

# 13. AMMONIAK, MESTENZUREGEMEN

## Kunstmest en krachtvoer scheppen drijfmestzeeën

(Een hoofdstuk over ammoniak Bron: Zure regen, kwaadaardige bedreiging van ons welzijn, drs. G. Poortinga, 1984 Elsevier. let op: de PDF-scan van het boek kan ongecorrigeerde scanfouten bevatten)

De ammoniakemissie is een echt Nederlands probleem. Nederland produceert onnatuurlijk grote bergen dierlijke mest, waaruit door biochemische processen vele duizenden tonnen ammoniak ontstaan. Ammoniak is een eenvoudige stikstofverbinding. Een molecuul ervan bestaat uit een atoom stikstof en drie atomen waterstof (NH<sub>3</sub>). Het is een erg agressieve stof, die ook in staat is het menselijk lichaam aan te tasten. Niet alleen boeren weten dit - doordat soms collega's in de gierkelder door ammoniakverstikking omkomen - ook elke moeder, en dat mag tegenwoordig eveneens gelden voor de vader, elke moeder weet, dat de ammoniak in een vuile luier binnen enkele uren de babyhuid tot bloedens toe kan verwonden.

De ammoniakconcentratie is het hoogst bij diarree. Al ons mestvee heeft diarree - door gebrek aan vezels in het voer en door opzettelijke versterking van de darmflora door toevoeging van giftig koper aan krachtvoer.

Ammoniak is in grote concentraties in de buitenlucht direct schadelijk voor gewassen. In de bodem levert het net als stikstofdioxide een bijdrage aan de bodemverzuring door een chemische omzetting in salpeterzuur.

De ammoniakdampen uit de drijfmestzeeën vormen een kwart van het zuur dat, onder de noemer 'zure regen', verwoestend werkt op bossen en natuurgebieden, schadelijk is voor de volksgezondheid en allerlei materialen aantast. De bodemvruchtbaarheid wordt door de continue mestdump bedreigd, niet alleen in bossen maar ook in landbouwgebieden.

### Bergen, bergen mest

Elke Nederlandse melkkoe produceert behalve duizenden liters gezonde melk ook tienduizend kilo mest per jaar, de keerzijde van de medaille. Vijftig miljoen ton dierlijke mest wordt ieder jaar in Nederland geproduceerd. Honderd miljoen dieren produceren een mestberg van een kilometer in omtrek en achthonderd meter hoog. In Nederland ~~zijn~~ meer dan vijf miljoen koeien, tien miljoen varkens en tachtig miljoen kippen. Hoewel bio-industrie vaak uitsluitend wordt geassocieerd met de varkenshouderij, is dat niet juist. De koeien produceren

Ooit was mest gezond voor het land, en in de juiste hoeveelheid toegepast verhoogt mest nog altijd de bodemvruchtbaarheid. Mest bevat plantenvoedende stoffen zoals stikstof en fosfaat, waarzonder het gewas niet wil groeien. Men probeerde deze plantenvoedende stoffen zoveel mogelijk in kringloop te brengen door de mest zorgvuldig over het land te verspreiden. Op zandgronden, waar de bodem arm aan plantenvoedende stoffen is, hield men schapen, uitsluitend om mest te krijgen voor de akkers. Hiervoor was het potstalsysteem ontworpen. Door de schaapskudde op de hei te laten grazen en in de potstal te laten schijten, oogstte men mest van de heide. Kennelijk loonde het de moeite om op deze omslachtige manier wat dierlijke mest te verzamelen. Dierlijke mest was voor de uitvinding van de kunstmest erg kostbaar.

## Overschotten

Tegenwoordig kampt agrarisch Nederland met mestoverschotten. De geforceerde mestspreiding op de Nederlandse zandgronden heeft meer het karakter van een grootschalige afvallozing van een verantwoorde bemesting. De huidige mestdump heeft weinig te maken met het zorgvuldig in stand houden van een mineralenkringloop. Door de voortdurende import van stikstof- en fosfaatkunstmest en van stikstof- en fosfaathoudend veevoer is er sprake van overbemesting. de bodem wordt als een verzadigde spons. die na oververzadiging plotseling aan alle zijden gaat lekken, met als gevolg lucht-, bodem- en watervervuiling. In de zogenaamde overschotgebieden in Nederland. de provincies Gelderland, Brabant en Limburg, was in 1980 al een mestoverschot van 4,1 miljoen kubieke meter. Men noemt een landbouwstreek een overschotgebied als er meer mest gestrooid wordt dan noodzakelijk is. Het overschot van 4,1 miljoen kubieke meter is berekend op basis van de bekende stikstofbehoefte van de landbouwgewassen (volgens het Consulentenschap voor de Landbouw, 100 tot 330 kilo per hectare, afhankelijk van gewas en grondsoort).

Te veel stikstof bevordert volgens het Consulentenschap schimmelziek- en zoals meeldauw en roest in granen. Aardappelen krijgen door te veel stikstof groeischeuren en afwijkende groeivormen. Alleen snij- mais schijnt zelfs bij ernstige overbemesting ongehinderd te groeien en ontvangt in de praktijk van de mestdump soms meer dan 1000 kilo stikstof per hectare.

Wanneer de fosfaatbehoefte van de gewassen, die veel geringer is dan de stikstofbehoefte, als norm wordt genomen, zijn de overschot-

ten dubbel zo groot. Landbouwbodems die al heel lang zulke enorme hoeveelheden drijfmest krijgen, blijken met fosfaat verzadigd te raken. De bodem neemt geen extra fosfaat meer op en het teveel aan fosfaat vervuult het (grond-)water.

