

Nawerking van een bemesting met stikstof

Dr. F. VAN DER PAAUW en J. RIS

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen

Inleiding

Sommige meststoffen werken na op het volgende gewas. Dit is het best bekend bij fosfaatmeststoffen. Slechts een gedeelte wordt opgenomen; de rest is voor de volgende gewassen beschikbaar en draagt bij tot verbetering van de vruchtbaarheid van de grond. Van de toegediende stikstof wordt gewoonlijk slechts ruim de helft in de oogstprodukten opgenomen. Een nawerking is dus mogelijk. In de literatuur wordt vermeld dat deze gemiddeld 25% van de werking van een vers toegediende bemesting kan bedragen. Deze opgave heeft betrekking op de Amerikaanse staat Iowa, waar de winters droger zijn dan bij ons. De nawerking zal in Nederland vermoedelijk geringer zijn, omdat de uitspoeling groter is. Behalve met *verlies door uitspoeling*, moet ook met *vastlegging van stikstof in organische vorm* en *verlies door denitrificatie* worden gerekend.

Uit waarnemingen over verplaatsing van stikstof in het bodemprofiel en door vergelijking van de stikstofbehoefte van de gewassen na winters met uiteenlopende hoeveelheden neerslag is gebleken, dat de stikstof die in opgeloste vorm in het voorjaar in de grond aanwezig is, in sommige jaren van grote betekenis kan zijn. Dit werd bevestigd in proeven waarbij een deel van de in de winter gevallen neerslag werd onderschept door afdekking met glas. De hierna op wel en op niet afgedekte grond verbouwde gewassen vertoonden belangrijke verschillen in stikstofbehoefte.

Vermoedelijk heeft ook de stikstof die van een vorige bemesting was overgebleven, bijgedragen tot de vorming van deze opgeloste bodemvoorraad. Het is daarom van belang de vraag te stellen hoe groot deze nawerking in ons vrij vochtige klimaat nog kan zijn en in welke mate deze afhankelijk is van de regenval in de winter en van de verbouwde gewassen.

Proefvelden

Een aantal meerjarige stikstofhoeveelheden-proefvelden, waarvan de meeste op proefboerderijen op verschillende plaatsen in ons land liggen, heeft de gegevens voor dit onderzoek geleverd. Op deze proefvelden worden jaarlijks dezelfde drie gewassen in vruchtwisseling verbouwd. Veldjes die in een bepaald jaar met gelijke hoeveelheden stikstof zijn bemest, zijn in het voorafgaande jaar ongelijk bemest. Door deze roulering worden cumulatieve effecten vermeden en kan de nawerking vergeleken worden met de werking van de verse meststof.

Het zijn de volgende proefvelden:

Proefveld	Aanvang	Grondsoort	Plaats	Vruchtwisseling
Pr 934	1947	Oude dalgrond	Borg. comp. (Gr.)	aard.-rogge-haver*
Pr 935	1947	Nieuwe dalgrond	Emmercomp. (Dr.)	idem*
PO 470	1954	Esgrond	Heino (Ov.)	idem
Pr 1521	1954	Lichte zavel	Hornhuizen (Gr.)	aard.-tarwe-haver
Z 1795	1954**	Zavel	Wilhelminadorp (Z.)	idem
CI 1605	1954	Rivierklei	Randwijk (Gld.)	idem
NNH 1806	1955	Zavel	Wieringerwerf (NHL.)	idem
IB 25	1957	Leemgrond	Ottersum (L.)	idem

* Tot 1953 alleen aardappelen en rogge. **Beëindigd in 1960.

Op PO 470 worden na de rogge voederknollen voor groenbemesting verbouwd. Met haver zijn daardoor geen vergelijkbare resultaten verkregen, zodat deze buiten beschouwing blijven.

Resultaten

De nawerking is vastgesteld door vergelijking met de werking van verse meststof en wordt uitgedrukt in procenten daarvan. Betrouwbare resultaten zijn verkregen dank zij het grote aantal waarnemingen. De afzonderlijke uitkomsten zijn onnauwkeurig, daar de nawerking meestal gering is. De beste uitkomsten zijn verkregen met rogge en tarwe die na aardappelen werden verbouwd, daar bij deze voorvrucht de toegepaste stikstofhoeveelheden het meest uiteenlopen en beide gewassen sterk op stikstof reageren. Het minst nauwkeurig zijn de na haver verkregen uitkomsten met aardappelen, die per kg toegediende stikstof het zwakst reageren. Bovendien liepen de stikstofgiften bij haver het minst uiteen.

