

Relatie tussen bodemorganische stof en nitraatuitspoeling op melkveebedrijven op zandgrond

Bodem- en waterkwaliteit in de Nederlandse landbouw

In 2030 is het doel van minister Schouten dat alle landbouwgronden duurzaam beheerd worden. Bodemorganische stof speelt een cruciale rol in het goed functioneren van de bodem. Werkt een hoger bodemorganisch stofgehalte ook door naar een betere waterkwaliteit? Aan de hand van data van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid en Eurofins onderzochten we deze vraag.

Door: Annemieke van der Wal, Wil Hennen en Tanja de Koeijer

Over de auteurs:

Annemieke van der Wal is projectcoördinator van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid bij het RIVM, ✉ annemieke.van.der.wal@rivm.nl
Wil Hennen is onderzoeker en voert (ruimtelijke) data-analyses uit bij Wageningen Economic Research, ✉ wil.hennen@wur.nl
Tanja de Koeijer is projectcoördinator van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid bij Wageningen Economic Research, ✉ tanja.dekoeijer@wur.nl

Stikstof is een essentieel element voor plantengroei, en stikstofbemesting wordt al tientallen jaren toegepast op landbouwgronden. Echter, niet al het opgebrachte stikstof wordt opgenomen door de gewassen. Een deel wordt (tijdelijk) ingebouwd in de bodemorganische stof of wordt omgezet door het bodemleven naar stikstofgas (denitrificatie) en vervluchtigt naar de atmosfeer. Een deel kan ook uitspoelen naar het grond- en oppervlaktewater in de vorm van nitraat.¹

Nitraatuitspoeling vindt plaats wanneer het aanwezige mobiele nitraat door hevige regenval uit de wortelzone wegspoelt. Regenval vlak na een stikstofbemesting, stikstofbemesting op landbouwgronden in de verkeerde periode van het jaar (in het late najaar), het scheuren van grasland in het najaar of periodes van braakliggende grond, kunnen alle mogelijk leiden tot grote hoeveelheden nitraatuitspoeling.^{2,3}

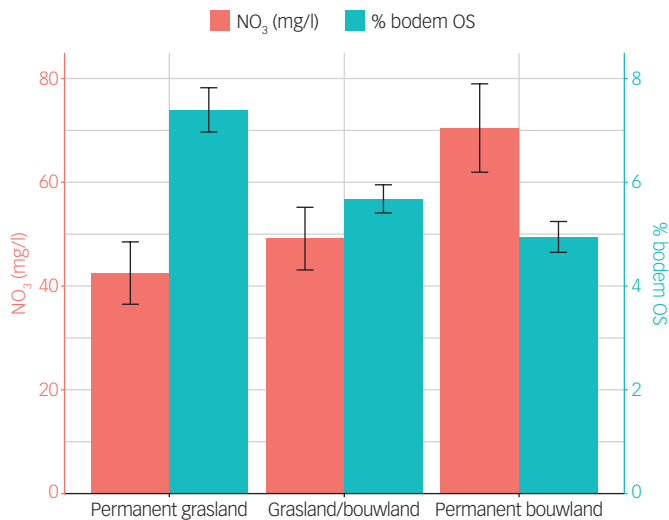
Verschillende landbouwmaatregelen kunnen bijdragen aan het reduceren van nitraatuitspoeling, zoals het afstemmen van bemesting op de stikstofbehoefte van het gewas tijdens de groei of het gebruik van groenbemesters. Bouwlanden met gewasrotaties zijn vaak gevoeliger voor uitspoeling dan permanente graslanden, omdat de bodem geploegd wordt tussen gewasrotaties.⁴ Dit stimuleert de afbraak van bodemorganische stof waardoor stikstof wordt gemineraliseerd en kan uitspoelen. Als daarnaast de bodem braak ligt, kunnen plantenwortels de vrijgekomen nutriënten niet opnemen en kan daardoor bij regenval nitraat uitspoelen.

