

Hoge kunstmestbemesting en bodemvruchtbaarheid

C. M. J. SLUIJSMANS*

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB), Haren (Gr.)

High fertilizer dressings and soil fertility

An essay on the consequences of high fertilizer dressings for the physical, microbiological and chemical state of the soil.

Er zullen geen deskundigen te vinden zijn, die over de komst van de kunstmest, nu meer dan honderd jaar geleden, uitsluitend negatief oordelen. Aan niemand van hen is ontgaan dat de kunstmest een zegen geweest is en nog is, zowel economisch voor de boer als uit een oogpunt van voedselvoorziening voor de steeds groeiende bevolking. Maar het valt niet te ontkennen dat er in toenemende mate bezwaren tegen het gebruik worden gehoord, ook van mensen aan wie op grond van hun opleiding een bevoegdheid tot oordelen niet a priori mag worden ontzegd. In hun uitspraken klinkt bezorgdheid door over de betekenis van kunstmest voor de gezondheid van

het voedsel van mens en dier, voor de zuiverheid van grond- en oppervlaktewater of voor de vruchtbaarheid van de grond. Uitsluitend op het laatstgenoemde onderwerp zal hier nader worden ingegaan.

Het integrale begrip 'bodemvruchtbaarheid' is ter wille van de overzichtelijkheid opgedeeld in zijn fysische, biologische en chemische bouwstenen, die in die volgorde in hun reactie op kunstmest aan de orde komen. Daarbij wordt de nadruk gelegd op de betekenis van *hoge* giften, omdat juist daartegen de meeste bezwaren zijn gericht. Uit tabel 1 volgt dat in deze beschouwing in het

* Ir. C. M. J. Sluijsmans is directeur van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren (Gr.). Dit artikel is gebaseerd op zijn voordracht van 3 mei jl. in de door Koninklijk Genootschap voor Landbouwwetenschap en Nederlands Instituut van Landbouwkundig Ingenieurs georganiseerde lezingencyclus 'De moderne landbouw en de gezondheid van mens, plant en dier'.

Tabel 1 Kunstmestgebruik in Nederland in kg per ha cultuurgrond volgens De la Lande Cremer (6)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1938/39	42	46	51
1968/69	152	47	56

bijzonder stikstof naar voren moet komen. Alleen het gebruik van stikstof is, in tegenstelling tot dat van kunstmestfosfaat en -kali, in de laatste decennia belangrijk toegenomen.

Kunstmest en de fysische toestand van de grond

De structuur van de grond kan op directe en op indirecte wijze door kunstmest worden beïnvloed (2). De directe invloed hangt samen met de wijze waarop de meststoffen de samenstelling van het uitwisselingscomplex en de concentratie van kationen in de bodemoplossing wijzigen; de indirecte invloed vindt plaats via effecten op de plantengroei. De eerste groep is voornamelijk van belang voor kleigronden, de tweede ook voor andere grondsoorten. Voortdurend zware bemesting van kleigrond met K- en Na-zouten kan het percentage K en Na in het uitwisselingscomplex doen toenemen en via peptisatie van de kleideeltjes een slechte structuur veroorzaken. Door toepassing van Ca-zouten is de schade te herstellen.

Het effect van stikstofmeststoffen zal in het algemeen indirect zijn. Er kan worden gedacht aan een invloed via wijzigingen in de bovengrondse groei, met consequenties voor de bodemdekking en voor de hoeveelheid organisch materiaal die na de oogst op het land achterblijft en bijdraagt tot het voor de structuur zo belangrijke humusgehalte van de grond. Er kan daarnaast worden gedacht aan een effect van de stikstofbemesting op de wortelontwikkeling, die zuiver mechanisch of ook weer als bijdrage aan de humusvorming van belang is.