## De vorming van ammoniak

De jaarlijkse mestberg bevat 278 000 ton stikstof. Dit is geen stikstof in zuivere vorm, maar gebonden in voornamelijk eiwitten, ureum en ammoniak. Ammoniak ontstaat door chemische en bacteriologische omzetting van ureum en organische stikstofverbindingen. Ammoniak is vluchtig en levert uiteindelijk na verdamping uit de mest, een grote bijdrage aan de luchtvervuiling. Bij de huidige wijze van mestopslag en mestverwerking verdampt een derde deel van de stikstof uit de mest in de vorm van ammoniak. De totale hoeveelheid die in ons land jaarlijks uit de mest verdampt, wordt geschat tussen 115000 (Buijsman, 1984) en 140000 ton (Van Aalst, 1983).

De emissies van stikstofoxiden en zwaveldioxide zijn enkele malen hoger. De verzurende werking van de ammoniakemissie is echt even hoog. Doordat zuurstofatomen zestienmaal zo zwaar zijn als waterstofatomen, is het ammoniakmolecuul ( $\text{NH}_3$ ) bijna driemaal lichter dan het stikstofdioxide molecuul ( $\text{NO}_2$ ). Eén gram ammoniak bevat

daarom bijna driemaal zoveel moleculen als één gram stikstofdioxide en kan dus ook driemaal zoveel moleculen salpeterzuur vormen. Dit is de reden dat de invloed van de totale Nederlandse emissie van circa 130000 ton ammoniak op de verzuring even groot is als die van de totale hoeveelheid van 500000 ton stikstofoxiden.

De mate waarin ammoniakproductie plaatsvindt is afhankelijk van kwaliteit van het veevoer, de aard van de mestopslag en de wijze van verspreiding. Door de dieren eiwitrijk krachtvoer (eiwit is een stikstofverbinding) te geven, stijgt uiteraard het stikstofgehalte in de mest. De wijze van opslag en spreiding bepaalt de mate waarin de ammoniak gelegenheid krijgt te verdampen. Bij een gesloten opslag en bodeminjectie of bij onderploegen van de mest of gier verdampt relatief weinig ammoniak.

Drijfmest is een *mengsel* van uitwerpselen, urine en spoelwater dat wordt verzameld in de mestkelders onder de stallen. Daarinkomen de uitwerpselen bovendien en deze vormen een min of meer afsluitende laag, waardoor er weinig ammoniak uit de gier verdampen. Doordat de afsluitende laag ook de toetreding van zuurstof verhindert, wordt de vorming van ammoniak vertraagd. Dit neemt niet dat toch 20% van de ammoniakemissies uit de gierkelders afkomstig is, wat voor heel Nederland een ammoniakemissie van 24300 ton per jaar betekent.

jaar betekent. Bij spreiding over grasland verdampt 32% van de anorganische stikstof in de vorm van ammoniak en in de zomer kan dit zelfs op open tot 50%. Een groot deel van de ammoniak is afkomstig van de mest van vee dat in de wei loopt. De hoeveelheid is slechts bij benadering te schatten. Wanneer de mest over het bouwland wordt verspreid, vervluchtigt 20% van de aanwezige anorganische stikstof als ammoniak. In totaal bedraagt de ammoniakemissie vanaf land- bouwgronden bijna 90000 ton.

Verreweg de grootste ammoniakvervuiling vindt plaats in de provincies Noord-Brabant (20250 ton), Gelderland (18 250 ton) en Overijssel (13500 ton). Een treurige bijkomstigheid is dat juist de zandgronden in deze provincies het gevoeligst zijn voor bodemverzuring en immissieschade.

*Gemeten* in kilogrammen stikstof per jaar is de emissie van stikstof-oxiden, afkomstig van verkeer, huishoudens en industrie, in ons land groter dan die van ammoniak. De ammoniak wordt echter niet over zulke grote afstanden verspreid. Daardoor is in eigen land regionaal de depositie van ammoniak groter dan van stikstofoxiden. Bovendien zijn er regionaal heel grote verschillen. De depositie van ammoniak is in het noorden van Groningen en Friesland minder dan 10 kg/ha, op de Veluwe of in de Peel daarentegen kan deze depositie meer dan 100 kg/hazijn.

## De gestoorde stikstofkringloop

De landbouw blijkt dus met ten minste 115000 ton per jaar te zorgen voor ruim 87% van de totale ammoniakemissie. Bij de huidige bemestingsnorm is dit een stikstofverlies voor de landbouw, dat gedeeltelijk wordt aangevuld met kunstmest.

In Nederland is het gebruik van kunstmest, vooral van stikstofmest, het hoogst ter wereld. Hierdoor is de landbouwproductie sinds 1945 enorm toegenomen. De stikstof wordt voor een groot deel vastgelegd in de organische stof (bijvoorbeeld in eiwitten), maar komt uiteindelijk deels weer vrij en raakt deels in kringloop. Stikstof komt bij verbranding van landbouwafval vrij als stikstofgas en stikstofoxiden en wordt via organische bemesting soms opnieuw door landbouwgewassen gebruikt. Een deel van de landbouwproductie wordt door mensen geconsumeerd, waarna de stikstof vrij komt in de rioolzuiveringsinstallaties. Een groot deel van de landbouwproductie is gras en ander veevoer en wordt gegeten door vee. De stikstof in het voer wordt voor een deel door de dieren opgenomen voor hun groei. Een heel groot deel komt echter in de mest terecht. Ongeveer 50% van de totale hoeveelheid stikstof daarin blijkt onder bepaalde condities te kunnen

bijdragen aan de vorming van ammoniak.