Naast het bodemgebruik beïnvloedt ook het type bodem de mate van nitraatuitspoeling. Bodems met een fijne textuur (bijvoorbeeld klei) en een hoger organisch stofgehalte zijn minder gevoelig voor nitraatuitspoeling.⁵ Dit komt doordat de kleine deeltjes kleine poriën vormen die veel water kunnen vasthouden, maar ook de deeltjes zelf kunnen binden aan nutriënten. Daarnaast kunnen klei- en leemdeeltjes bodemorganische stof binden.⁶ Bij een hoger organisch stofgehalte kan er meer denitrificatie en immobilisatie van stikstof plaatsvinden door het bodemleven dan in bodems met een grove korrelstructuur (bijvoorbeeld zand) met een laag organisch stofgehalte.⁷ Hierdoor spoelt er minder nitraat uit in bodems met een hoger organisch stofgehalte.

Het effect van bodemorganische stof op nitraatconcentraties in het grondwater wordt vaak onderschreven, maar is nog weinig onderbouwd met data

Bodemorganische stof is dus een belangrijke component in de stikstofcyclus. Veel van de huidige bodembeheermaatregelen zijn gericht op het laten toenemen van de bodemorganische stof om het bodemleven te voeden en de bodemstructuur te verbeteren.

In deze studie concentreren we ons op zandgronden, omdat zij een hoger risico op nitraatuitspoeling hebben dan klei- en veen- gronden. Het organische stofgehalte van zandgronden kan variëren. We onderzoeken of er een relatie is tussen het organische stofgehalte en nitraatconcentraties in het grondwater op zand-



FIGUUR 1: NITRAATCONCENTRATIES (NO₃ MG/L) IN HET BOVENSTE GRONDWATER EN HET PERCENTAGE BODEMORGANISCHE STOF (% BODEM OS) VOOR DE PERIODE 2008-2016 PER TYPE LANDGEBRUIK. RESULTATEN WORDEN WEERGEGEVEN ALS GEMIDDELDE WAARDEN ± STANDAARDFOUT.

gronden in Nederland. Ook kijken we of het landgebruik een rol speelt in deze relatie.

DATA VAN HET LANDELIJK MEETNET EFFECTEN MESTBELEID EN EUROFINS

De waterkwaliteitsdata (nitraatconcentraties in het grondwater) zijn afkomstig van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM, www.rivm.nl/lmm), een integraal monitoringsprogramma dat door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en Wageningen Economic Research (WECr) gezamenlijk is ontwikkeld en wordt beheerd. In het LMM worden de effecten van het mestbeleid op de bedrijfsvoering door WECr gevolgd en vastgelegd, en de waterkwaliteit op Nederlandse landbouwbedrijven door het RIVM.

Daarnaast is gebruik gemaakt van bodemdata van Eurofins (www.eurofins.nl). Bodemdata van Eurofins worden op bedrijfsniveau in het Bedrijveninformatienet van WECr gekoppeld aan bedrijfsvoering voor het berekenen van gebruiksnormen en nutriëntenoverschotten. Recent is ook informatie over bodemorganische stof op perceelsniveau toegevoegd aan de bedrijfseconomische database. Hierdoor kan ook de relatie tussen bedrijfsvoering en bodemorganische stof in beeld worden gebracht en binnen het LMM ook de relatie met de waterkwaliteit. De analyse is uitgevoerd voor de periode 2008-2016.

De waterkwaliteitsdata zijn gebaseerd op bemonstering van de bovenste meter grondwater op zandgronden of, als het grondwater zich op dieper dan 5 meter bevindt, op het bodemvocht dat zich bevindt in de laag tussen 1,5 en 3,0 meter diepte. Op 16 punten op elk bedrijf is het grondwater (of het bodemvocht) bemonsterd, en is met de Nitratek methode de nitraatconcentratie in het grondwater bepaald.⁸

Het percentage bodemorganische stof is bepaald in bodemmonsters die zijn genomen op 0-10 cm diepte op grasland en op 0-25 cm diepte op bouwland door middel van minimaal 20 stekken per perceel waarvan vervolgens een mengmonster is gemaakt. De bodemorganische stof is bepaald op basis van het massaverschil tussen de gedroogde monsters voor en na verhitting bij 550 °C.