Nawerking per gewas

De gemiddelde nawerking in procenten van de werking van vers toegediende stikstof voor alle gewassen tesamen en voor elk gewas afzonderlijk, wordt vermeld in tabel 1. Om duidelijk te maken welke betekenis aan het resultaat toekomt, zijn vermeld het aantal proefoogsten waarover gemiddeld is, de middelbare fout van het gemiddeld resultaat en de overschrijdingskans P. Zoals bekend geeft dit laatste cijfer de kans aan volgens welke het resultaat door toeval zou kunnen zijn ontstaan. Zo betekent $P = 0,10$ dat deze kans 10% bedraagt. Gewoonlijk wordt een resultaat vaststaand genoemd als $P = 0,05-0,01$, zeer vaststaand als $P = 0,01-0,001$ en in hoge mate vaststaand als $P = 0,001$ of kleiner.

Het gemiddelde van de resultaten die verkregen zijn met alle gewassen, toont met zekerheid aan dat de in het vorige jaar gegeven stikstof heeft nagewerkt. De nawerking (5,6%) is echter niet zeer groot.

NAWERKING VAN EEN BEMESTING MET STIKSTOF

TABEL 1. Nawerking van stikstof per gewas

Gewas	Aantal proefoogsten	Nawerking in % met middelbare fout	P
Alle gewassen	162	5,6 ± 1,32	<0,001
Rogge	29	4,5 ± 0,97	<0,001
Tarwe	34	8,5 ± 2,34	0,001
Haver	40	4,5 ± 2,33	0,06
Id. (zand)	12	5,5 ± 2,23	0,02
Id. (klei)	28	4,1 ± 3,21	0,20
Aardappelen	59	5,7 ± 3,02	0,07
Id. (zand)	29	5,1 ± 4,50	0,30
Id. (klei)	30	6,3 ± 4,12	0,10

Met tarwe en rogge zijn zeer duidelijke effecten verkregen. Met haver en aardappelen zijn - over alle grondsoorten gerekend - nawerkingen vastgesteld die statistisch bijna significant zijn. Per grondsoort is de zekerheid bij aardappelen zowel op zand als op klei en bij haver alleen op kleigrond geringer. Op zandgrond is bij haver een vaststaand verschil gevonden.

In het algemeen ontlopen de uitkomsten elkaar niet veel. Er zijn geen duidelijke aanwijzingen dat de nawerking bij het ene gewas gunstiger zou zijn dan bij een ander. Zelfs het vrij grote verschil tussen tarwe op kleigrond en rogge op zandgrond staat onvoldoende vast. De uitkomsten zijn bovendien niet volledig vergelijkbaar, daar zij slechts gedeeltelijk in dezelfde oogstjaren zijn verkregen.

Nawerking per grondsoort

Er is verder een indeling gemaakt naar de proefvelden.

TABEL 2. Vergelijking van de nawerking per proefveld

Proefveld	Grondsoort	Aantal proefoogsten	Nawerking	P
Pr 934	Oude dalgrond	32	5,3 ± 1,84	0,01
Pr 935	Nieuwe dalgrond	29	4,1 ± 2,45	0,10
PO 470	Esgrond	14	5,6 ± 7,38	0,50
Pr 1521	Lichte zavel	21	2,5 ± 2,89	0,40
Z 1795	Zavel	18	5,7 ± 3,36	0,10
CI 1605	Rivierklei	19	6,9 ± 6,41	0,30
NNH 1806	Zavel	18	11,0 ± 3,75	0,01
IB 25	Leem	11	5,9 ± 3,37	0,10

Slechts op twee proefvelden, Pr 934 en NNH 1806, kon de nawerking met zekerheid worden vastgesteld. Bij Pr 935, Z 1795 en IB 25 is deze vrij waarschijnlijk. Het wekt de indruk dat de nawerking op de zavelgrond in de Wieringermeer (NNH 1806) vrij sterk is, hoewel het verschil met geen van de andere proefvelden vaststaat.