Bouwland. In verslagen van eenjarige stikstofproefvelden op bouwland worden slechts zelden waarnemingen over de structuur van de grond vermeld. Zo er al een invloed is, is die kennelijk niet erg opvallend. Een duidelijke uit-

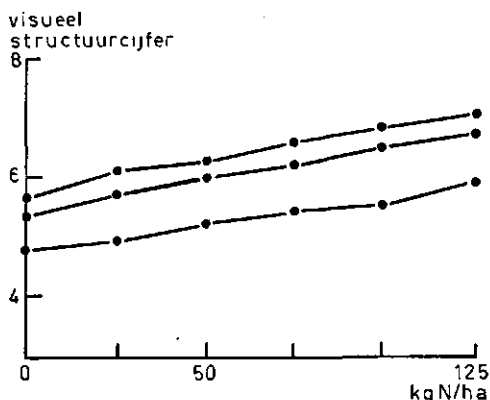


Fig. 1 Invloed van stikstofbemesting op de bodemstructuur op een serie proefvelden op drie lósstypen (10)

zondering wordt afgebeeld in fig. 1, die het resultaat geeft van een visuele structuurbeoordeling van een serie van 38 eenjarige proefvelden met haver op lössgrond in Beieren (10). De auteur schrijft het gunstige effect van de toenemende giften kalkammonsalpeter toe aan een betere bodembedekking en/of een gewijzigde doorworteling van de grond. In tegenstelling hiermee komt de hoge stikstofbemesting ongunstig naar voren in een nog niet gepubliceerd onderzoek van Dilz, die in een regenapparaat het grondvasthoudend vermogen naging van wortels van een grasgroenbemester, afkomstig van een proefveld met gevarieerde N-giften (fig. 2). Met het geringere grondvasthoudend vermogen van de wortels van het hoogst bemeste object ging een grotere gevoeligheid voor verslemping van de omgeploegde grond gepaard.

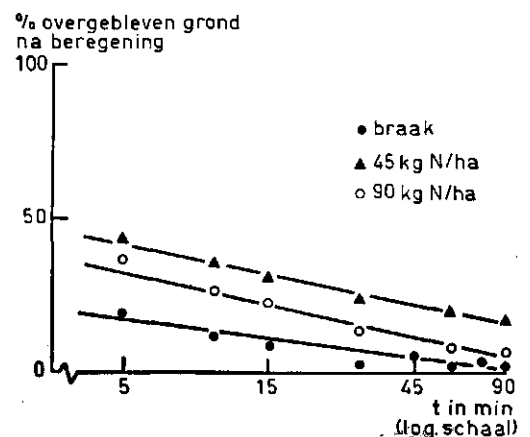


Fig. 2 Invloed van gewas en stikstofbemesting op de weerstand van een grondmonster tegen beregening (Dilz, ongepubliceerde gegevens)

Misschien zou men op meerjarige proeven door cumulatie van kleine jaarlijkse effecten op de duur spectaculaire verschillen onder invloed van stikstofbemesting kunnen verwachten. Zo zouden verschillen in beworteling op de duur tot verschillen in humusgehalte kunnen leiden. Op stikstofarme grond zal bemesting tot een vergroting van de wortelmasse voeren, zij het slechts tot een bepaalde optimale gift. Niet zelden is waargenomen dat deze wat lager ligt dan de optimale gift voor het bovengrondse deel van de plant. Dat zou betekenen dat met de N-giften die op een maximale bovengrondse productie zijn gericht, via de wortels minder organisch materiaal aan de grond ten goede komt dan bij wat lagere giften. Daar staat echter tegenover, dat door de betere bovengrondse ontwikkeling ook meer oogstresten achterblijven. Al met al behoeft langs deze weg geen nadelig effect van betekenis te worden verwacht. In elk

geval werd in onze proeven op de Dr. H. J. Lovinkhoeve in de Noordoostpolder, waar sinds de oorlog bepaalde veldjes geen N krijgen en andere steeds matige tot hoge giften (tot bijna 150 kg/ha voor granen en 300 voor rooivruchten), tot dusver geen nadelige invloed op het humusgehalte gevonden.

