 2 het luchtstrippen uitgevoerd.
- In reactor 3 wordt met behulp van verdund zwavelzuur de ammoniak uit de ammoniakhoudende lucht omgezet tot ammoniumsulfaat. Daarbij wordt, net als in reactor 2, gebruik gemaakt van het tegenstroomprincipe. De ammoniumsulfaat die in reactor 3 ontstaat, is verkoopbaar als kunstmest.
- In een scheidingsruimte wordt de resterende drijfmest gescheiden in een dikke fractie en een dunne fractie. Uit de dikke fractie kan compost worden gemaakt.

Als het proces wordt opgestart, wordt in reactor 3 verdund zwavelzuur met $\text{pH} = 2$ gebracht. Hierin wordt de met ammoniak verrijkte lucht uit reactor 2 geleid. Wanneer de pH de waarde a heeft bereikt, die hoort bij ammoniumsulfaatoplossing met 80 g N per liter , wordt de oplossing uit reactor 3 gehaald. Daarna wordt nog een meting uitgevoerd (blokje M) om na te gaan of de oplossing uit reactor 3 inderdaad een ammoniumsulfaatoplossing is met 80 g N per liter . Wanneer dat nog niet het geval is, wordt de pH van de oplossing uit reactor 3 met 15 M zwavelzuur weer op 2 gebracht en in reactor 3 geleid. Deze procedure herhaalt men een aantal malen totdat de oplossing die uit reactor 3 komt inderdaad een ammoniumsulfaatoplossing is die 80 g N per liter bevat. Dan wordt de oplossing afgevoerd.

- 4p **15** Bereken de pH van een ammoniumsulfaatoplossing met 80 g N per liter . Laat de invloed van de sulfaationen op de pH buiten beschouwing.

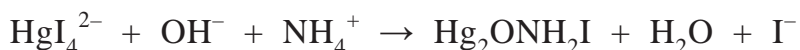
Omdat men op de boerderij niet de beschikking heeft over ingewikkelde apparatuur om chemische bepalingen uit te voeren, moet men een eenvoudige meting uitvoeren (blokje M) om na te gaan of de oplossing die uit reactor 3 komt inderdaad een ammoniumsulfaatoplossing is met 80 g N per liter .

- 2p **16** Geef de naam van een eigenschap van de oplossing die men kan meten en geef aan hoe men met behulp van die eigenschap nagaat of de ammoniumsulfaatoplossing die uit reactor 3 komt inderdaad 80 g N per liter bevat.

- 4p 17 Completeer het blokschema op de uitwerkbijlage door de ontbrekende stofstromen zo in het blokschema te tekenen dat het schema het proces na de opstartfase weergeeft. Vermeld bij die zelfgetekende stofstromen de naam (namen) van de stof(fen) die daarbij hoort (horen) of een omschrijving van de stofstroom.
Laat in het schema ook zien of de stof(fen) onderin of bovenin de reactor wordt (worden) ingevoerd.

Om een idee te krijgen hoeveel zwavelzuur moet worden aangeschaft, kan in een laboratorium een stikstofbepaling aan de vloeibare mest worden gedaan.

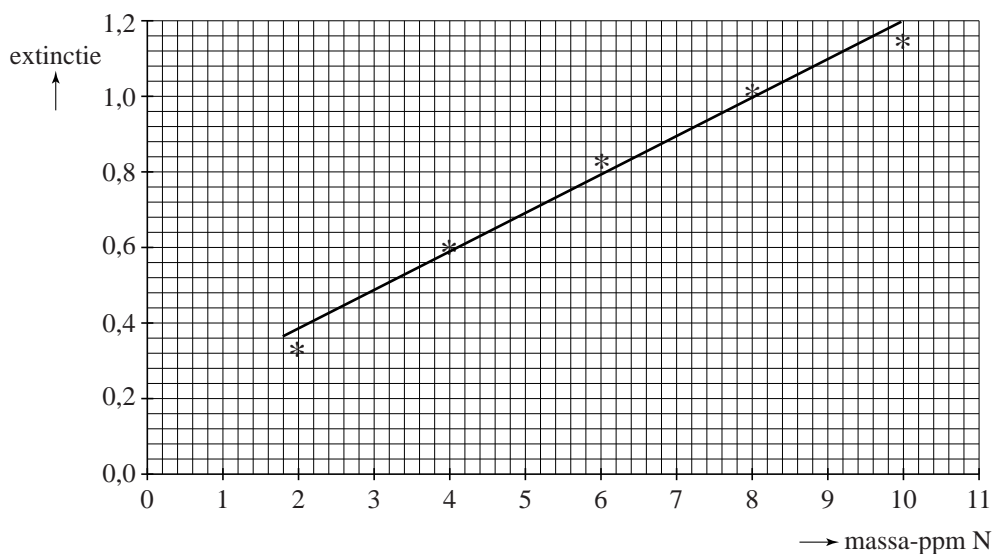
Bij zo'n bepaling wordt eerst alle stikstof in de vloeibare mest omgezet tot ammoniak. Daarna leidt men de ammoniak in een kleine overmaat zuur. Vervolgens wordt een basische oplossing van een reagens toegevoegd. Daarbij treedt een reactie op waarvan de vergelijking hieronder onvolledig is weergegeven; alleen de coëfficiënten ontbreken.



- 3p 18 Geef de volledige reactievergelijking.

Het ontstane $\text{Hg}_2\text{ONH}_2\text{I}$ geeft aan de oplossing een oranje-rode kleur. Van de ontstane oplossing wordt de extinctie bepaald. De extinctie van de oplossing is evenredig met het gehalte aan N in de behandelde oplossing. Voorafgaand aan zo'n bepaling maakt men een reeks van standaardoplossingen met een bekend gehalte aan N. Aan 10,0 mL van die standaardoplossingen voegt men 2,0 mL van een oplossing van het reagens toe. Van de dan ontstane oplossingen meet men de extinctie. Het verband tussen de extinctie en het stikstofgehalte, in massa-ppm, van de 10,0 mL standaardoplossingen is hierna weergegeven in een ijklijn.

ijklijn



Op een boerderij moet 120 m^3 vloeibare mest worden behandeld op de wijze zoals hiervoor is beschreven. Om te bepalen hoeveel zwavelzuur men nodig heeft, wordt alle stikstof uit $1,0 \text{ mL}$ vloeibare mest omgezet tot ammoniak. Deze ammoniak wordt geleid in $1,0 \text{ L}$ verdund zoutzuur, zodat alle NH_3 wordt omgezet tot NH_4^+ . Aan $10,0 \text{ mL}$ van deze oplossing (oplossing P) wordt $2,0 \text{ mL}$ reagens toegevoegd. De extinctie van de ontstane oplossing blijkt gelijk te zijn aan $0,65$.

- 5p 19 Bereken hoeveel m^3 15 M zwavelzuur minstens nodig is om alle ammoniak, die kan ontstaan uit de 120 m^3 te behandelen mest, om te zetten tot opgelost ammoniumsulfaat. Ga ervan uit dat van de standaardoplossingen en van oplossing P de dichtheid $1,0 \text{ g mL}^{-1}$ is.

uitwerkbijlage

17