Er is een koppeling op perceelsniveau gemaakt, omdat zowel de bodemdata als de waterkwaliteitsdata per perceel beschikbaar wa-

ren. Daarbij is tevens met behulp van de Basisregistratie Gewaspercelen (BRP, www.pdok.nl) een koppeling gemaakt met het grondgebruik op deze percelen. Hierbij is een onderscheid gemaakt in:

- Permanent grasland: laatste 5 jaar gras en minimaal 9 jaar gras in 12 jaar
- Rotatie grasland/bouwland
- Permanent bouwland: in 12 jaar maximaal 3 x gras, waarbij maximaal 1 x gras in laatste 5 jaar

Door deze koppeling is de relatie tussen bodemorganische stof en de waterkwaliteit niet alleen voor een type bodem (zand) en bedrijf (melkvee) maar ook per type grondgebruik geanalyseerd.

Na koppeling waren er voor de analyse 243 percelen over. Over de jaren 2008-2016 is per type landgebruik het gemiddelde uitgerekend voor het percentage bodemorganische stof en de nitraat-

De relatie tussen bodemorganische stof en nitraatuitspoeling is significant voor melkveebedrijven op zandgrond

concentraties. Om te controleren of er geen effect van tijd was op de nitraatconcentraties en het percentage bodemorganische stof, is een correlatie analyse uitgevoerd. Uit deze analyses blijkt dat het percentage bodemorganische stof en de nitraatconcentraties niet significant veranderden over de tijd ($P=0,47$ en $P=0,61$).

RELATIE BODEMORGANISCHE STOF EN NITRAAT-UITSPOELING

De nitraatconcentratie in het bovenste grondwater is gemiddeld veel hoger onder permanent bouwland dan onder grasland in rotatie met bouwland en onder permanent grasland. Het percentage bodemorganische stof is significant hoger onder permanent grasland dan onder de twee andere typen landgebruik (Figuur 1). Permanent bouwland en grasland in rotatie met bouwland waren nauwelijks verschillend wat het bodemorganische stof gehalte betreft; grasland in rotatie met bouwland had gemiddeld maar een iets hoger bodemorganische stofgehalte dan permanent bouwland.

Er is veel variatie tussen percelen, zowel in de nitraatconcentratie als in het percentage bodemorganische stof (Tabel 1). Wanneer we de bodemorganische stof relateren aan de nitraatconcentratie, dan zien we over het algemeen dat een hoger bodemorganisch stofgehalte correleert met lagere nitraatconcentraties (Figuur 2, $P<0,01$; $N=243$ percelen). Wanneer we deze relatie analyseren per type landgebruik, dan vinden we ook een significante relatie tussen bodemorganische stof en nitraatconcentraties in permanent bouwland ($P<0,04$; $N=36$), in grasland in rotatie ($P<0,02$; $N=116$) en in permanent grasland ($P<0,01$; $N=91$).

Verder hebben we nog gekeken of er een relatie bestaat tussen de actuele grondwaterstand op het moment van bemonstering van grondwater en de nitraatconcentraties in het grondwater. We vonden over het algemeen dat een hogere grondwaterstand correleerde met een lagere nitraatconcentratie ($P<0,05$; $N=243$), dit effect was echter niet significant per type landge-

bruik. Ook was er geen correlatie tussen bodemorganische stof en grondwaterstanden.

	Permanent grasland	Grasland/bouwland	Permanent bouwland
NO ₃ mg/l (min/max)	2,1/300,2	2,0/304,4	4,8/203,3
% bodem OS (min/max)	2,3/26,1	2,0/19,6	2,1/8,4

TABEL 1: MINIMUM EN MAXIMUM NITRAATCONCENTRATIES (NO₃ MG/L) IN HET BOVENSTE GRONDWATER EN HET PERCENTAGE BODEMORGANISCHE STOF (% BODEM OS) PER TYPE LANDGEBRUIK.

