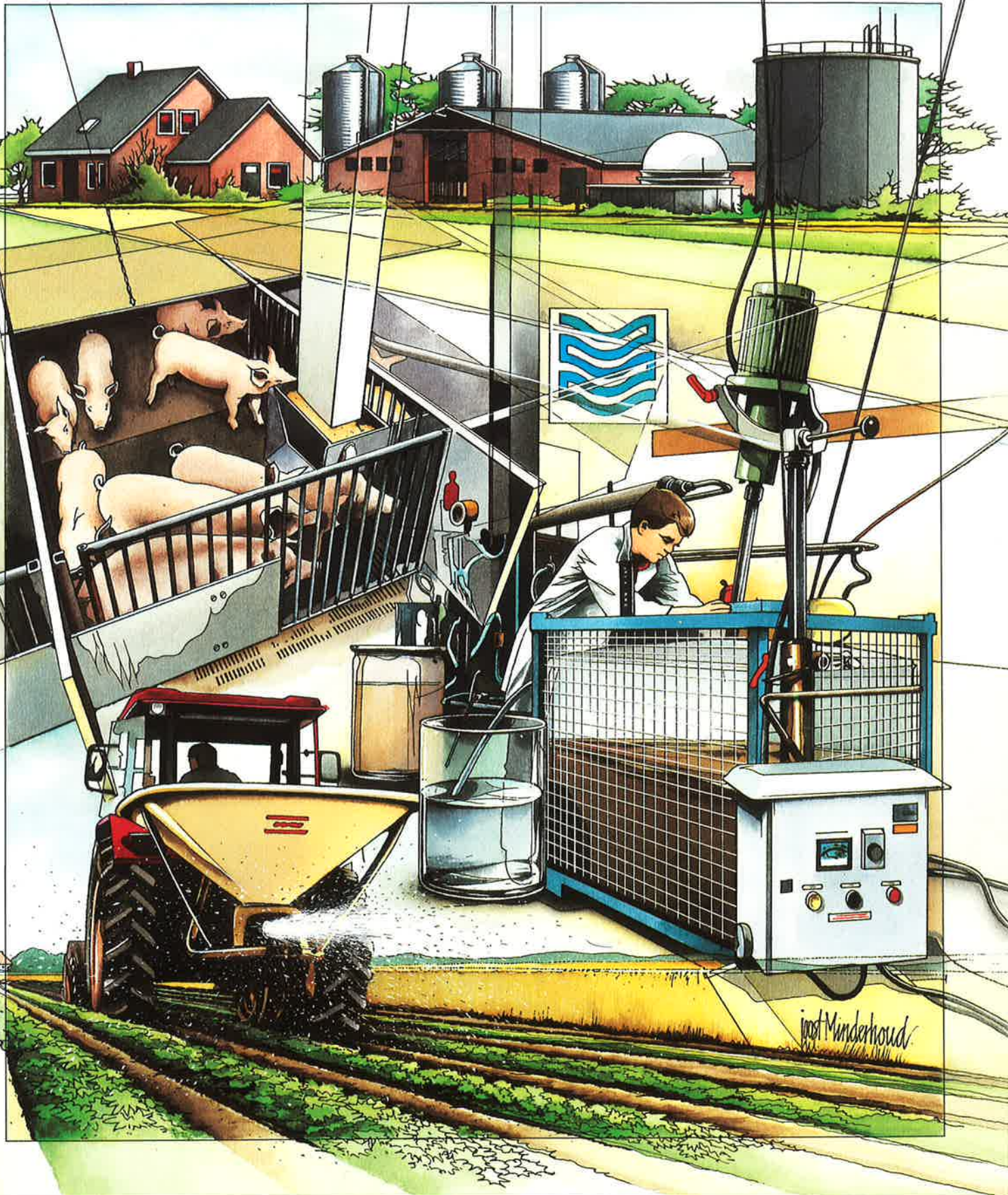


mestoverschot





1. inleiding

De grote toename en de concentratie van de intensieve veehouderij heeft in Nederland een overschot aan mest, hoofdzakelijk aan varkens-, kalver- en runderdrijfmest doen ontstaan. Dit mestoverschot bedraagt naar schatting circa 17 miljoen ton per jaar, wat ongeveer twintig procent van de jaarlijks geproduceerde hoeveelheid mest is. Een overbemesting van akkerland of grasland kan nadelige gevolgen hebben voor de bodemvruchtbaarheid en vormt een bedreiging voor het milieu.

In de mest komt naast organische stikstof, fosfor, kalium en koper een aantal zouten voor. Ook de emissie van stankcomponenten wordt als zeer hinderlijk ervaren. De emissie van ammoniak (NH_3) draagt bovendien bij tot de verzurende neerslag. Daarnaast is teveel fosfor schadelijk voor de bodemvruchtbaarheid. Bij bemesting van onder andere zandgronden kan bovendien door nitraatvorming het grondwater vervuild worden. Dit levert dan weer gevaren op voor de

drinkwatervoorziening. Tevens kan het oppervlaktewater worden verontreinigd door de in de mest aanwezige zouten, zoals van kalium. Ook stikstof en fosfor kunnen het water verontreinigen. Voorts kunnen koperzouten in de bodem problemen veroorzaken. Het probleem bij de intensieve bemesting van ons landbouwareaal is in hoofdzaak een geur- en structuurprobleem. Dit geur- en structuurprobleem is terug te leiden tot een overmaat aan bepaalde

Grote veeboerderijen sieren op vele plaatsen het landschap. Ze zijn de trots van de eigenaar, die een gedegen opleiding, grote ervaring en kennis afkomstig van vele landbouwinstituten en instellingen heeft kunnen omzetten in een zeer kapitaalintensief bedrijf. Dit soort bedrijven levert een grote bijdrage tot de voor ons land belangrijke agrarische export.



stikstof- en mineraalverbindingen. Er is in principe een aantal mogelijkheden om het probleem van de mestoverschotten op te lossen. Een van de mogelijkheden op niet te lange termijn, is het verwerken van de mest tot produkten die niet schadelijk zijn voor het milieu. Deze mogelijkheid is in principe reeds aangetoond. De belangrijkste problemen bij het realiseren ervan in de praktijk liggen in de vertaling van het verkennende laboratoriumonderzoek

naar de praktijk van een verwerkingsbedrijf dat eindprodukten moet afleveren tegen een zo laag mogelijke kostprijs. Hiervoor zijn nog vele aanvullende gegevens nodig die met behulp van semi-technische laboratoriumexperimenten kunnen worden verkregen. Een mogelijkheid voor de iets langere termijn is het beïnvloeden van de samenstelling van het veevoeder zodat de bestanddelen beter worden verteerd, waardoor minder ongewenste stoffen in de mest terecht komen. In deze brochure

zijn de TNO-activiteiten beschreven op het gebied van de mestverwerking en het onderzoek naar de verteerbaarheid van fosfor en van eiwitten. U treft er de mogelijkheden en de resultaten in aan van het onderzoek op dit terrein, dat nu bij TNO plaatsvindt en steunt op een ervaring van meer dan 10 jaar.



2. mestverwerking

Het verwerken van mestoverschotten waarvoor geen aanvaardbare bestemming kan worden gevonden, is in eerste aanleg gericht op het bereiden van produkten die niet schadelijk zijn voor het milieu en die of geloosd kunnen worden (effluent) of waarvoor een markt bestaat.

Centrale mestverwerking biedt in principe deze mogelijkheid. Vanwege de uitgebreide en kostbare opzet moet men over voldoende grote hoeveelheden mest kunnen beschikken. Ook moet

rekening worden gehouden met transportproblemen en -kosten. Decentrale mestverwerking is over het algemeen eenvoudiger van opzet dan centrale verwerking maar biedt ook een minder vergaande oplossing voor het milieuprobleem. Deze kan voldoende zijn indien er voor het eindprodukt een goede bestemming is.