Grasland. Veel sterker dan op bouwland is in de laatste decennia de toepassing van kunstmeststikstof op grasland toegenomen. Over de betekenis hiervan voor de structuur van de grond staan enige gegevens ter beschikking. Op enkele percelen van het bekende, sinds jaren intensief gevoerde bedrijf van P. B. de Boer te Stiens zijn in 1960 metingen aan de structuur gedaan. In de daaraan voorafgaande tien jaar gaf De Boer gemiddeld 325 kg N/ha, terwijl op twee overigens vergelijkbare buurpercelen minder dan 100 kg N per jaar werd gegeven. De metingen gaven het in tabel 2 vermelde resultaat. Op de zwaar bemeste percelen van De Boer liggen poriën-, lucht- en vochtvolume hoger, hetgeen uit een oogpunt van grasproductie als gunstig moet worden beschouwd. Vanzelfsprekend behoeft deze invloed niet of niet alleen het gevolg te zijn van de hogere kunstmestgiften, maar kan ze ook samenhangen met de veel zwaardere organische bemesting, die dank zij de hogere veebezetting op het bedrijf van De Boer mogelijk is.

Misschien is de verbetering van de porositeit van de grond niet in alle opzichten gunstig. Met afnemende dichtheid mag men een toenemende gevoeligheid voor vertrapping verwachten. Inderdaad blijken hoge giften kunstmeststikstof, ook zonder een verstrengeling met zwaardere organische bemesting, de draagkracht van het grasland ongunstig te beïnvloeden (1). Gemiddeld over 24 proefvelden, aangelegd omstreeks 1964, vonden Altena en Hyink de cijfers van tabel 3. Met toenemende N-bemesting verminderde de draagkracht, en wel sterker naarmate ze langer werd voortgezet. Zoals vermeld kan dit effect berusten op een toegenomen poriënvolume, maar men kan ook denken aan de door Dilz gesignaleerde invloed op het grondvasthoudend vermogen van de wortels. Volgens van de proefleider verkregen

Tabel 2 Enkele fysische metingen (in vol. %) op graslandpercelen (laag 0-10 cm) van P. B. de Boer te Stiens en aansluitende buurpercelen

	Poriënvolume	Luchtvolume	Vochtvolume
7 De Boer	58,9	14,1	44,8
7a buurperceel	56,5	13,1	43,4
4 De Boer	60,2	15,9	44,3
4a buurperceel	53,9	10,0	43,9

Tabel 3 Gemiddeld draagkrachtverlies ten opzichte van 0 N in kg/cm² op een serie meerjarige stikstofproefvelden op grasland

	0 N (absoluut)	100 N	400 N
1966	6,4	— 0,1	— 0,7
1968	5,5	— 0,2	— 1,1
1970	7,2	— 0,4	— 1,2

mondelinge informatie is het onwaarschijnlijk dat men te maken heeft met een effect via eventuele verschillen in botanische samenstelling, aangezien deze gering waren.

Het verlies aan draagkracht zou een reden kunnen zijn voor enige soberheid met de toepassing van stikstof. Anderzijds moet natuurlijk wel worden bedacht dat de draagkracht niet alleen door de N-bemesting, maar ook en wellicht veel sterker door de vochtthoudding van de grond wordt bepaald. Bij onvoldoende draagkrachtig grasland zullen dus ook zeker maatregelen in die richting moeten worden overwogen.

Kunstmest en de biologische toestand van de grond

Toevoer van organische stof zal in het algemeen leiden tot een versterkte bodembioologische activiteit. Daarom mag van een organische bemesting een sterkere stimulering van het bodemleven worden verwacht dan van een, uit plantevoedingsoogpunt gelijkwaardige, kunstmestgift. Dit betrekkelijke nadeel van kunstmest wordt in dit artikel niet behandeld.

Het is denkbaar dat hoge kunstmestgiften voor de micro-organismen schadelijk zijn door een te hoge zoutconcentratie van de bodemoplossing, al is die dan ook maar van tijdelijke aard. Zeer waarschijnlijk is dit niet, immers het feit dat een normale voedingsbouillon voor bacteriën onder meer 5 g NaCl/l bevat, wijst al op een grote resistentie tegen zout. Alleen al door dit keukenzout heeft de bouillon een osmotische activiteit die ongeveer zesmaal zo groot is als die van een Hoogland-voedingsoplossing voor planten. De genoemde concentratie van 5 g NaCl/l wordt voor de meeste landbouwgewassen dan ook te hoog geacht. Voorts weten wij uit het onderzoek dat gekoppeld werd aan de overstromingen in het Zuidwesten vlak voor en in de oorlog, dat een enige maanden durende inundatie met brak water verrassend weinig schade aan de microflora te weeg brengt en dat zelfs de schade door zout water meevalt (3). De zoutconcentraties die hierbij optreden, zijn vele malen groter en hebben een veel langere inwerkingsduur dan bij gebruik van hoge kunstmestgiften het geval is.