Hoewel de overvloedige stikstofimporten de productiviteit van akker-  
gewassen en grassen hebben doen stijgen, is de eigen landbouw-  
productie lang niet voldoende om de miljoenen koeien, varkens en  
kippen in ons land te voeren. Daarom staan tegenover elke Neder-  
landse hectare bestemd voor veevoer ten minste nog vijf hectaren  
tapioca, soja en granen in de Derde Wereld en Amerika waarvan de  
opbrengsten worden gebruikt als krachtvoer voor de Nederlandse  
veestapel. Ook met dit krachtvoer wordt veel stikstof, in eiwitverbin-  
dingen, geïmporteerd en ook hierdoor heeft onze mestberg, of  
liever, onze drijfmestzee, een onnatuurlijke omvang. Hoewel  
ammoniak beslist geen natuurvreemde stof is, werkt de huidige  
ammoniakemissie door de bio-industrie verstikkend op natuur en  
bosbouw.

Er is geen sprake mee van een kringloop. Steeds meer stikstofver-  
bindingen worden aangevoerd. De gewassen kunnen deze aanvoer  
niet zo snel verwerken. Van het teveel aan stikstof verdwijnt een deel  
na omzetting in stikstofgas ( $N_2$ ) in onschadelijke vorm in de lucht.  
De rest veroorzaakt na uitlekken van nitraten en andere  
stikstofverbindingen eutrofiëring van het oppervlaktewater. De  
inzijging in de bodem veroorzaakt een steeds diepere verzuring van  
het grondwater en door de vorming van ammoniak ontstaat  
luchtvervuiling.

## **Stikstof: meer, meer, meer**

Er is, behalve in de biologische landbouw, nauwelijks sprake van  
een vrijwillige beperking van het stikstofgebruik. Stikstof is een  
belangrijke meststof. Door de luchtverontreiniging daalt per hectare  
gemiddeld 46 kg stikstof per jaar op Nederland neer. Op het eerste  
gezicht lijkt dat vanuit bemestingsoogpunt heel gunstig. Het is  
immers evenveel als een ouderwetse kunstmestgift. Deze stikstof  
lijkt dus een gave uil de hemel.

In 1950 werd in de vorm van kunstmest per hectare 67 kg stikstof  
(N) gegeven. In 1975/1976 is deze stikstofgift al gestegen tot 208  
kg/ha. De stikstofdepositie uit de lucht voegt hier nu een kwart aan toe  
en de kunstmestgiften worden soms nog aangevuld met  
honderden kilo's stikstof uit dierlijke mest. In de landbouw lijkt men  
nog nooit van een teveel aan stikstof gehoord te hebben. Er wordt  
zelfs voor gepleit de kunstmest-N-gift op grasland van zand- en  
kleigronden op te voeren tot maximaal 450 kg/ha. Ten gevolge van  
zo'n stikstofgift, kan de productie van grasland t.o.v. de  
vooorlogse jaren verdubbelen (Van der Molen, 1978). Stikstof is  
dus goed voor de productiviteit van de landbouwgewassen.

Bij het bovenstaande zijn twee kanttekeningen te maken. In de

eerste plaats vormt niet de aanwezigheid van veel stikstof op zichzelf in de

bouwvoor van landbouwgronden een milieuprobleem, maar wel veroorzaken de verspreiding van de stikstof in de vorm van ammoniak naar natuurgebieden welke hun waarde te danken hebben aan hun relatieve stikstofarmoede, alsmede het doorsijpelen van de stikstof in je vorm van nitraten naar het grond- en het oppervlaktewater problemen.

In de tweede plaats zijn het niet de plantenvoedende maar de bodemverzurende eigenschappen van de stikstofverbindingen die op lange termijn schadelijk voor de bodemvruchtbaarheid blijken te zijn.

Ook dit laatste is alleen belangrijk buiten de landbouwgronden. Het Consulentenschap voor Bodemaangelegenheden in de Landbouw kwalificeert op zand-, veen- en veenkoloniale gronden een zuurgraad van de bodem als 'goed' bij een pH tussen 4,6 en 5,7. De zuurgraad wordt daarom door de boeren, met behulp van onderhoudsbekalkingen, op dit niveau gehandhaafd. Dit is overigens een waarde waarbij verschillende zware metalen al snel oplosbaar worden.

## Een gestoorde kringloop

Stikstof is een onmisbare bouwsteen voor eiwitten. Ze is volop aanwezig. Immers, 70% van de lucht is puur stikstofgas ( $N_2$ ). Stikstofgas kan helaas niet door hogere planten worden opgenomen. Wel door bepaalde micro-organismen, zoals sommige blauwwieren en bacteriën. Bekend zijn de stikstofbindende bacteriën die in de wortelknolletjes van elzen en vlinderbloemigen leven. Hogere planten, die niet in symbiose met stikstofbindende micro-organismen leven, hongeren te midden van overvloed. Zij moeten teren op de stikstof die in andere chemische verbindingen in de bodem aanwezig is. Hoezeer een tekort aan deze gebonden stikstof de groei remt, wordt duidelijk gedemonstreerd in de landbouw. Daar is door kunstmatige stikstofbemesting de produktiviteit van de gewassen omhooggeschoten.

Stikstof kan zowel in de vorm van ammonium ( $NH_4^-$ ) als in de vorm van nitraat ( $NO_3$ ) door de plant worden opgenomen. Beide stoffen

kunnen in de bodem ontstaan onder meer door stikstofbindende micro-organismen door vertering van organisch materiaal. Het laatste vormt een voor de landbouw aantrekkelijke stikstofkringloop. De kringloop is echter altijd een beetje lek. (Dit lek wordt in ongestoorde natuurlijke ecosystemen opgevangen door de stikstofbinding van de genoemde organismen.) Er is sprake van evenwicht, wanneer de verdamping van ammoniak en de uitspoeling van nitraten gelijk zijn aan de stikstofinvoer door stikstofbinding uit de atmosfeer. Het even-

wicht is in de natuurgebieden als op landbouwgronden verbroken.