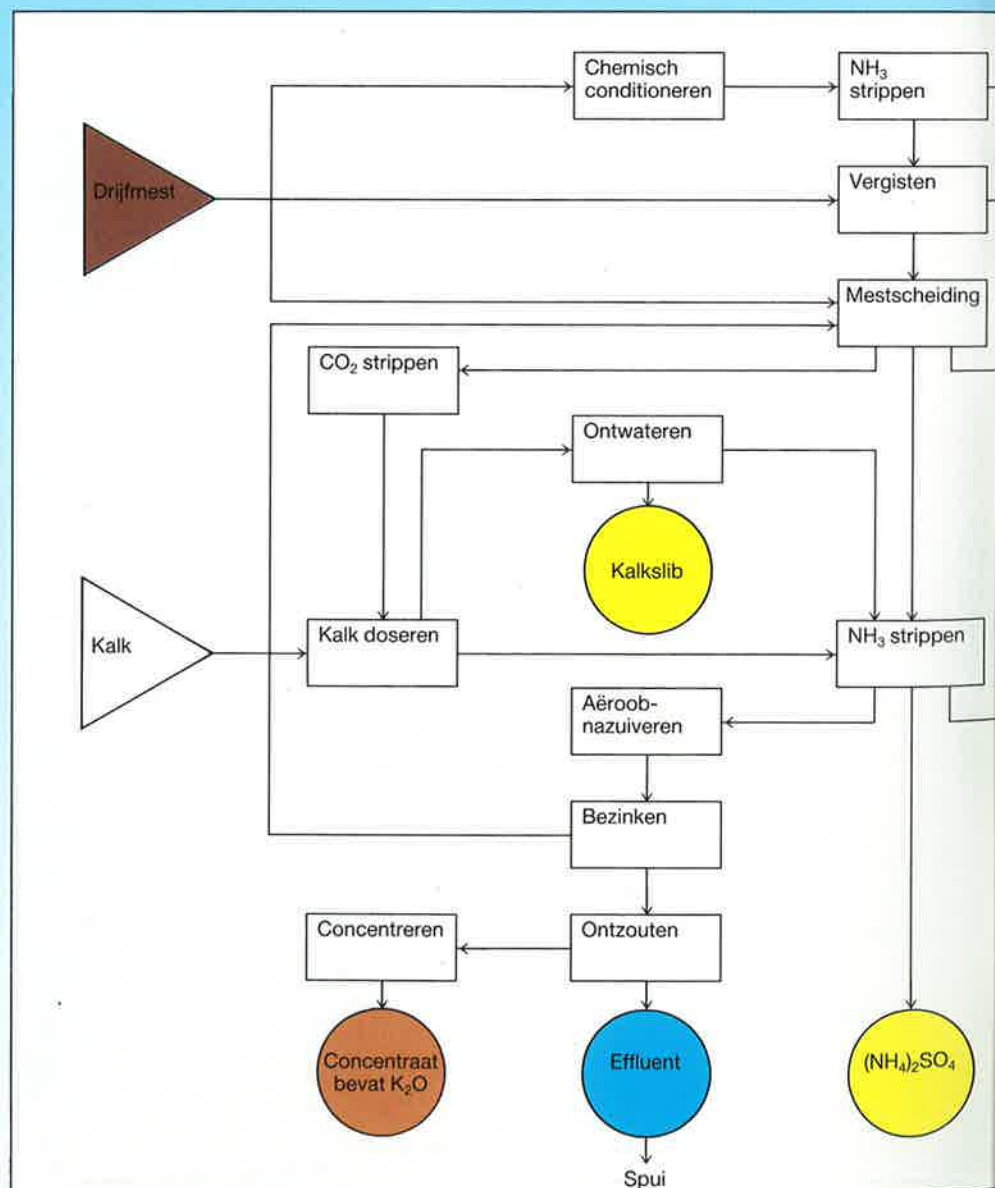
Mestverwerking is een relatief duur proces en kan langs verschillende procesroutes plaatsvinden. De keuze van deze procesroutes met hun deel-

processen hangt af van lokale omstandigheden en van de doelstelling. De meeste procesroutes worden reeds veelvuldig toegepast bij de zuivering van afvalwater of bij het verwerken van afvalstoffen. De ervaring met het toepassen ervan bij het verwerken van mest is echter nog gering. Om een verwerkingsinstallatie te kunnen opzetten die eindprodukten aflevert tegen een reële maar zo laag mogelijke kostprijs, zijn nog onvoldoende ontwerpgegevens beschikbaar. Mestverwerking vindt plaats in twee

Nevenstaand algemeen processchema laat zien dat er twaalf verschillende routes zijn waaruit een keuze gemaakt kan worden voor zowel centrale als decentrale mestverwerking. Op dit ogenblik is nog niet duidelijk welke procesroutes de meest optimale zijn, omdat de mogelijkheden om de eindprodukten te kunnen afzetten niet vastliggen. De kosten van de verwerking en de kwaliteit van de produkten spelen hierin een belangrijke rol.

Uit de bedragen in het schema en andere gegevens blijkt, dat de kosten voor de meest eenvoudige procesgang, mestscheiding, ontzouten, concentreren het drogen van de natte koek, globaal f 25,- per m³ drijfmest bedragen. Is een ammoniakverwijdering nodig dan komt er f 8,- tot f 13,- per m³ bij. Zijn alle processtappen nodig dan liggen de kosten eerder in de orde van grootte van f 60,- per m³. Daar komen dan nog de transportkosten bij. Het ligt voor de hand dat het noodzakelijk is om de kosten van verwerking zoveel mogelijk terug te dringen. Dit kan alleen worden bereikt door eerst onderzoek op semi-technische schaal uit te voeren, zoals onder andere door TNO wordt gedaan, en daarna onderzoek op praktisch-schaal, zoals bij het varkensproefbedrijf te Sterksel.

Veel onderzoek bij TNO vindt plaats in samenwerking met bovengenoemde instellingen. Er is nauw overleg met de begeleidings-commissie voor de mestproblematiek van de Noord-Brabantse Christelijke Boerenbond, NCB, die een proefinstallatie beheert op het varkensproefbedrijf te Sterksel. Mest en mestverwerkingsprodukten van het bedrijf te Sterksel zijn vaak de basisprodukten voor het onderzoek.