Valt er dus op grond van hoge zoutconcentraties weinig schade aan de microflora te verwachten, dan wil dat nog niet zeggen dat zware kunstmest-doseringen zonder meer acceptabel zijn. Het is denkbaar dat zij langs andere weg de activiteit van het bodemleven beïnvloeden. Hierover is — zij het niet per bacteriesoort maar wel voor de groep van organische-stof-afbrekende organismen als geheel — een indruk te krijgen door na te gaan hoe gevarieerde hoeveelheden stikstof, toegediend aan te incuberen grondmonsters, tijdens de incubatie de produktie van koolzuurgas of minerale stikstof beïnvloeden. Er is hierbij een onderscheid te maken tussen grondmonsters waaraan gemakkelijk aantastbaar N-arm organisch materiaal werd toegevoegd, en monsters waar dat niet het geval was.

Als N-arm organisch materiaal voegde Nommik (7) 1 g stro per 100 g droge grond toe, als N-meststof calciumnitraat. Incubatie bij 24°C gaf het in fig. 3 afgebeelde resultaat. Hieruit blijkt dat de biologische activiteit, gemeten aan de CO₂-produktie, aanvankelijk tot de hoogste N-trap duidelijk werd gestimuleerd, waarna ze in de latere fase van de incubatie tot beneden die van het 0-object daalde. Deze recessie hoeft niet op een ongunstig effect van de hoge giften te wijzen. Nommik veronderstelt dat bij de hoge giften de gemakkelijkst aantastbare fractie van het stro het eerst is uitgeput en dat voor de afbraak van het resterende deel minder stikstof nodig is. Bij het beëindigen van de proef was bij hoog N in totaal iets minder CO₂ geproduceerd dan bij laag N. Dat moet betekenen dat bij de hoge giften iets meer organisch materiaal in de vorm van dode

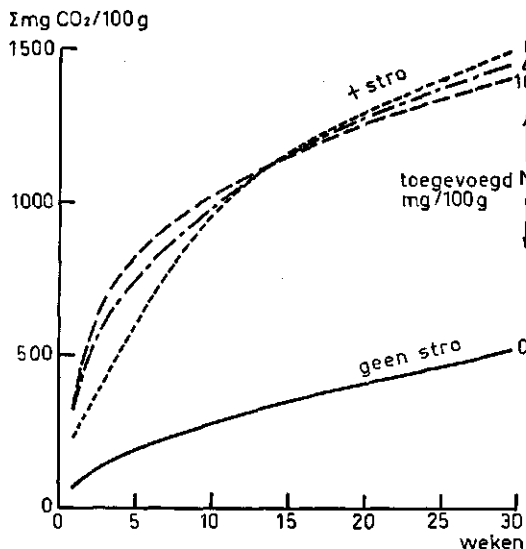


Fig. 3 Invloed van toevoeging van stro in combinatie met stikstofgiften op de CO₂-produktie van de grond in een incubatieproef (7)

organische stof en/of levende biomassa over is.

De in fig. 3 afgebeelde tendensen worden vaak waargenomen en lijken het normale beeld te representeren. Als voorbeeld van een afwijkend resultaat moge een onderzoek van Zöttl (12) worden genoemd. Aan een bosgrondhumus met een pH van 2,7 en zonder nitrificerende eigenschappen werd ammoniumnitraat toegevoegd. De als gevolg daarvan optredende reductie van de CO₂-produktie schrijft hij toe aan een toxisch effect van de nitraatcomponent op specifieke bewoners van de 'Rohhumus', die niet zijn aangepast aan de aanwezigheid van nitraat en die hij onder de schimmelflora zoekt. Op wel nitrificerende boshumus zou het nadelige effect zich niet voordoen. Voor instandhouding van de microbenpopulatie van de zure humus lijkt toepassing van nitraten dus onjuist. Op de gewone land- en tuinbouwgronden zal men niet met dit verschijnsel worden geconfronteerd.