In de natuurgebieden, waar de kringloop goed functioneert, is door de zure regen sprake van een voortdurende aanvoer van stikstofverbindingen. De kringloop moet steeds grotere hoeveelheden stikstof verwerken. Dit lukt niet. De kringloop raakt verzadigd en er vormen zich in de bodem steeds meer nitraten, waardoor de bodem verzuurt.

Opname van ammoniak, als positief geladen ammonia-ion ( $\text{NH}_4^+$ ), door plantenwortels gebeurt onder gelijktijdige afgifte van een positief geladen waterstof-ion, het zuur-ion dus, om de elektrische balans in evenwicht te houden. Bij opname van een nitraat-ion wordt daarentegen een waterstof-ion opgenomen. Wanneer de plant evenveel ammoniak als nitraat voor zijn stikstofbehoefte zou gebruiken, is het netto-effect nul. Wanneer de aanvoer van stikstofverbindingen groter is dan de behoefte van de planten, wordt uiteindelijk het teveel aan ammonia, waarschijnlijk door micro-organismen, omgezet in nitraat. Netto rest er ten slotte alleen nog nitraat (in de vorm van salpeterzuur of, na reactie van het zure ion, als nitraatzout). Bij een doorgaande toevoer van ammoniak en nitraten zakt het verzuringsfront steeds dieper de bodem en het grondwater in.

Niet alleen in bos en natuur, ook in de landbouw is de stikstofkringloop verbroken. Enerzijds is hier sprake van een grote afvoer van stikstof door de oogst. Anderzijds wordt zeer veel stikstof toegevoerd om dit verlies te compenseren. Door de luchtverontreiniging worden vanuit de lucht evenveel stikstofverbindingen per hectare gedeponeerd als voor de laatste wereldoorlog als normale landbouwbemesting werden gegeven, gemiddeld 46 kg/ha. Het stikstofgehalte van landbouwbodems wordt dus voortdurend op een kunstmatig hoog peil gehouden. Er is minder sprake van een kringloop dan van een doorstroming. Als kunstmest in de vorm van ureum, salpeter of ammoniak (met behulp van bodeminjectie) zou worden gegeven, zou dit ernstig bodemverzurend werken. In ons land wordt kunstmest voornamelijk gegeven in de vorm van het minder verzurende kalkammonsalpeter. Door de bemesting met de basische stoffen kalk en magnesium wordt de verzurende werking van kunstmest, luchtverontreiniging, gier, natuurlijke processen en oogst in de bouwvoor gedeels gecompenseerd.

Voor de landbouwgronden heeft de verzurende werking van nitraten daarom weinig schadelijke gevolgen. De schadelijke effecten worden echter wel gevonden buiten de landbouwsfeer, in de natuurgebieden en de diepe ondergrond.

De mest, en dat geldt zeker voor de dump van drijfmest, wordt meestal gedurende een korte periode van het jaar gegeven. Vaak is het bouwland dan nog kaal. Na de verspreiding van de mest is het gewas niet in staat snel alle stikstof (d.w.z. ammoniak en nitraat) op te sloppen.



Gier wordt vaak in de winter over het grasland uitgereden, niet omdat het gras dan groeit (het groeiseizoen begint maanden later), maar omdat het bevroren land dan te berijden is.

De plotselinge overmaat aan stikstofverbindingen wordt niet meer door het bodemchemische complex gebonden. (Bij chemische bindingen is altijd sprake van een evenwicht: een deel is gebonden aan bodemdeeltjes en een deel is opgelost in bodemvocht. Bij oververzadiging is een relatief groot deel niet gebonden.) Overigens worden nitraat-ionen nauwelijks aan bodemdeeltjes gebonden; nitraat lost goed op in het bodemvocht en is daardoor mobiel.

Wanneer we spreken over nitraten, gaat het ook over salpeterzuur. In water splitst een molecuul salpeterzuur ( $\text{HNO}_3$ ) zich in een nitraat-ion ( $\text{NO}_3^-$ ) en een waterstof-ion ( $\text{H}^+$ ). Het  $\text{H}^+$ -ion is het zure ion. Dit zure ion is chemisch reactief en bindt zich sterk aan bodemdeeltjes. Daarbij wordt het waterstof-ion uitgewisseld tegen een ander positief geladen ion, bijvoorbeeld een calcium- ( $\text{Ca}^{2+}$ , uit bijvoorbeeld kalk of calciumveldspaat), magnesium-, of, in meer verzuurde bodems, aluminium-ion (uit kleimineralen).

Een ander deel van de stikstof is gebonden in ammoniak in de mest aanwezig. Ammoniak kan door planten worden opgenomen, maar hiervoor geldt dezelfde redenering als voor het nitraat. Doordat de mestgift niet gelijkelijk over het hele jaar, maar op een bepaald moment, wordt gegeven, kunnen de gewassen de ammoniak niet goed verwerken.