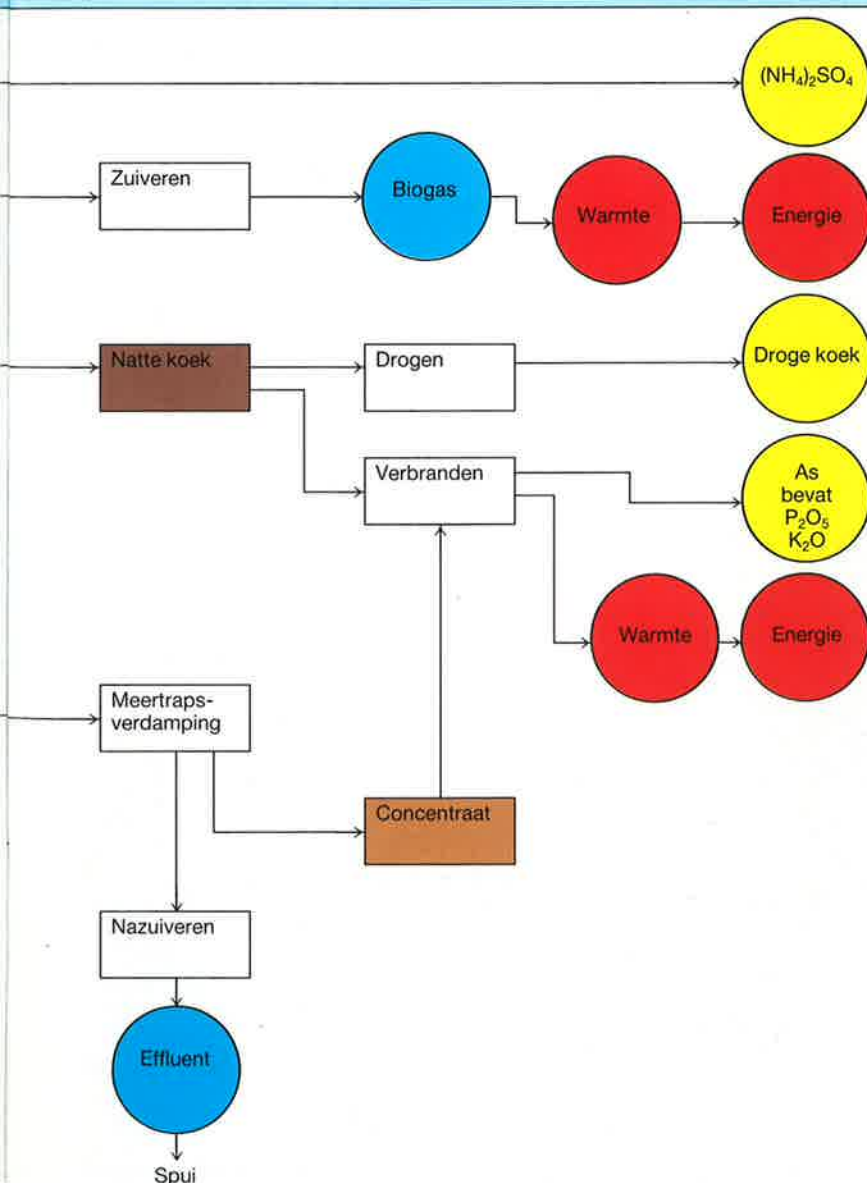


fasen en begint met mestscheiding waarbij mestdeeltjes en vloeistof worden gescheiden. De mestdeeltjes vormen een 'natte koek' die ruim 80% van alle fosfor bevat en circa 10% van het kalium. De achterblijvende vloeistof is een filtraat, dat het overige kalium bevat, enig fosfor en andere opgeloste zouten, organische onzuiverheden en de nog niet goed afgescheiden zeer fijne gesuspendeerde mestdeeltjes. Dit filtraat mag in het algemeen niet in deze samenstelling worden geloosd.

De hoeveelheid stikstof die de koek en het filtraat nog bevatten hangt af van de gevolgde procesroute, zoals bleek uit eerder globaal onderzoek. Het onderzoek naar de mestverwerking wordt door TNO sedert vele jaren uitgevoerd binnen het kader van de activiteiten van de commissie Coördinatie Onderzoek Landbouw Afval, COLA, en medegefinancierd door de Commissie Hinderpreventie. In de COLA hebben onder andere zitting, het Instituut Mechanisatie van Arbeid en

Gebouwen, IMAG, de Rijks Agrarische Afvalwaterdienst, RAAD, de Landbouw Hogeschool Wageningen, LH, en de Technische Hogeschool Eindhoven, THE.

Hierna zal meer in detail op het TNO-deel van dit onderzoek worden ingegaan.



Onderstaand lijstje geeft een zeer globale (voorlopige) indicatie van de kosten van de diverse processtappen per m³ drijfmest in 1985.

- Vergisten f 9,-
- Mestscheiden f 8,-
- Ammoniak strippen f 8,-
- Aëroob nazuiveren f 5,-
- Ontzouten f 4,-
- Concentraat indampen f 5,-
- Drogen f 6,-
- Verbranden f 20,-

3. procestechnologisch onderzoek

Voor het opzetten van een bedrijf voor het verwerken van drijfmest zijn vele gegevens nodig, die in het proces-schema moeten worden verwerkt. De soort mest, het drogestof-gehalte en dergelijke bepalen hierbij de keuze van de processtappen die men wil toepassen. Per processtap moeten de bedrijfsomstandigheden bekend zijn, waaronder in de praktijk zal worden gewerkt. Het vooraf vaststellen van deze bedrijfsomstandigheden is in een aantal gevallen

nog niet goed mogelijk, omdat er onvoldoende ervaring met het proces bestaat of omdat men slechts beschikt over resultaten van kleine laboratorium-experimenten. De vertaling van deze resultaten naar het grote verwerkings-bedrijf is veelal niet zonder risico's. Experimenten zijn in een groot verwerkingsbedrijf moeilijk uit te voeren. Veranderingen aan de installatie in een groot bedrijf kosten veel tijd, zijn erg kostbaar en leiden tot het stilliggen van de productie. Dit bezwaar kan worden

ondervangen door experimenten op semi-technische schaal uit te voeren. De schaal moet zo groot worden gekozen dat de vertaling van de resultaten naar het verwerkingsbedrijf mogelijk is, doch ook zo klein dat experimenten en wijzigingen aan de installatie gemakkelijk uitvoerbaar zijn. De hoofdgroep Maatschappelijke Technologie TNO, MT-TNO, heeft op dit gebied een grote ervaring die al meer dan tien jaar voor het onderzoek naar de mestverwerking wordt ingezet.

In Apeldoorn heeft TNO een aantal hallen waarin procestechnologisch onderzoek wordt uitgevoerd. Op de foto is de hal te zien waarin onder andere het onderzoek naar mestverwerking plaatsvindt. Er zijn installaties zoals drogers, die zo groot zijn dat deze permanent zijn opgesteld. De minder grote installaties worden veelal samengesteld uit apparaten en armaturen die in voorraad zijn of die speciaal voor een onderzoek worden gekocht of in eigen werkplaatsen worden vervaardigd. Een grote voorraad apparaten en armaturen is beschikbaar, zodat het onderzoek snel van start kan gaan. Soms worden ook apparaten door de industrie ter beschikking gesteld.



3.1 mest scheiden

Drijfmest bestaat voor het grootste gedeelte uit water. Varkens- en runderdrijfmest bevat 8-10% droge stof en kalverdrijfmest 2%. De vaste stof bestaat in hoofdzaak uit kleine gesuspendeerde deeltjes waarvan de diameter kleiner is dan circa 60 μm en uit grovere deeltjes en vezels. Vooral de grovere deeltjes en de vezels zijn van belang bij mestscheiding. Naarmate het gehalte aan grove vezels groter is, verloopt de scheiding gemakkelijker en kan een eindproduct worden verkregen in de

vorm van goed stapelbare koeken. Zonder de grove fractie kan dit vele problemen opleveren. De vloeistof die na scheiding overblijft bevat vrijwel alle opgeloste kaliumzouten en zouten uit andere componenten, enig opgelost fosfor en globaal een kwart van de niet afgescheiden mestdeeltjes. Om dit resultaat te kunnen bereiken moet worden gewerkt met een uitvlokkingsmiddel waarvoor meestal ijzerchloride en/of een polyelektrolyet wordt gebruikt. TNO heeft op dit gebied een aantal semi-

technische experimenten uitgevoerd. Het resultaat van de scheiding is onder andere sterk afhankelijk van de soort mest, het al dan niet gebruiken van een vergistingsstap die voorafgaat aan de scheiding en van de combinatie van uitvlokkingsmiddelen. Deze laatste factor is sterk van invloed op de kosten.



TNO heeft een uitgebreide semi-technische evaluatie uitgevoerd naar de bruikbaarheid van een zestal ontwateringsapparaten voor het mestscheiden. Onderzocht zijn:

- Vloeistofzeef;
- Zeefcentrifuge;
- Zeefbandpers;
- Filterpers;
- Pannevis-filter;
- Decanteercentrifuge.