In het voorgaande is de invloed van stikstof in aanwezigheid van gemakkelijk aantastbaar N-arm organisch materiaal besproken en als doorgaans positief gekwalificeerd.

Indien dergelijk materiaal niet aanwezig is, zal in incubatieproeven de mineralisatie van de aanwezige organische stof ('humus') onder meer resulteren in het ontstaan van minerale stikstof. Het blijkt dat toevoeging van kunstmest-N op de snelheid van de produktie van deze minerale stikstof geen invloed heeft. De helling van de 'mineralisatie-lijnen' is bij laag en hoog N in fig. 4, afkomstig van Van Schreven (11), gelijk.

Bij de tot hier toe besproken onderzoeken zijn de N-giften bij de incubatie toegepast, dus eenmalig. Verondersteld zou kunnen worden dat lang voortgezette verschillen in bemesting leiden tot grotere verschillen in biologische activiteit van de grond. Uit niet gepubliceerd onderzoek van Dilz en Houwers blijkt dat men hiervan geen grote verwachtingen moet hebben. In grondmonsters van een kunstweide van Engels raaigras waar jaarlijks gemiddeld drie keer 0, 40, 80, 120 en 200 kg N/ha werd gegeven, werd na vijf jaar in een incubatieproef de CO₂-produktie gemeten. Bovendien werden bij twee objecten tellingen van het aantal micro-organismen verricht (tabel 4). De CO₂-produktie geeft vrijwel geen effect van de bemesting te zien; het aantal levende micro-organismen is bij de hoogste N-trap tweemaal zo hoog als bij 0 N.

In discussies over de invloed van kunstmest op het bodemleven zullen allicht ook de organismen die in staat zijn stikstof uit de lucht te binden, ter sprake komen. Interessant hierbij zijn vooral de *Rhizobium*-soorten, die via een symbiose met vlinderbloemige planten deze van stikstof kunnen voorzien. De vraag kan worden gesteld, of deze

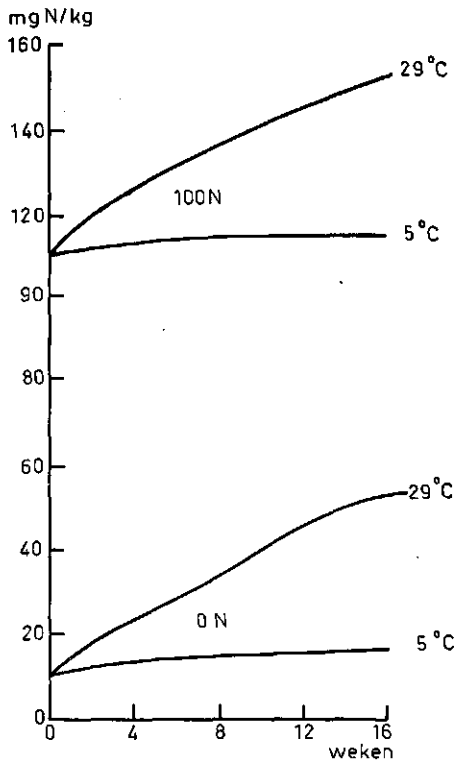


Fig. 4 Invloed van 100 mg N per kg grond, toegediend als NaNO_3 , op de stikstofmineralisatie van een zware kalkrijke zwavelgrond in een incubatieproef bij twee temperaturen (11)

Tabel 4 Invloed van toegediende N-hoeveelheden op de bij incubatie gemeten CO_2 -productie en op het aantal micro-organismen in grond van een vijf jaar oude kunstweide

N (kg/ha/jaar)	CO_2 (mg/100 g)	Micro-organismen (aantal in 10^6 /g)
0	92	2,4
120	103	—
240	106	—
360	99	—
600	110	4,6

organismen, die veelvuldig in onze cultuurgronden worden aangetroffen, door jarenlange toepassing van kunstmest in hun voorkomen worden geschaad.