Ammoniak vervluchtigt snel. Daardoor leidt mestdump tot luchtvervuiling in andere gebieden. In de lucht vormen de ammoniakdampen een verbinding met de zwaveldioxide, afkomstig van elektriciteitscentrales en industrie. Het gevormde ammoniumsulfaat bereikt door de filtrerende werking van bomen voor een groot deel de bosbodems. In bossen blijkt dikwijls achtmaal zoveel ammoniumsulfaat neer te slaan als op naastgelegen akkers of heidevelden. Uiteindelijk worden door biologische en bodemchemische processen uit het ammoniumsulfaat

weer salpeter- en zwavelzuur gevormd ( $\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 = \text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$ ). In de periode dat de bodem oververzadigd is met nitraat en ammoniak kan een deel van de stikstof als nitratzouten of direct als salpeterzuur naar het oppervlaktewater en het grondwater weglekken. Een ander deel verdampt als ammoniak. Zo worden niet de landbouwgronden; maar de diepere bodem en het grondwater aangetast. Tegen de verzuring van het diepe grondwater helpt strooien van kalk niet. Kalk dringt niet verder in de bodem door dan de diepte van de ploegvoor. Bovendien zouden door toevoeging van kalk de nitraten toch niet uit het grondwater verdwijnen.

## Ernstige gevolgen, marginale oplossingen

De overbemesting heeft nu reeds ernstige gevolgen. De stikstofoverschotten blijken al lang zowel oppervlaktewateren als diep grondwater te hebben vervuild. De nitraatgehalten in het grondwater zijn op sommige plaatsen zo hoog geworden dat de gezondheidsnormen vele malen worden overschreden. Op de Veluwe is de verzuring al voortgeschreden tot een diepte van circa 15 meter (Appelo, C.A. J., 1982). De overbemesting is daarom een ernstige bedreiging voor de drinkwatervoorziening (zie ook het hoofdstuk over drinkwater). De hoge nitraatgehalten in voedsel en drinkwater storen het functioneren van de hemoglobine (de kleurstof van de rode bloedlichaampjes) en dit leidt tot bloedarmoede. Behalve hoge nitraatconcentraties bevat dit verzuurd grondwater ook aanzienlijke concentraties opgelost aluminium, en ook dat is ongezond voor mens en dier.

Voor het ammoniak- en nitraatprobleem bestaat theoretisch slechts een beperkt aantal oplossingen. Het komt er globaal op neer dat men een periodieke oververzadiging van de grond met ammoniak en nitraten moet vermijden en de stikstofkringloop moet optimaliseren door de stikstof in ongeveer hetzelfde tempo aan te voeren als de gewassen het kunnen opnemen. De uitwerking hiervan is in de praktijk complex. De stikstofbehoefte van het gewas is afhankelijk van het soort gewas, de leeftijd, de bodemkwaliteit, het weer en andere factoren. Omdat dit voor elk perceel en in elk jaar anders is, is het een goede zaak dat de computer zijn intrede bij het agrarisch bedrijf heeft gedaan.

In de praktijk komt het er eenvoudig op neer dat men het land minder zwaar moet bemesten. Alvorens de mestberg te spreiden, moet men ervoor zorgen dat een deel van de stikstofverbindingen uit de drijfmest al is omgezet in het onschadelijke stikstofgas. Ook kan men ervoor zorgen dat de bemesting meer over het jaar wordt gespreid. De gewassen kunnen dan de stikstofgitt beter opnemen. Bij kunstmest wordt de truc van de slecht oplosbare korrels toegepast. Bij drijfmest zou men door biogisting en voorcompostering een groot deel van de stikstof in bacteriologisch celmateriaal kunnen binden. Dit heeft een bepaalde tijd nodig om te verteren. Vergisting gebeurt in een afgesloten tank. Bij afgesloten opslag van de mest kunnen de gevormde ammoniakdampen worden afgezogen en ter plekke chemisch of in een biofilter worden gebonden. Ook de resterende ammoniak zou op een of andere wijze chemisch zodanig kunnen worden gebonden dat de stikstof geleidelijk ter beschikking van de gewassen komt. Op die manier wordt een nutteloze afwisseling van overbemesting en onderbemesting vermeden. De concentratie verzurende stikstofverbindingen in de bodem wordt dan geringer, de beschikbaar-

heid voor de gewassen gedurende het seizoen wordt constanter, en de stikstof raakt zo beter in kringloop dan thans het geval is.

## Stikstof in meststoffen

In 1969 bevatte de jaarlijks in Nederland geproduceerde berg stalmest 150000 ton stikstof. In 1980 was deze hoeveelheid al opgelopen tot 278000 ton.

Aan kunstmest werd in 1960 224000 ton toegepast en in 1980 486000 ton (als zuivere **N**).

Aangezien de stikstof in stalmest in verhouding tot de stikstof in kunstmest voor slechts 60% effectief voor het gewas beschikbaar is (de rest verdwijnt, doordat het bijvoorbeeld door bacteriën wordt omgezet in stikstofgas), is de totale hoeveelheid beschikbare N voor de Nederlandse landbouwgrond ca 653000 ton. Dit is 324 kg/ha effectief beschikbare stikstof; dat wil zeggen dat de stikstof ook wordt opgenomen door een normaal groeiend gewas.

(N-)Stikstof in miljoenen kg	1960	1980
dierlijke mest	150	278
kunstmest	224	486
totaal effectief beschikbaar	314	653
totaal effectief beschikbaar per ha, in kg	134	324

## Stikstofbehoefte onverzadigbaar?

In Nederland werd in 1975 in de vorm van kunstmest gemiddeld 208 kg stikstof per hectare gestrooid. Ruim tweederde van de stikstof gaat naar het weidebedrijf, dat in Nederland zeer intensief is. Dit betekent

dat per hectare grasland in 1975 tweemaal zoveel stikstof werd gestrooid als in Denemarken, het land dat in de EG Nederland het dichtst benadert.