Nawerking per jaar

De nawerking kon tussen 1955 en 1961 driemaal met zekerheid worden vastgesteld, namelijk in 1956, 1959 en 1960. Gemiddeld bedroeg zij in deze drie jaren resp. $10,9 \pm 3,17$, $9,7 \pm 4,13$ en $16,8 \pm 3,66\%$ ($P = 0,001$, $0,02$ en $0,001$). In 1955, 1957, 1958 en 1961 werd geen significantie verkregen: $6,4 \pm 5,02$, $0,8 \pm 4,29$, $1,6 \pm 2,50$ en $-2,5 \pm 3,76\%$ ($P = 0,20$, $0,80$, $0,50$ en $0,50$).

Invloed van regen in de winter op de nawerking

Het ligt voor de hand dat nagegaan wordt hoe deze verschillen verband houden met de regenval. Vooral wordt grote betekenis toegekend aan de in de winter gevallen regen als oorzaak van de stikstofverliezen door uitspoeling. Daarom is de in de maanden november tot en met februari gevallen regen uitgezet tegen de gemiddelde jaarlijkse nawerking (fig. 1).

Hieruit wordt de indruk verkregen dat de nawerking alleen van betekenis is na betrekkelijk droge winters. Na zeer natte winters zal misschien in het geheel geen nawerking voorkomen. Het verloop van de gemiddelde lijn schijnt aan te geven dat na zeer droge winters de nawerking veel groter zou kunnen zijn. Werkelijk droge winters kwamen voor in 1946/'47, 1948/'49 en 1953/'54. De regenval beliep toen in de vier wintermaanden slechts ongeveer 120 mm. Het is niet onmogelijk dat in dergelijke jaren ongeveer gelijke resultaten als in Iowa zouden worden gevonden (nawerking gemiddeld 25%). Deze zeer droge winters komen in fig. 1 niet voor, daar het aantal waarnemingen toen te gering was. Opgemerkt moet nog worden dat de hoogste, in 1960 gevonden, nawerking eigenlijk te veel naar rechts in de figuur ligt. In de winter 1959/'60 viel namelijk de eerste regen op een sterk uitgedroogde grond; een gedeelte van de regen zal

hebben gediend om de grond met water te verzadigen.

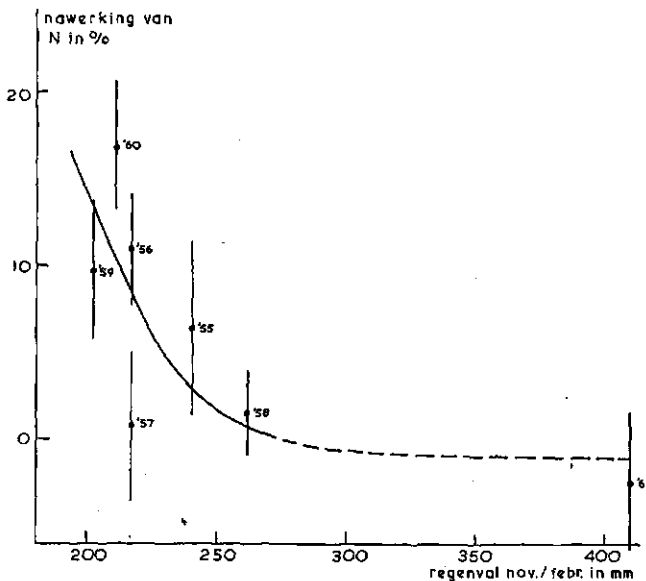


FIG. 1. Invloed van de regenval in vier wintermaanden op de gemiddelde nawerking van in het vorige jaar toegediende stikstof. De verticale lijn door de stippen geeft naar beide zijden de grootte van de middelbare fout aan.

Het is dus wel aannemelijk dat de betrekkelijk geringe nawerking in deze proeven verband houdt met de vrij natte winters van de laatste jaren.