Tabel 5 geeft de resultaten van een proef op jonge veenkoloniale grond, waar tenminste tien jaar voor de in 1962 geteelde erwten geen vlinderbloemige had gestaan en waar in die periode jaarlijks gemiddeld 150 kg N/ha als kunstmest was gegeven. Op de objecten met pH 5,1 ontwikkelden de wortelknolletjes zich goed en vertoonde het gewas ook bij 0 N een goede kleur. Daaruit, en uit de

Tabel 5 Opbrengst van erwten in kg/ha op Pr 119 in 1962 bij twee pH-KCl waarden

kg N/ha	pH 4,0	pH 5,1
0	26	52
30	44	57
60	53	50
90	58	63

geringe invloed van de kunstmest op de opbrengst bij deze pH, mag worden afgeleid dat de populatie aan *Rhizobium* in deze grond nog altijd voldoende was voor een bevredigende N-voorziening. Bij lage pH was dat niet het geval of kwam in elk geval de symbiose niet tot stand en moest de kunstmest voor vervanging zorgen.

De meeste landbouwkundigen zal bekend zijn dat hoge N-giften aan het vlinderbloemige gewas zelf het ontstaan van wortelknolletjes onderdrukken, in tegenstelling met kleine giften, die vaak nog wel stimulerend werken. Het eerste behoeft nog niet direct nadelig te zijn voor de kg-opbrengst van het gewas, omdat de kunstmest-N in staat is de rol van de symbiose over te nemen. Het betekent evenwel dat telers die hoge N-doses op vlinderbloemigen toepassen, de kans lopen zichzelf schade te doen doordat zij de kunstmest wel en de symbiotisch gebonden stikstof niet hoeven te betalen, en bovendien dat zij een minder stikstofrijke stoppel overhouden na de oogst.

Kunstmest en de chemische toestand van de grond

De bemestingstoestand van een grond wordt onder meer bepaald door het niveau van de giften die in het verleden zijn toegepast. Stapt men van een laag regime over op een hoger niveau, dan zal zich vrijwel zeker een meetbaar, permanent hoger bemestingsniveau van de grond instellen. Dat geldt althans voor fosfaat, kali, kalk, magnesium en vermoedelijk ook voor vele sporelementen. In veel mindere mate geldt dat voor stikstof, omdat dit element in onze normale cultuurgrond – voor zover afkomstig van een toediening van kunstmest – doorgaans als nitraat voorkomt en in die vorm niet door de grond wordt vastgehouden. Uit onderzoek van Van der Pauw en Ris (8) is gebleken dat de nawerking van in het vorige jaar toegediende kunstmeststikstof slechts ongeveer 6 % bedraagt van de werking van een overeenkomstige verse gift. De grootte van de nawerking is afhankelijk van de regenval in de voorafgaande winter. In landen met een droge winter kan de nawerking daarom veel groter zijn dan bij ons en kan een voortgezette hoge stikstofbemesting dus

ook tot een permanent hogere stikstoftoestand van de grond leiden dan bij een lagere bemesting het geval is.

Natuurlijk is het denkbaar dat verhoging van de bemesting een toeneming van de beworteling en van de oogstresten tot gevolg heeft, resulterend in een hoger humusgehalte en een daaraan gekoppeld hoger gehalte aan organisch gebonden stikstof. Eerder in dit artikel is al gesteld dat langs deze weg geen grote verschillen worden verwacht. Op het al genoemde proefveld op de Dr. Lovinkhoeve met in de oorlog ingevoerde N-trappen (0 tot ca. 150 kg N/ha als kunstmest voor granen en 0 tot ca. 300 kg voor rooivruchten), werd in de laatste jaren bij deze giften eenzelfde gehalte aan totaal-N in de bouwvoor gevonden.