~~Het verbruik van kunstmest in 1973/1974 in kg/ha als puur NPK~~

	Ned.	Belg.	BRD	Fr.	It.	Den.	Ierl.	UK	USA
<b>N</b>	196	114	81	55	38	127	27	52	19
<b>P</b>	52	111	68	66	27	53	40	24	11
<b>K</b>	59	128	86	55	15	73	38	23	11

Op proefbedrijven is aangetoond dat de stikstofbemesting op veengrond kan worden opgevoerd tot 250 à 300 kg/ha en op klei- en zandgrond tot 400 à 450 kg/ha. Voor stikstof is er dus vanuit het oogpunt van landbouwproductie geen sprake van een overschot. (Het bezwaar geldt het milieu: men houdt al die stikstof niet in kringloop, want ze lekt weg naar de omgeving.)

## Mestprobleem, meer dan stikstof

Door het accent op de ammoniak te leggen lijkt het mestprobleem opgelost als het stikstofprobleem is opgelost. Dit is allerminst waar. Ook de overmaat aan andere elementen uit de drijfmest is schadelijk. Een te hoge kaliumgift is schadelijk voor gewassen. Een te hoog kaliumgehalte van de grond beperkt namelijk de opname van magnesium door de plant. Dit leidt tot magnesiumgebrek bij planten en tot kopziekte bij runderen (Jansen, 1982).

De totale vraag naar de meststof fosfaat is kleiner dan het aanbod van fosfaat uit dierlijke mest en zuiveringsslib. Door het gewas wordt circa 60 kg/ha opgenomen, maar op sommige percelen wordt meer dan 950 kg per jaar gedumpt. Zelfs als er geen fosfaatkunstmest meer zou worden gestrooid (momenteel ca. 84 kg/ha) en de mest gelijkmatig over heel Nederland zou worden verspreid, is er een overschot van circa 9,4%, als de vraag in Nederland is afgestemd op een optimale gift voor het gewas. (Het bestemmingsadvies van het Consulentenschap voor Bodemaangelegenheden in de Landbouw is maximaal 140 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per hectare per jaar voor weiland en voor granen, 220 kg voor bieten en 240 kg voor aardappelen. Naarmate de bodem een grotere fosfaatvoorraad heeft, wordt geadviseerd minder te strooien. Door overbemesting met fosfaat raakt het bodemcomplex verzadigd. Het fosfaat kan dan gedeeltelijk weglekken. Volgens de Wageningse hoogleraar De Haan zijn er in Nederland tien zandgebieden aan te wijzen waar de situatie binnen tien jaar volledig uit de hand loopt (*de Volkskrant*, 21 april 1983).

### Fosfaat in miljoenen kg in mest in Nederland per jaar

	1960	1980
dierlijke mest	87	172
kunstmest	112	84
<b>totaal</b>	<b>199</b>	<b>256</b>
per hectare	85	128 kg/ha

Het aandeel van de landbouw in de stikstof- en fosfaatverontreiniging van het oppervlaktewater wordt op dit moment geschat op 16,7% respectievelijk 3,3%. Plaatselijk kan dit veel groter zijn en naarmate meer land met fosfaat verzadigd raakt, kan fosfaat een groter aandeel in de verontreiniging hebben. Momenteel wordt ongeveer 180 kg  $P_2O_5$  per hectare per jaar overbemest. Berekeningen met betrekking tot adsorberend vermogen van zandgronden wijzen uit dat hiermee op zandgronden nog ca. 20 jaar kan worden doorgegaan, waarna het bodemcomplex voor de volle 100% verzadigd is (en vervolgens alles doorspoelt).

## Koper

Nederlandse luchtverontreinigende emissies van koper omvatten enige honderdduizenden kilo's. Dit koper zal uiteindelijk op alle bodems neerdalen. De jaarproductie van dierlijke mest voegt daar circa 955000 kilo koper (1979/1980) aan toe. Vooral varkensmest bevat er veel van.

Koper remt de darmflora, zodat niet de bacteriën maar het varken de eiwitten uit het voer kan opnemen. Volgens een richtlijn van de EG is in 1982 het toegestane kopergehalte in varkensvoer van 200 naar 125 mg/kg verlaagd. De Europese Co missie kan de landen jaarlijks een machtiging geven om het kopergehalte te verhogen tot 200 mg/kg.

Hiervan maken vijf landen gebruik. In 1984 was deze machtiging in het parlement nog onderwerp van discussie.

De eigenlijke behoefte aan koper is bij varkens lager dan 5 à 10 mg/kg voer. Verhoging van deze hoeveelheid tot 250 mg/kg voer doet de groei van varkens met 8 à 9% toenemen en de dieren hebben dan circa 4% minder voer nodig.

Het optimale kopergehalte in bouwland en weiland is circa 5 mg/kg luchtdroge grond. Volgens het Consulentenschap voor Bodemaangelegenheden in de Landbouw moet meer dan 20 mg/kg grond worden aangemerkt als gevaarlijk voor schapen. De marge tussen het optimum en schadelijke concentraties is dus smal.

Gebruik van koperhoudende varkensmest in giften van bijvoorbeeld 20 ton/ha kan na circa 150 jaar het kopergehalte vanuit het oogpunt van gewasproductie te hoog doen oplopen. Opname van koper via gras en bodemdeeltjes door vee kan vergiftigingsverschijnselen veroorzaken. Vooral schapen zijn zeer gevoelig voor koper. Voor deze dieren is grasland dat gedurende 8 à 10 jaar met koperhoudende varkensmest is behandeld al gevaarlijk. Koper is ook schadelijk voor regenwormen. Hun graafactiviteiten dragen bij tot de instandhouding van een goede bodemstructuur en zij

spe en een belangrijke rol bij de afbraak van dood materiaal. (Hierdoor wordt bijv. voorkomen dat op de grond van grasland een versti kende viltfaag ontstaat. Wanneer zo'n viltlaag zich eenmaal heeft gevormd, kan de zode gemakkelijk worden losgetrapt.) Onder gunstige omstandigheden zijn regenwormen in staat de bovenste bouwvoor van 20 cm in circa 20 jaar om te woelen.