De laatste vier typen gaven redelijk vergelijkbare resultaten: een afscheidingspercentage van de vaste mestdeeltjes van 70-80% en een droge stofgehalte van de koek dat circa 30% bedraagt.

De foto links laat een filterpers zien en de foto rechts een zeefbandpers waarmee dit onderzoek in Apeldoorn is uitgevoerd.

3.2 omgekeerde osmose

Na het afscheiden van mestdeeltjes en het verwijderen van de stikstof resteert meestal een vloeistof die nog zoveel zouten en andere onzuiverheden bevat, dat verdere behandeling nodig is om een effluent te verkrijgen waarvoor de beheerder van het oppervlaktewater toestemming tot lozen zal kunnen verlenen. Een van de mogelijkheden hiertoe is het toepassen van omgekeerde osmose. Dit proces werkt met organische membranen die water gemakkelijker doorlaten dan de erin

opgeloste vaste stof. Van groot belang is dat de zeer kleine membraanporiën niet verstopten. De vloeistof moet dus voordat het membraan wordt bereikt van alle fijne gesuspendeerde mestdeeltjes worden gezuiverd, bijvoorbeeld door bezinken. Ook moet worden voorkomen dat organische verbindingen, humuszuren, polyelektrolyeten of zouten die uit eerdere processtappen afkomstig zijn, op het membraan neerslaan en tot verstopping leiden. Deze vervuiling hangt ook af van het gekozen membraan-

systeem en de procesvoering in de voorafgaande stappen. De eerste resultaten voor het zuiveren van mesteffluenten zijn zeer veelbelovend; ze zijn gebaseerd op een jarenlange ervaring met het zuiveren van drink- en afvalwater.

Bij het oriënterende onderzoek naar de mogelijke toepassing van omgekeerde osmose voor het zuiveren van mesteffluent, is een drietal membranen geselecteerd en beproefd. Er is bijzonder veel aandacht besteed aan de procescondities, de zuivering van het aangeleverde effluent en de mogelijkheden om vervuiling van het membraan te voorkomen. De foto boven laat een omgekeerde osmose-proefopstelling zien in een van de TNO-hallen te Apeldoorn. De tank op de voorgrond bevat de te zuiveren vloeistof, het vat op de achtergrond de gezuiverde vloeistof. De foto onder laat een vat zien met nog niet gezuiverde filtraatvloeistof voor behandeling. Het is mogelijk gebleken om aëroob behandeld filtraat, afkomstig van een zeefbandpers, vergaand te zuiveren waarbij zoutretenties van 95% of beter zijn behaald. Dit resultaat voldoet in vele opzichten reeds aan de eisen die in het Indicatief Meerjarenprogramma Water 1980-1984 zijn geformuleerd. Maar er is nog een aanvullend onderzoek vereist, alvorens definitieve aanbevelingen kunnen worden gedaan voor het kiezen van procesparameters, apparatuur en het bepalen van de kostprijs per m³ effluent dat op het oppervlaktewater mag worden geloosd.



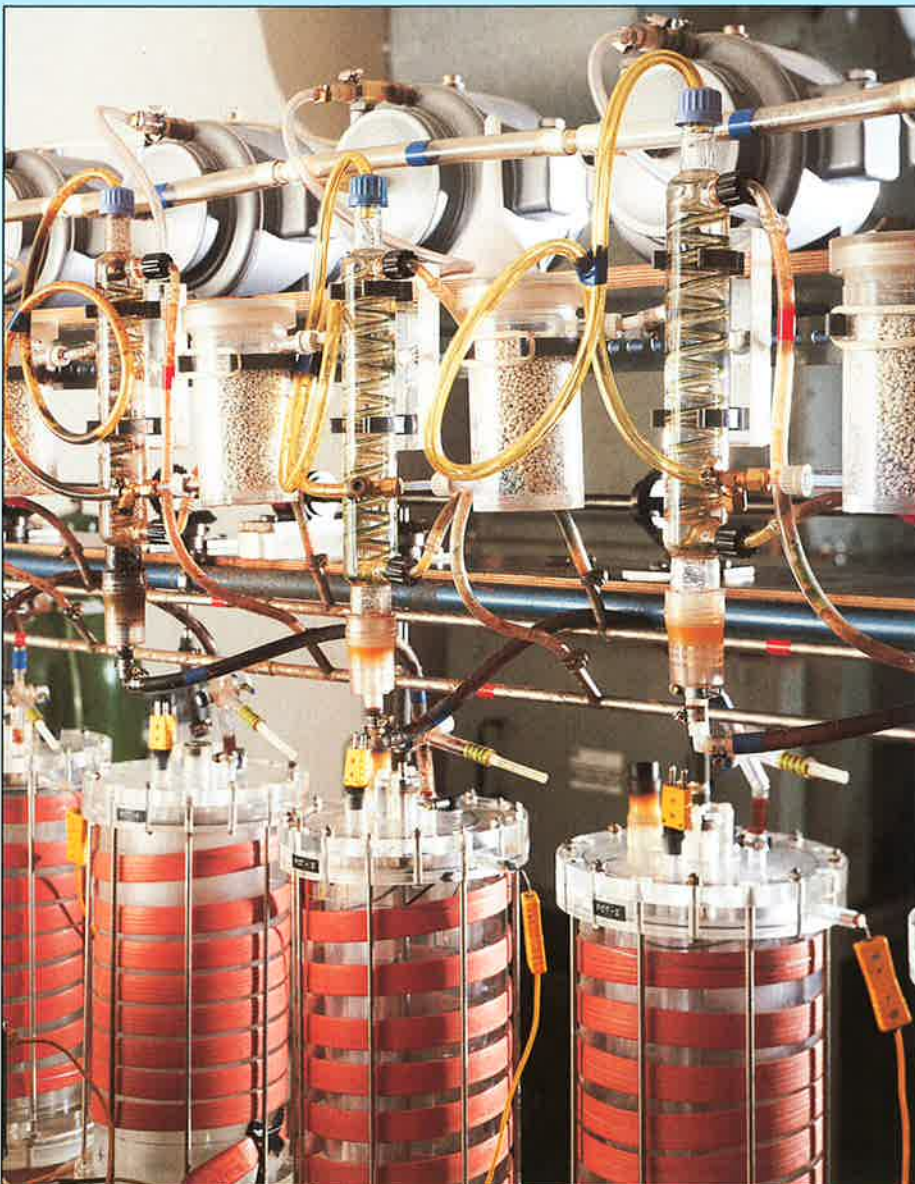
3.3 vergisten van mest

Bij het vergisten van mest ligt het in de bedoeling de aanwezige koolstofverbindingen met bacteriën om te zetten in methaan. Dit (bio)gas kan na zuivering worden verbrand en dus als energiebron nuttig worden gebruikt in het verwerkingsproces of voor warmte-krachtkoppeling. Hier zijn de volgende twee hoofdprocesroutes te onderscheiden die door TNO in het laboratorium zijn onderzocht.

1. Het vergisten van onbehandelde mest (mesofiel proces bij circa 35°C) gevolgd door verwijdering van ammoniak.

2. Het vergisten van mest die met behulp van kalk is voorbehandeld en waaruit tevoren de ammoniak zoveel mogelijk is verwijderd. Voor dit doel moet de mestvloeistof worden verwarmd tot circa 54°C (thermofiel proces). Welke procesroute gevolgd moet worden is nog niet duidelijk omdat te veel factoren een tegenstrijdige rol spelen. De kostprijs van deze processtap en de marktverwachting zullen onder andere bepalen of biogasproductie voorkeur verdient boven mestkoekproductie of

andersom. Een probleem kan zijn dat de omzetting van koolstofverbindingen in methaan een koolstofarm filtraat oplevert. Voor een eventueel biologisch zuiveringsproces zijn die koolstofverbindingen echter nodig voor de stikstofverwijdering, zodat een deel van de mestvloeistof weer aan deze processtap moet worden toegevoegd met alle gevolgen daarvan.