Op weidebedrijven, waar door hogere kunstmestgiften een hogere veebezetting mogelijk is en daardoor meer organische mest op het land wordt gebracht, zal op de duur een hogere stikstoftoestand van de grond ontstaan dan op meer extensief gevoerde bedrijven. Pieters (9) vermeldt voor het bedrijf van De Boer in Stiens stikstofgehalten van 0,6 % en voor enkele aangrenzende percelen van 0,4 %. Het is duidelijk en was ook te verwachten dat de organische bemesting de grond in dit opzicht op een hoger vruchtbaarheidsniveau brengt.

De laatste jaren is er een nieuw element gekomen in de discussie rond het gebruik van kunstmest, en wel de rol die kunstmest speelt in de vervuiling van oppervlaktewater. Met hoge giften zou de kans op uitspoeling en daardoor op de eutrofiëring van het water groter zijn, met nadelige gevolgen voor de kwaliteit.

Kolenbrander (5) geeft over dit punt de informatie van tabel 6. De gegeven cijfers gelden voor een gemiddelde bemesting van 90 kg N/ha als kunstmest en 100 kg N/ha als organische mest op bouwland en van 200 kg N/ha als kunstmest en 100 kg N/ha als organische mest op grasland.

Volgens deze getallen komt van de ruim 150 kg N, die gemiddeld per ha cultuurland in de vorm van kunstmest wordt toegediend, slechts 6 kg in het drainwater terecht. Het overgrote deel van de uitgespoelde stikstof is afkomstig van minerale stikstof die door biologische afbraak uit de humus vrijkomt en die hier op 21 kg per ha wordt berekend.

Tabel 6 Uitspoeling van N in kg/ha/jaar in Nederland

	Bouwland	Grasland	Cultuurland
onbemest	41	7	21
kunstmest	12	2	6
org. mest	5	4	5

Voorts blijkt uit de tabel dat de uitspoeling op grasland belangrijk lager is dan op bouwland, ondanks de hogere kunstmestbemesting. Van een toenemend stikstofgebruik als gevolg van omzetting van bouwland in grasland behoeft dus geen ongunstige invloed op de watervervuiling te worden verwacht; van de omzetting als zodanig gaat een gunstige invloed uit.

Iets anders is, dat op de intensief gevoerde weidebedrijven meer mest wordt geproduceerd, die bij aanwending in najaar en winter een deel van de stikstof zal verliezen door uitspoeling.

Naast stikstof wordt in het bijzonder de verrijking van het oppervlaktewater met fosfaat schadelijk geacht. Per ha cultuurland kan het jaarlijkse verlies op onze zand- en kleigronden volgens Kolenbrander (5) op 0,6 kg P_2O_5 gesteld worden en Henkens (4) komt voor de meeste grondsoorten tot eenzelfde grootte-orde. Deze bijdragen aan de fosfaatrijkdom van het water zijn in vergelijking met andere bronnen — waaronder vooral het rioolwater belangrijk is — gering. Aan deze resultaten van onderzoek mag men evenwel niet de conclusie verbinden zonder gevaar voor uitspoeling tot ongelimiteerde fosfaatgiften te mogen gaan. Er zijn aanwijzingen dat bij giften die uitgaan boven de jaarlijks door de gewassen onttrokken hoeveelheid, op den duur toch wel uitspoeling van betekenis zal optreden. Dat zal minder bij het normale gebruik van de grond het geval zijn als wel bij het gebruik van de grond als 'dumpplaats' voor overtollige mesthoeveelheden. Zolang het nog niet mogelijk is aan te geven in welke mate het fosfaat uit deze mest door de verschillende grondsoorten wordt vastgelegd en hoeveel jaar het duurt eer de grond niet meer in staat is het aangeboden fosfaat vast te houden, is voorzichtigheid geboden.

Samenvatting

In het voorgaande wordt een beschouwing gegeven over de betekenis van hoge kunstmestgiften voor de fysische, microbiologische en chemische toestand van de grond. Het accent valt op kunstmeststikstof, omdat alleen deze meststof in de laatste decennia in gebruik is toegenomen.

Van verhoging van de stikstofbemesting op bouwland is op korte noch op lange termijn veel invloed op de structuur te verwachten, al zijn enkele met name genoemde uitzonderingen bekend. Op grasland leidt de verhoging via de toenemende veebezetting tot een vergrote aanvoer van organische stof en daardoor tot een vergroting van het poriënvolume van de grond. Anderzijds moet voor een verlies aan draagkracht worden gevreesd.