Regenwormen vormen het bulkvoer voor tal van weidevogels, die via de wormen een aanzienlijke hoeveelheid koper opnemen.

Bij een kopergehalte *van* 15 mg/kg mest is op zandgrond bij een mestgift variërend van 20 tot 100 ton per ha per jaar de eerste drempelwaarde na 3,7 respectievelijk 0,7 jaar bereikt, dwz. dan treden de eerste moeilijkheden in de schapenhouderij op. De gevoeligheid *van* regenwormen is. twee- tot zesmaal (afhankelijk van grondsoort en soort worm) kleiner. Voor regenwormen is de drempelwaarde bij een gift *van* 20 ton per ha per jaar bereikt na 7,2 tot 21 jaar e bij een gift van 100 ton per ha per jaar na 1.4 tot 4,2 jaar. Op veel plaatsen, met name op de zandgronden in zogenaamde overschotgebieden (Gelderland, Limburg, Brabant), is deze drempel al bereikt.

Koper wordt aan het varkensmeel toegevoegd ter verbetering van de voedselbenutting. Het koper remt de darmflora en is in de drijfmest natuurlijk net zo goed dodelijk voor het bodemleven. Op lange termijn vormt koper daarom een ernstige bedreiging voor de landbouw. In de bodem is koper vrij onbeweeglijk. Een hoge of langdurige dosering van varkensmest kan aanleiding geven tot kopervergiftiging van de bodem. Gronden met een hoog kopergehalte blijven jarenlang ongeschikt voor het telen van gewassen.

Niet alleen he bodemleven ondervindt schade. De kopervergiftiging doorloopt de hele voedselketen. Planten nemen het koper op en vormen zo vergiftigd voedsel voor het vee. Schapen zijn er, net als regenwormen, uiterst gevoelig voor en sterven bij een teveel aan koper.

Op dit koperprobleem is zo uitvoerig ingegaan omdat het een bestrijding van de ammoniak- en mestproblematiek met behulp van biogisting in de weg staat. Er valt hierbij een parallel te trekken met het lood in de benzine. Ook het lood in de benzine staat een elegante oplossing van het zure-regenprobleem in de weg. Het is echter onzin om te zoeken naar oplossingen waarbij het gebruik van beide metalen kan worden gecontinueerd, omdat het gebruik op zichzelf al onaanvaardbare milieuconsequenties heeft. (red.: Lood is gelijk mijn voorstel aan het EP uit de benzine gehaald net als zwavel uit de diesel))

## **Ammoniakemissies bij voorrang bestrijden**

Een belangrijk argument om In Nederland en binnen de Europese

Gemeenschap de ammoniakemissies bij voorrang te bestrijden is het grensoverschrijdende karakter van deze luchtverontreiniging. Wanneer na een reductie van 25% van de NO<sub>x</sub>-emissies op Europese schaal, een concentratievermindering van 25% voor NO<sub>x</sub>, en volgproducten optreedt, zal de depositie van stikstof uit de lucht met circa 10% verminderen.

Verlaging met 25% van de NH<sub>3</sub>-emissies op Europese schaal zou kunnen leiden tot een reductie van de gemiddelde stikstofdepositie in Nederland met 15%. Onderdrukking van alle ammoniakemissies, als dat mogelijk was, zou zelfs een vermindering van 60% van de stikstofdepositie geven. Bestrijding van ammoniakemissies is dus effectiever dan bestrijding van de NO<sub>x</sub>-emissies. Uiteraard blijft ook de bestrijding van NO<sub>x</sub>-emissies hoogst noodzakelijk.

## **Het ontoereikend overheidsbeleid**

In de notitie over verzuring aan de Tweede Kamer wijst de minister erop dat een emissievermindering van ammoniak met een factor 3 à 4 noodzakelijk is. Technisch zou echter niet meer mogelijk zijn dan een verlaging met een factor 2 (Tweede Kamer, 18225 nrs. 1-2).

In het Indicatief Meerjarenprogramma Lucht (IMP, 1985-1989; concept) wordt ammoniak voor circa 30% van de verzuring verantwoordelijk geacht. Daarom is voor deze stof een nieuw bestrijdingsbeleid geformuleerd. Dit betekent volgens het IMP dat uitbreiding van de intensieve veehouderij zo veel mogelijk gepaard moet gaan met toepassing van emissiebeperkende technieken. (Elk oplettend lezertje heeft al opgemerkt dat dus voor de betrokken emissies van de bestaande bedrijven geen beleid wordt voorgesteld.) De overheid ziet voor ammoniakbestrijding mogelijkheden in de gesloten opslag van de mest en de filtrering van de ventilatielucht door compostfilters, waarbij een rendement van 95% mogelijk is. Door toepassing van mestinjecties in de bodem zou, op het land een vermindering van de ammoniakverdamping volgens het IMP met 80 à 90% bereikbaar zijn. Omdat nader onderzoek volgens het IMP zal moeten uitwijzen welke emissiebeperkende maatregelen het effectiefst kunnen worden toegepast, zal in de eerstkomende jaren het accent liggen op organisatorische maatregelen teneinde de geproduceerde mest over Nederland te verdelen. De nieuwe meststoffenwet zou daarbij een rol spelen. In het IMP geeft de minister toe dat de toeneming van het mesttransport, als gevolg van die wet, de totale ammoniakemissie naar de lucht niet direct zal doen dalen, maar de emissie wel zal beperken in gebieden waar deze momenteel het hoogst is. Dit nieuwe overheidsbeleid is in grote trekken vergelijkbaar met 'de politiek van de hoge schoor-