Bij het vergisten van mest wordt de procesroute in hoofdzaak bepaald door de samenstelling van de mestvloeistof, zoals die uit de veestal komt. De belangrijkste procesparameters zijn het al dan niet aanwezig zijn van stikstof, de pH, de temperatuur en de aard en de hoeveelheid eventueel toegevoegde polyelektrolyten. Verder zijn van belang de wijze waarop de bioreactor wordt opgestart en de gemiddelde hydraulische verblijftijd in de reactor. TNO heeft deze parameters globaal onderzocht in een serie laboratoriumexperimenten die in nauwe samenwerking met de RAAD en de LH te Wageningen zijn uitgevoerd. De foto toont een van de opstellingen voor thermofiele vergisting. Het thermofiele proces vraagt vergeleken bij het mesofiele proces meer energie, levert een grotere hoeveelheid biogas, heeft waarschijnlijk een kortere verblijftijd in de bioreactor (kleinere bouw) en bezit de principiële mogelijkheid om warmte terug te winnen.

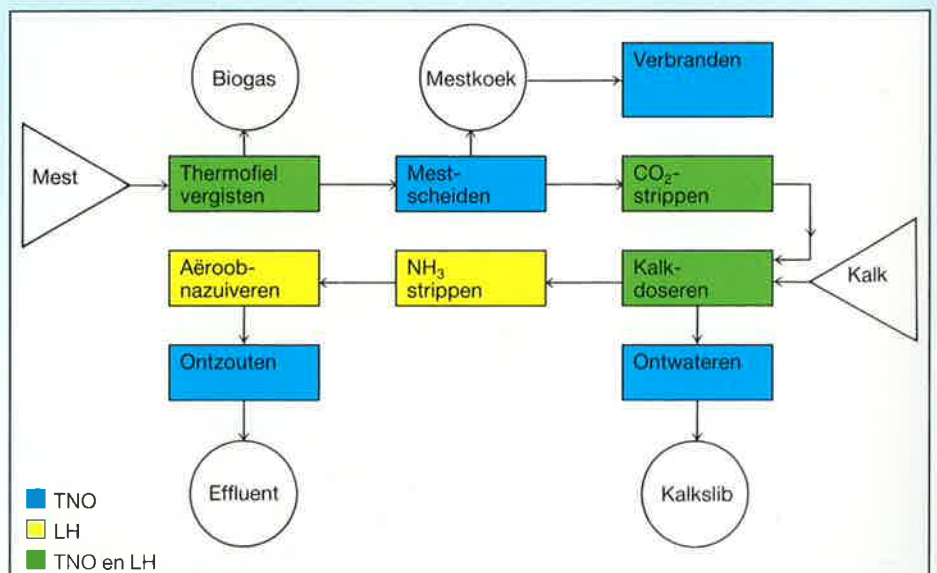
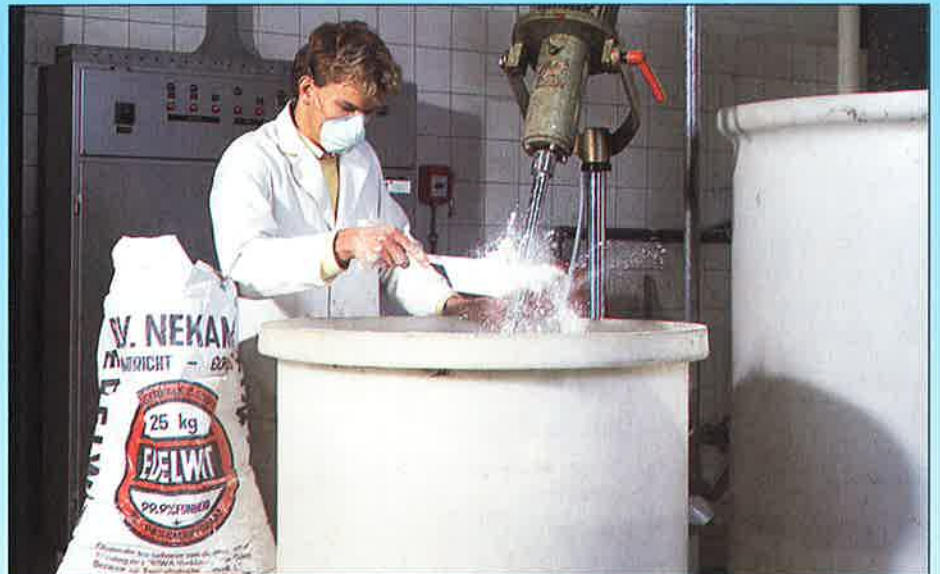
3.4 verwijderen van ammoniak

Varkensmest is rijk aan stikstofverbindingen. Ongeveer 85% is aanwezig in de vorm van ammoniak, circa 15% is organisch gebonden stikstof. De aanwezigheid van stikstof is bij het lage-temperatuur vergistingsproces geen bezwaar. Bij het hoge-temperatuur vergistingsproces is de aanwezigheid wel bezwaarlijk en moet de stikstof eerst worden verwijderd alvorens vergisting mogelijk is. Door drijfmest te verwarmen tot circa 60°C en met bijvoorbeeld kalkmelk te behandelen, wordt ammoniak-

stikstof vrijgemaakt. Deze kan dan door behandeling met lucht (strippen) worden verwijderd. Door het vergistingsproces wordt vrijwel alle stikstof in ammoniak omgezet. Afhankelijk van de gekozen procesroute vindt dit strippen plaats vóór de thermofiele vergisting of na de mesofiele vergisting. Daarna is soms nog een aërobe nazuivering noodzakelijk, waarbij stikstof biologisch wordt verwijderd. Het eindproduct van deze processtappen kan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ zijn dat als kunstmest in

de landbouw kan worden gebruikt. Of het economisch aantrekkelijk is om deze procesroute te doorlopen hangt weer af van de kosten die bij iedere stap moeten worden gemaakt. Dat zulk onderzoek vrij ingewikkeld is laat onderstaand proces en samenwerkingschema zien.

Hier is een medewerker bezig met het onderzoek naar de kalkdosering. Voor het onderzoek naar het strippen van CO_2 en een goede evaluatie van de resultaten was het noodzakelijk om alle processtappen met dezelfde mest uit te voeren. Het nevenstaande processchema geeft aan hoe dit onderzoek in samenwerking met de Vakgroep Waterzuivering van de LH te Wageningen werd uitgevoerd.



3.5 stankbestrijding

Stank is een bijverschijnsel van bedrijven waar varkens en/of pluimvee worden gehouden. Doordat deze stank zich op vrij grote afstanden van de bedrijven kan verspreiden wordt hij niet alleen door de in dat gebied wonende bevolking, maar ook door hen die door dat gebied rijden, soms als buitengewoon hinderlijk ervaren. Eenzelfde verschijnsel treedt op bij het uitstrooien van drijfmest op het land. De sterk ruikende bestanddelen verdampen gelijktijdig met de ammoniak die bijdraagt aan de zure neerslag.

Bestrijding van deze stank heeft dus een positieve uitwerking op de bescherming van het milieu en de woonomgeving. TNO heeft voor de stankbestrijding een biofilter ontwikkeld dat reeds veelvuldig in de industrie wordt toegepast. Bij biofiltratie van lucht worden de stankcomponenten afgebroken door bacteriën, die zich in het dragermateriaal van het filter bevinden. Er is veel onderzoek verricht om dragermateriaal te vinden waarop de bacteriën goed kunnen groeien en dat een compacte en dus

goedkope bouw mogelijk maakt. Bovendien moet het materiaal een lage drukval opleveren bij een zo groot mogelijk debiet. De lage drukval wordt bereikt door een relatief geringe vulling. Het grote debiet wordt bereikt door de snelle werkzaamheid van de bacteriën. Een dergelijk stankfilter in bedrijf vraagt betrekkelijk weinig energie voor het doorblazen van de te zuiveren lucht.