De door hoge bemesting veroorzaakte zoutconcentratie in de bodemoplossing wordt niet schadelijk geacht voor de micro-organismen. Ook in ander opzicht is geen schade gevonden, eerder is zelfs een stimulerende werking geconstateerd. Een bekende uitzondering is de terugdringing van de symbiose tussen *Rhizobium* en vlinderbloemigen door hoge stikstofgiften. In zeer zure bodemmilieus waar van nature geen nitraat voorkomt, is door toediening van deze stikstofvorm schade aan de microbenpopulatie geconstateerd.

Door de hoge stikstofgiften wordt de stikstoftoestand van de grond nauwelijks op een permanent hoger niveau gebracht. Op grasland, waar met de toediening van meer kunstmest een grotere aanvoer van organische mest gepaard gaat, is dat wel het geval. Het stijgende gebruik van stikstof, dat grotendeels voortvloeit uit een omzetting van bouwland in grasland, leidt niet rechtstreeks tot een grotere uitspoeling en verrijking van het oppervlaktewater met stikstof, doch mogelijk wel indirect door een ontijdige aanwending van de meer geproduceerde mest. Bij toepassing van grote hoeveelheden organische mest is uit een oogpunt van stikstof- en fosfaatuitspoeling voorzichtigheid geboden.

Literatuur

- 1 Altena, H. J. & Hyink, J. W. F.: Enkele factoren die van invloed zijn op de draagkracht van grasland. *Bedrijfsontwikkeling, ed. Veehouderij* 2 (1971) 9: 55—58.
- 2 Boekel, P. & Peerlkamp, P. K.: Die Wirkung von

- Düngemitteln auf Bodenstruktur und Bodenlebewelt. A. The effects of organic and inorganic dressings upon soil structure. In: *Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung, Band II: Boden und Düngemittel*. Springer, Wien-New York 1968, p. 1703—1715.
- 3 Harmsen, G. W.: Ist Schädigung der Bodenmikroflora durch Seewasserüberschwemmungen die Ursache hartnäckiger Störungen der Struktur des Bodens? *Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene* 124 (1970) 3/4: 369—375.
- 4 Henkens, C. H.: Kunstmesttoediening en watervervuiling. *Stikstof* 6 (1971) 69: 343—346.
- 5 Kolenbrander, G. J.: De eutrofiëring van oppervlaktewater door de landbouw en de stedelijke bevolking. *Stikstof* 6 (1971) 384—395.
- 6 Lande Cremer, L. C. N. de Ja: De produktie aan stikstof, fosforzuur en kali door de Nederlandse veestapel gedurende de stalperiode. *Jaarverslag 1970 Instituut voor Bodemvruchtbaarheid* (1971) 38—45.
- 7 Nommik, H.: Mineral nitrogen immobilization and carbon dioxide production during decomposition of wheat straw in soil as influenced by temperature. *Acta Agriculturae Scandinavica* 12 (1962) 81—94.
- 8 Paauw, F. van der & Ris, J.: Nawerking van een bemesting met stikstof. *Landbouwvoorlichting* 20 (1963) 3: 149—154.
- 9 Pieters, J. H.: Oriënterend onderzoek naar de gevoeligheid voor droogte op het bedrijf van de heer P. B. de Boer te Stiens. *Rapport Instituut voor Bodemvruchtbaarheid* (1961) 7, 10 pag.
- 10 Schmid, G.: Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Strukturverhältnisse der Lössböden verschiedener Typen und Reaktionen in Südbayern. *Bayer. Landwirtschaftl. Jahrbuch* 36 (1959) 634—639.
- 11 Schreven, D. A. van: Proefnemingen in verband met stikstofmineralisatie in grond. *Van Zee tot Land* (1958) 26: 26—52.
- 12 Zöttl, H.: Dynamik der Stickstoffmineralisation im organischen Waldbodenmaterial. II. Einfluss des Stickstoffgehaltes auf die Mineralstickstoff-Nachlieferung. *Plant and Soil* 13 (1960) 3: 183—206.