stenen' uit de jaren zeventig. In principe wordt er niets opgelost, maar wordt het effect uitgesmeerd. Dit is een zeer ernstige zaak, omdat nu ook de relatief onbelaste gebieden, die dienen als laatste refugia voor kwetsbare organismen, worden bedreigd. De geringe ontlasting van gebieden met hoge ammoniakemissies weegt, wegens een dreigend onomkeerbaar verlies van genenbronnen, niet op tegen dit effect. De emissiebeperkende technieken bij het uitrijden van mest worden in het IMP slechts genoemd. Voor het verplicht stellen van deze technieken, die in bepaalde landen om wille van de efficiëntie van de bemesting al lang worden toegepast, wil het IMP nog geen datum stellen. Eerst zou onderzoek betere technieken moeten opleveren. Bestrijding van de ammoniakemissies van de industrie is mogelijk met behulp van affakkelen en verbranden (waarbij NO<sub>x</sub> wordt geëmitteerd) en met loogwassing of biofiltratie. Wegens het geringe aantal bronnen en de beperkte industriële uitworp wordt in het IMP geen emissienorm voorgesteld.

Resumerend kan worden gesteld dat er geen concreet emissiebeperkend beleid is geformuleerd. Alleen de groei van de emissies door uitbreiding van de intensieve veehoudenij met nieuwe bedrijven zou enigszins worden afgeremd. Er is ook geen enkele termijn gesteld waarbinnen een bepaald beleid geëffectueerd zou moeten zijn. In de eerder genoemde notitie over verzuring aan de Tweede Kamer werd echter wel gesteld dat een emissievermindering met de bovengenoemde maatregelen werd nagestreefd. Elke suggestie die de regering in dit opzicht heeft gedaan kan daarom alleen gezien worden als misleiding van het parlement. Gezien de enorme schade door verzuring, waarvoor ammoniak volgens diezelfde overheid voor circa 30% verantwoordelijk is, en gezien de zorg die de overheid uitdrukkelijk op zich heeft genomen om schadelijke emissies te verminderen en te voorkomen, mag gebrek aan daadkracht volgens sommige juristen worden opgevat als 'een handelen in strijd met hetgeen volgens het ongeschreven recht in het maatschappelijk verkeer betaamt' (Nieuw Burgerlijk Wetboek art. 6.3.1.1.). Dit kan ernstige consequenties hebben, zoals blijkt uit het 1 juridische hoofdstuk in dit boek.



## De strontrace door Nederland

Het probleem van de mestoverschotten is deels een probleem van de kosten van spreading. De drijfmest en ook het vergistingsresidu van een biogasinstallatie zijn door centrifugering te scheiden in een vloeibare en een vaste component. De vaste component bevat in verhouding tot zijn volume een aanzienlijke hoeveelheid nutriënten en is een hoogwaardige meststof. Het volume kan door nacompostering nog worden verkleind.

Door een gedifferentieerd spreidingsbeleid voor de vloeibare en de vaste componenten kunnen de kosten van spreading in de hand worden gehouden. De vloeibare component, |de wegens zijn gewicht en volume alleen tegen hoge kosten kan worden getransporteerd, kan in de overschotregio worden verspreid; de vaste component kan goedkoop over lange afstanden worden vervoerd. De Grontmij heeft zelfs plannen gemaakt om de vloeibare mest via pijpleidingen van de overschotgebieden naar de veenkoloniën te transporteren. (Hierbij mag erop worden gewezen dat een van de plaatsen waar het grondwater al is verzuurd bij het Groningse Sellinger ligt.)

Er bestaat ook de mogelijkheid de dierlijke mest direct te verrijken met die plantenvoedende stoffen die er eigenlijk te weinig in zitten. Op deze wijze worden de kosten van een afzonderlijke verspreiding van kunstmeststoffen over het land bespaard.

De vervuiling door ammoniak is het hoogst in de provincies met een mestoverschot. Velen zien de oplossing voor het ammoniakprobleem uitsluitend in een betere spreading van de mest over heel Nederland. Dit heeft als nevenvoordelen dat de overbesteding door fosfaat wordt beperkt en dat in gebieden met te weinig mest minder kunstmest hoeft te worden aangeschaft.

Spreading van de mest geeft misschien wel een energiebesparing omdat minder kunstmest hoeft te worden geproduceerd, maar spreading kost ook benzine. Het Milieukundig Studiecentrum van de Rijksuniversiteit te Groningen heeft onder de titel *Een nieuwe strontrace door Nederland* alle voor- en nadelen eens op een rij gezet (Bruins.1983). De milieuvoordelen in verband met overbesteding bleken positief en het totale energieverbruik zou dalen met ongeveer 8000000000000 gigajoule. Per saldo zou er door het toegenomen vervoer vooral een stijging zijn van de uitworpvand stikstof, maar een daling van de luchtvervuiling door de verminderde kunstmestproductie. Mestspreading zou verder 500 arbeidsplaatsen scheppen. De totale kosten om de mest kwijt te raken zouden door een betere spreading nauwelijks worden beïnvloed. De financiële besparing op kunstmest wordt teniet gedaan door de hogere vervoerskosten.