Semi-technisch onderzoek aan een biofilter bij de laboratoria te Apeldoorn. De meetresultaten zijn direct bruikbaar voor de bouw van de installatie bij de bedrijven. Aan dit onderzoek is kleinschalig laboratoriumonderzoek voorafgegaan om vast te stellen hoe de voor een specifiek bedrijf benodigde vulling moet worden samengesteld.

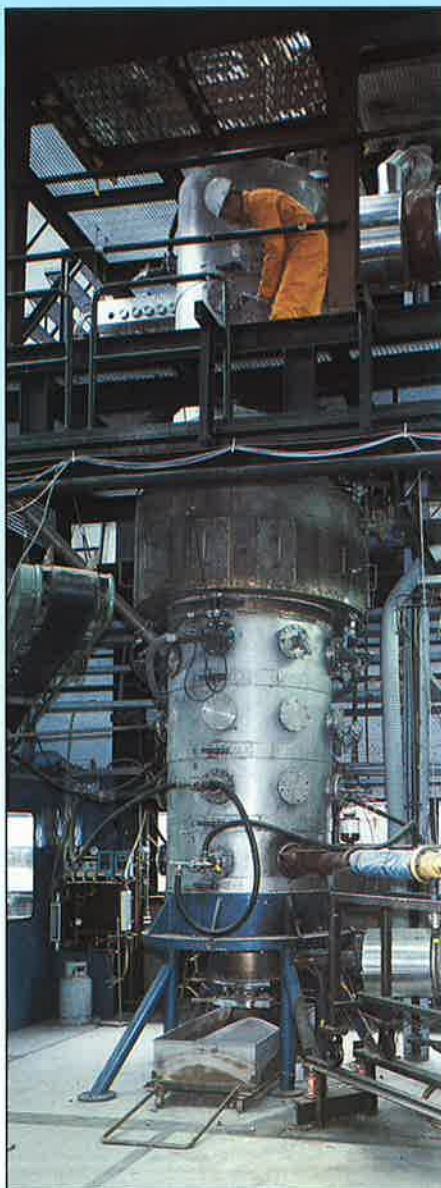
3.6 drogen en verbranden

Na het afscheiden van de vaste mestdeeltjes wordt een koek verkregen die nog een grote hoeveelheid water bevat. Afhankelijk van de afzetmogelijkheden kan deze koek worden gedroogd of verbrand. Het drogen van mest is een proces waar veel over bekend is. Het verbranden van mest levert weliswaar warmte op maar het proces is nog vrij kostbaar. Het is dus noodzakelijk om de kostprijs van dit deelproces zo laag mogelijk te houden. Er kan zich een situatie voordoen waarbij het niet

mogelijk is om alle gedroogde mest tegen een lonende prijs af te zetten. In dat geval kan worden overwogen om het deel dat niet kan worden verkocht te verbranden. Hierbij vrijkomende warmte kan dan worden gebruikt om de nog natte mest voor te verwarmen, om zo nog op een economisch verantwoorde wijze te kunnen drogen. Een van de mogelijkheden om op een efficiënte wijze in een vrij compacte installatie te kunnen verbranden is de wervelbed techniek. Bij de introductie van de wervelbed-

verbrandingstechniek heeft TNO de verbranding van slib uit rioolwaterzuiveringsinstallaties uitgebreid onderzocht. Uit dit onderzoek kan de conclusie worden getrokken dat deze techniek potentiële mogelijkheden heeft voor het verbranden van mestkoek afkomstig van drijfmest.

Op de foto links is de semi-technische wervelbedverbrandings-installatie van TNO te zien en op de foto rechts de regelkamer. Uit het onderzoek is gebleken dat het mogelijk is om dergelijke vuurhaarden continu en vergaand geautomatiseerd te bedienen.



4. produkten van de mestverwerking

De gekozen procesroute bepaalt de aard van de produkten die zullen worden verkregen. De belangrijkste produkten zijn:

- Natte mestkoek. Deze koek bevat circa 25% droge stof, enig kalium en stikstof en vrijwel alle fosfor. Deze kan gemakkelijker worden afgezet dan de oorspronkelijke mest, maar alleen daar waar fosfor geen probleem vormt.
- Gedroogde mest. Hiervoor geldt hetzelfde als voor de natte koek.
- Biogas. Dit is te gebruiken in het

verwerkingsbedrijf, de eigen landbouwbedrijven of in andere industrieën.

- Ammoniumzouten. Deze zijn afkomstig van het ammoniakstrippen in hoofdzaak $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, kunnen als kunstmest worden toegepast.
- Verbrandingsas. Deze as bevat K_2O en P_2O_5 en kan als kunstmest worden toegepast, eventueel ook in de vorm van K_2SO_4 .
- K_2O . Dit is afkomstig van de behandeling van het ontzoutingsconcentraat.
- Ontwaterd kalkslib. Kalkslib is afkomstig

van het stripproces en kan in de landbouw worden toegepast voor de verbetering van de grondstructuur.

- Gezuiverd effluent. Dit kan alleen worden geloosd indien het voldoet aan de eisen die de waterbeheerder stelt aan de kwaliteit van dit afvalwater.



Vele produkten van mestverwerkingsbedrijven komen in een zodanige vorm ter beschikking dat gecontroleerd en stankvrij bemesten goed mogelijk is. Ook is distributie van de produkten naar plaatsen waar de afzetmarkten zijn, geen probleem meer. Op de foto een landbouwer die zijn weiland aan het bemesten is.