Nawerking betrokken op de overgebleven stikstof

De nawerking werd uitgedrukt in procenten van de werking van de verse gift. Het geeft echter wel een juistere indruk van de betekenis van nawerking als men rekening houdt met de onttrekking door het vorige gewas. In dat geval wordt alleen de nawerking van de *niet opgenomen* stikstof in aanmerking genomen. Reeds eerder werd opgemerkt dat slechts ruim de helft van de stikstof wordt opgenomen en de rest overblijft. Voor de nawerking van deze overgebleven stikstof zullen dus getallen gevonden worden die ruim twee maal zo groot zijn als die welke betrokken waren op de werking van de verse gift. Voor 130 proefoogsten, waarin een gewasanalyse heeft plaatsgevonden die een berekening van de opgenomen hoeveelheid mogelijk maakt, wordt een nawerking van de *gegeven* stikstof gevonden van 5,3% voor alle gewassen gemiddeld. Voor de nawerking van de *overgebleven* stikstof wordt 13,5% als uitkomst verkregen. Dit grotere getal demonstreert misschien duidelijker dat de nawerking zelfs na vrij natte winters enige betekenis heeft. Een veel groter deel gaat echter verloren. Men mag aannemen dat een deel van dit verlies is ontstaan doordat reeds in het vorige seizoen uitspoeling van opgeloste stikstof heeft plaatsgevonden. Een ander deel zal echter in organische vorm (blad, wortels, onkruid, micro-organismen) gebonden zijn geweest en is later, door mineralisering vóór de winter, weer voor uitspoeling vatbaar geworden.

Bespreking van de resultaten

Hoewel de nawerking van de in het vorige jaar toegediende stikstof gemiddeld niet groot is, mag de betekenis ervan niet worden onderschat. De vondst dat de grootte van de regenval in de winter invloed heeft op de nawerking is van belang. De nawerking zal daardoor wisselvallig zijn. Het lage gemiddelde moet aan het overwegende aantal natte winters van de laatste jaren worden toegeschreven. Na de droogste winter bedroeg de nawerking 16,8%. Het is niet onmogelijk dat er jaren voorkomen, waarin met een nog grotere nawerking rekening zal moeten worden gehouden. In dergelijke oogstjaren zal het dus zeer belangrijk zijn of het voorgaande gewas met veel of met weinig stikstof is bemest en hoe de opneming door dit gewas is geweest. De waarde als voorvrucht van een gewas wordt tevens bepaald door de stikstofbemesting die het heeft gekregen. Alleen om deze reden zal een zwaarder bemeste hakvrucht reeds een betere voorvrucht zijn dan een graan. Dit verschil zal na droge winters waarschijnlijk het grootst zijn, maar na zeer natte slechts een geringe betekenis hebben.

Het is dus wel duidelijk dat toegediende stikstof niet alleen het bemeste gewas verzorgt, maar ook nog bijdraagt tot een verhoging van de vruchtbaarheid van de grond. Belangrijk is de wisselvalligheid ervan. Na natte winters is de bijdrage gering. Na droge winters en misschien nog meer na een opeenvolging van enkele droge jaren zal de verbetering van de vruchtbaarheid aanzienlijk kunnen zijn. Dit kan leiden tot een te welige groei. Het zal nodig zijn dergelijke ontwikkelingen in het oog te houden.

Samenvatting

De nawerking van in het vorige jaar toegediende kunstmeststikstof bleek in 7 jaren gemiddeld 5,6% van de werking van een overeenkomstige verse gift te bedragen. Betrokken op de niet in de oogstprodukten opgenomen stikstof was de nawerking gemiddeld 13,5%.

Met verschillende gewassen zijn ongeveer gelijke resultaten verkregen. Er konden geen zekere verschillen tussen de nawerkingen op verschillende grondsoorten worden vastgesteld.

De nawerking is afhankelijk van de regenval in de voorafgaande winter. Na de droogste winter van 1959/'60 bedroeg deze 16,8% (betrokken op gegeven meststof); na de zeer natte winter van 1960/'61 kon geen nawerking worden vastgesteld.

De nawerking is dus wisselvallig. Na droge winters en in het algemeen in drogere tijdvakken, zal kunstmeststikstof belangrijk bijdragen in een verhoging van de vruchtbaarheidstoestand van de grond.

Naschrift

Juist vóór de publikatie van dit artikel kon de nawerking in 1962 van de in 1961 gegeven stikstof worden vastgesteld. Deze bedroeg na de natte winter (315 mm neerslag) slechts 1,5% en geeft hierdoor een waardevolle aanvulling en bevestiging van het onzekere deel van de gevonden samenhang.

Groningen, december 1962