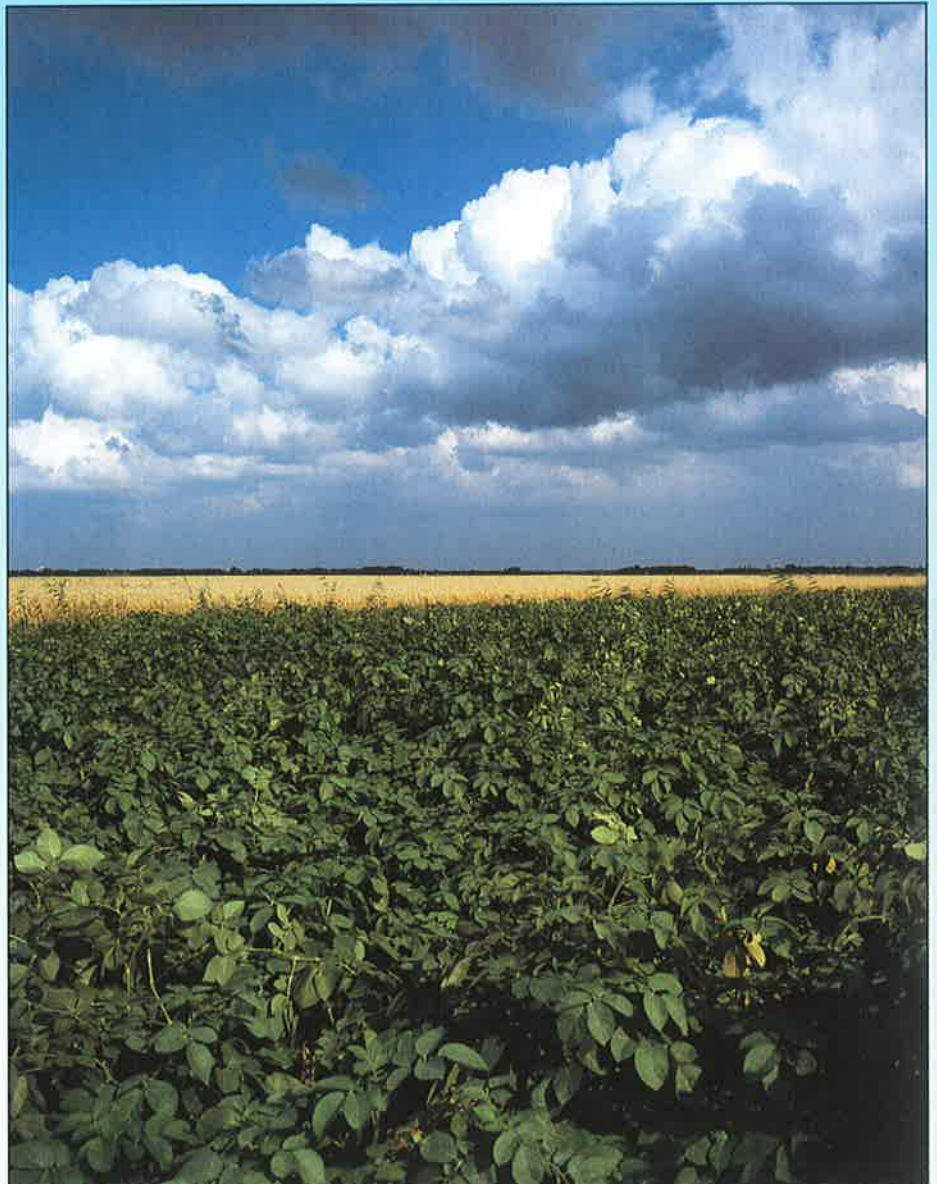
5. de toekomst van de mestverwerking

In deze brochure is het onderzoek beschreven dat door TNO wordt uitgevoerd in nauwe samenwerking met de RAAD, het IMAG en de LH te Wageningen om op zo kort mogelijke termijn oplossingen aan te dragen voor de mestproblematiek. Van enkele deelprocessen zijn reeds voldoende procesgegevens beschikbaar om een goede mestverwerking mogelijk te maken. De resultaten van een deelproces hangen echter onder meer af van de gekozen procesroute. Een evaluatie moet uitwijzen

welke combinaties van processen de beste kansen bieden voor het centraal of decentraal oplossen van het probleem van de mestoverschotten. Daartoe zal ondermeer moeten worden nagegaan hoe niet te grote biogasinstallaties, die meestal niet rendabel zijn, wel op een economische wijze kunnen werken. Voorts moet worden nagegaan hoe het filtraat, dat het belangrijkste milieuprobleem vormt, door omgekeerde osmose, indampen of combinaties van deze processen, optimaal kan worden

behandeld, zodat toestemming kan worden gegeven tot lozen.

Het behoud van de bodemvruchtbaarheid is voor vele gewassen van het grootste belang. De meeste graangewassen, aardappelen en bieten zijn zeer gevoelig voor een eventuele overbemesting die o.a. gevolgen heeft voor de bodemstructuur. De oplossing van het mestprobleem is een gemeenschappelijk belang voor veeteelt en akkerbouw.



6. veevoedkundige aspecten

De samenstelling van het mengvoer berust op een jarenlange ervaring. Nagestreefd wordt een zo doelmatig mogelijke productie van vlees, melk en eieren. Hierbij spelen veeteeltkundige overwegingen en de kosten van de grondstoffen een grote rol. Voor de mestproblematiek is het van belang dat de in het mengvoer aanwezige stoffen zoals eiwitten, fosfor, koper en andere mineralen, optimaal door de dieren worden opgenomen, zodat er zo min mogelijk van in de mest terecht komt.

In opdracht van het Produktschap voor Veevoeder is onderzoek in uitvoering om na te gaan hoe het gehalte aan mineralen die voor het milieu het belangrijkste zijn, fosfor (cadmium), koper en stikstof, in de mest kan worden verlaagd. Het TNO-aandeel in dit onderzoek wordt in hoofdzaak uitgevoerd bij het CIVO-TNO te Zeist. Dit onderzoek is gericht op een zodanige voorbewerking en samenstelling van het veevoer dat het fosfor beter beschikbaar komt voor het dier. In zaden van vele planten komt het fosfor

voor in de vorm van verbindingen van fytinezuur. Ze vormen op nog niet bekende wijze complexe verbindingen met mineralen of eiwitten. Dit leidt tot onzekerheden bij de vraag in welke mate het fytine fosforzuur beschikbaar komt voor het dier.

Een betere verteerbaarheid van de bestanddelen in het veevoer die fosfor bevatten zou, naast een verlaging van het fosforgehalte, tevens het cadmiumgehalte in de mest terugdringen. Cadmium is, zoals bekend, in het milieu



Veevoedertéchnisch onderzoek vraagt om een goede afstemming met fabrikanten van mengvoerders die de bewerking en voorgestelde samenstelling in hun bedrijf op een economisch aantrekkelijke wijze moeten realiseren. Bij deze samenstelling moet ook rekening worden gehouden met de behoefte van het dier in de verschillende fasen van het groeiproces.

Op de foto de moderne installatie van Deventer Mengvoeder Centrale (DMC) te Deventer. TNO heeft bij de inrichting van dit bedrijf geadviseerd.

een bijzonder ongewenste stof. Vanwege de samenstelling van het geïmporteerde fosfor, is veevoederfosfor een belangrijke cadmiumbron. Op het Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek van Biochemische Producten, ILOB-TNO, te Wageningen wordt vanouds gewerkt aan de studie naar de eiwit- en aminozurenbehoefte van vee. Verlagen van het eiwitgehalte van veevoer lijkt mogelijk. Hierdoor zou het stikstofgehalte in de mest kunnen dalen. Voorwaarde hiervoor is dat dan aminozuren, de bouwstenen

van het eiwit, extra worden toegevoegd, in een vorm, die door de dieren kan worden opgenomen. Ook is het ILOB-TNO betrokken bij onderzoek om alternatieven te vinden voor koper. Kopersulfaat wordt aan het rantsoen van varkens toegevoegd teneinde de groeisnelheid te bevorderen. Het verminderen van de groeisnelheid van de dieren is economisch onaan-trekkelijk. Dit moet op een andere wijze worden opgevangen. Een ander aspect, dat alle aandacht

verdient, is in hoeverre de producten uit de mestverwerking opnieuw als veevoer kunnen dienen. Mocht dit het geval zijn, dan zou de oplossing van het mestprobleem een belangrijke stap dichterbij kunnen worden gebracht. Bij dit onderzoek zal, behalve aan veterinaire aspecten, vooral aandacht moeten worden besteed aan aspecten van volksgezondheid. Dit is een terrein waar het CIVO-TNO een grote ervaring heeft opgebouwd. Het onderzoek naar de veevoedkundige

Op basis van een 'verteerbaarheidsmodel' wordt nagegaan hoe eventuele voorbewerkingen van het mengvoer, zoals voorweken of pelleteren, of toevoegen van het enzym fytase de fosforverteerbaarheid kunnen beïnvloeden.

Bij deze aanpak worden de omstandigheden in de maag en darm van het dier nagebootst (in vitro-model) om voor analyse toegankelijk te zijn. Het onderzoek vindt plaats in nauwe samenwerking met het Instituut voor Veevoedkundig Onderzoek, IVVO, te Lelystad en het Centrum Onderzoek Voorlichting Pluimveehouderij, COVP, in Beekbergen. In praktijkproeven met dieren moet daar worden aangetoond in hoeverre de voorgestelde bewerking van het veevoeder het gewenste resultaat heeft. De foto laat een moderne varkensstal zien, waarin mengvoeders gedoseerd aan de dieren kunnen worden verstrekt.



7. tot besluit

aspecten van de mestproblematiek wordt binnen TNO gecoördineerd door de directie van de Hoofdgroep Voeding en Voedingsmiddelen TNO te Zeist. Zowel de CIVO-Instituten als het ILOB maken deel uit van deze Hoofdgroep.

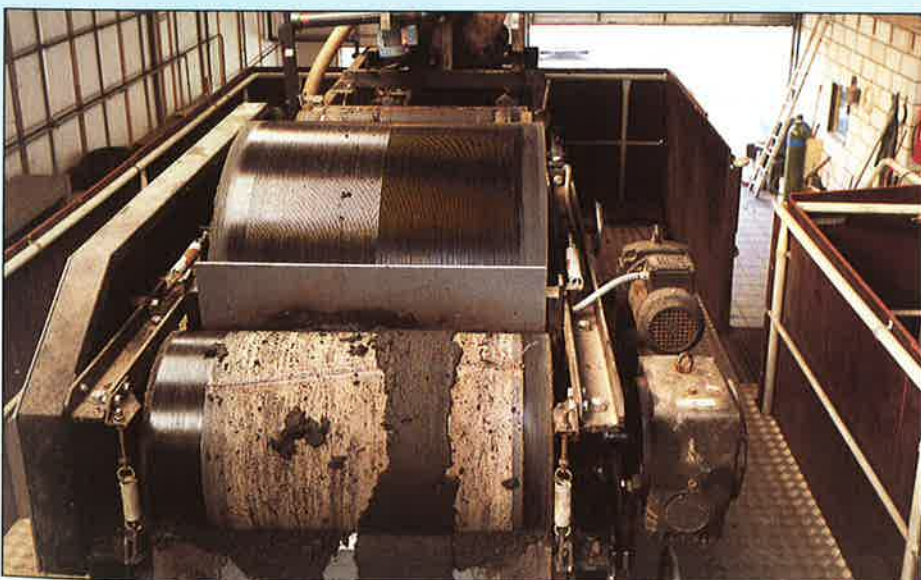
In deze brochure wordt het onderzoek besproken dat bij TNO wordt uitgevoerd, om oplossingen te vinden voor het probleem van de mestoverschotten. Ter bescherming van het milieu, en ter voorkoming van onaantvaardbare gevolgen voor landbouw en veeteelt, moeten wegen worden gevonden die voor alle betrokkenen aanvaardbaar zijn. TNO draagt hier aan bij door het onderzoek uit te voeren in nauwe samenwerking met landbouworganisaties, landbouwkundige instellingen en Hoges-

cholen. Het probleem van de mestoverschotten is in hoofdzaak de aanwezigheid van mineralen in de mest. Er kan langs twee wegen worden gewerkt om tot een oplossing te komen.

- Het verwijderen van de ongewenste mineralen uit de mest. Hiervoor is mestverwerking op een zodanige schaal nodig dat de verkregen producten ook kunnen worden afgezet tegen een economisch aanvaardbare kostprijs.
- Het samenstellen van het veevoer op een zodanige wijze dat de minerale



Resultaten, verkregen door onderzoek met laboratorium en semi-technische opstellingen moeten worden getoetst in verwerkingsinstallaties, waarvan hier een voorbeeld op het proefbedrijf van de NCB te Sterksel. TNO werkt nauw samen met dit proefbedrijf, waardoor resultaten verkregen bij TNO ook kunnen worden vertaald naar de eisen die door de praktijk aan de verwerkingsinstallaties zullen worden gesteld.



bestanddelen optimaal door de dieren kunnen worden opgenomen. Voor wat betreft de verwerking van de mest tot milieuvriendelijke produkten lijkt een oplossing op niet te lange termijn mogelijk. De belangrijkste bouwstenen voor deze oplossing, de deelprocessen voor de verwerkingsinstallaties, zijn in principe beschikbaar. Ze moeten nog wel worden geoptimaliseerd om de kostprijs van het eindprodukt te beperken. Wat verder nog ontbreekt is het inzicht hoe voor een specifiek

geval, deze deelprocessen moeten worden samengevoegd om de gewenste optimale procesroute te kunnen vaststellen. In de keten van deelprocessen hangt de werking van een onderdeel af van de wijze waarop de voorgaande bewerkingen worden uitgevoerd. Dit inzicht kan worden ontleend aan experimenten op laboratorium- en semi-technische-schaal. De aldus verkregen resultaten moeten dan worden getoetst in niet te grote verwerkingsinstallaties. Voor een toekomstig beleid dat gericht is

op een economische vlees- productie zal de samenstelling van het veevoeder opnieuw moeten worden bezien. Ook hiervoor is nog veel onderzoek nodig. Nagegaan wordt of de mineralen, zij het ten dele, kunnen worden vervangen door andere grondstoffen. Ook kan worden overwogen welke produkten van de mestverwerking hier wellicht een rol kunnen spelen en wat de invloed hiervan zal zijn op de vlees- productie en de volksgezondheid.

In moderne mengvoederfabrieken wordt de grootst mogelijke zorg besteed aan het samenstellen van het voor ieder dier specifieke mengvoer. Op de foto's voorbeelden van mengvoer voor varkens en kalveren.



8. contactadressen:

Het technologisch onderzoek naar de mestverwerkingsproblematiek bij TNO vindt voor het grootste deel plaats bij de Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie te Apeldoorn.
 Contactpersoon: Dr. ir. W.H. Rulkens
 Laan van Westenenk 501,
 7334 DT Apeldoorn
 Postbus 342, 7300 AA Apeldoorn
 Telefoon: 055-773344
 Telefax: 055-419837
 Telex: 36395 tnoap nl

Voor informatie over veevoederaspecten: Afdeling ILOB-TNO van de Hoofdgroep Voeding en Voedingsmiddelen TNO
 Contactpersoon: Dr. ir. E.J. van Weerden
 Haarweg 8
 Postbus 15, 6700 AA Wageningen
 Telefoon: 08370-1905
 Telex: 45938 ilob nl

Instituut CIVO-Analyse TNO van de Hoofdgroep Voeding en Voedingsmiddelen TNO
 Contactpersoon: Dr. P. Slump
 Postbus 360, 3700 AJ Zeist
 Telefoon: 03404-52244
 Telex: 40022 civo nl
 Telefax: 03404-57224

	TNO onderzoek	TNO onderzoek in nauwe samenwerking met:						
		NCB	IMAG	RAAD	IWO	COVP	LH	THE
Algemene procestechnologie en ontwerp van verwerkingsinstallaties								
Mestscheiden								
Omgekeerde osmose								
Vergisten								
Verwijderen van ammoniak								
Stankbestrijden								
Verbranden								
Drogen								
Fosforverteerbaarheid van veevoer								
Eiwitverteerbaarheid van veevoer								

Samenwerkingsverbanden tussen TNO, Rijksinstellingen, Landbouwkundige instituten en -instellingen en Hogescholen bij het onderzoek naar mestverwerking en veevoedkundige aspecten.

NCB
 Noordbrabantse Christelijke Boerenbond

RAAD
 Rijks Agrarische Afvalwaterdienst

COVP
 Centrum Onderzoek Voorlichting
 Pluimveehouderij

THE
 Technische Hogeschool Eindhoven

IMAG
 Instituut voor Mechanisatie van Arbeid en Gebouwen

IWO
 Instituut voor Veevoedkundig Onderzoek

LH
 Landbouw Hogeschool Wageningen

HMT
 Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie
 TNO

CIVO
 Instituut CIVO-Analyse TNO

ILOB
 Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek
 van Biochemische Producten TNO

	HMT
	CIVO
	ILOB

Colofon

Productie en Vormgeving
Centrale Stafafdeling
In- en Externe Communicatie TNO
Delft.

Illustratie omslag
Maas/Minderhoud, Amsterdam

Fotografie
Victor Scheffer, 's-Gravenhage.
TNO
Ministerie van Landbouw en Visserij,
's-Gravenhage.
Henk Eertink, Markelo

Druk
Lakerveld B.V., 's-Gravenhage.