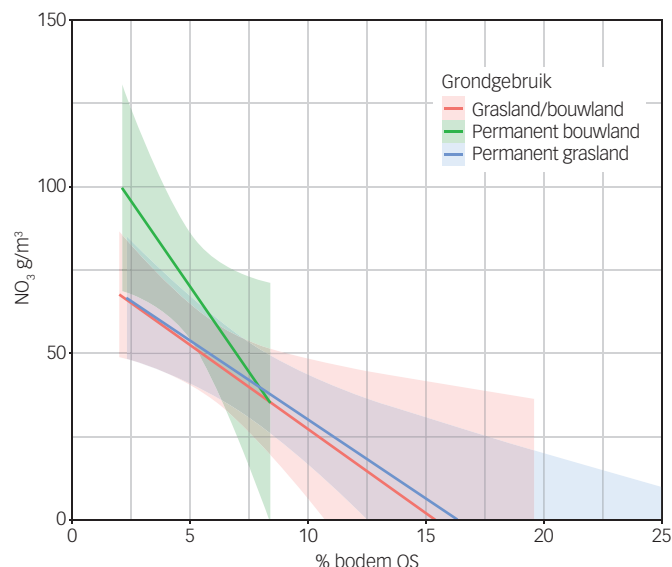
DISCUSSIE

Ondanks de grote variatie tussen percelen, zien we over het algemeen dat een hoger bodemorganisch stofgehalte relateert met lagere nitraatconcentraties in het bovenste grondwater op melkveebedrijven op zandgronden per grondgebruikstype. Dit zou erop kunnen wijzen dat bodembeheermaatregelen die gericht zijn op het verhogen van het gehalte aan bodemorganische stof, mogelijk bijdragen aan het verbeteren van de waterkwaliteit. Vooral in permanent bouwland waar de nitraatconcentraties in het grondwater hoog zijn, zou de meeste winst te behalen kunnen zijn. Onder grasland bouwt bodemorganische stof vooral in de eerste jaren snel op.⁹ Door het scheuren van gras-

Sturen op bodembeheermaatregelen die de bodemorganische stof verhogen, kan ervoor zorgen dat de waterkwaliteit verbetert

land wordt de bodem luchtiger en wordt de opgebouwde bodemorganische stof weer snel afgebroken door het bodemleven. Dit zien we terug in de gehalten bodemorganische stof in grasland in rotatie met bouwland, deze gehalten komen nog niet in de buurt van die van permanent grasland. Ondanks de snelle afbraak van bodemorganische stof, zijn de nitraatconcentraties in het grondwater hier toch lager. Dit hangt waarschijnlijk samen met de opname van het vrijgekomen stikstof door het volggewas, en toename in denitrificatie door de aanwezigheid van makkelijk afbreekbaar bodemorganische stof.¹⁰

In deze studie hebben we data van bodemorganische stof gebruikt die zijn gemeten in de bovenste 20 centimeter. In diepere bodemlagen kunnen ook lagen aanwezig zijn die rijk zijn aan organische stof, zoals veenlagen. Deze lagen kunnen ook bijdragen aan denitrificatie.¹¹ In verschillende zandgronden kunnen deze lagen wel of niet aanwezig zijn, en dit zou kunnen verklaren waarom we zoveel variatie in nitraatconcentraties vinden in de verschillende gronden. Naast verschillen in bodemprofielen kunnen verschillende grondwaterstanden tussen percelen ook bijdragen aan variatie in nitraatconcentraties door denitrificatie. We vonden een algemene relatie tussen grondwaterstand en nitraatconcentratie in het bovenste grondwater, maar niet per type landgebruik. Mogelijk draagt de combinatie van aanwezigheid van veenlagen en variatie in grondwaterstanden tussen percelen bij aan de variatie in nitraatconcentraties in het bovenste grondwater.¹⁰ Deze grote variatie in nitraatconcentraties is duidelijk te zien in Figuur 2 (schaduwvlakken), ondanks dat nitraatconcentraties in permanent grasland gemiddeld duidelijk verschillen



FIGUUR 2: REGRESSIELIJNEN TUSSEN NITRAATCONCENTRATIE (NO₃ G/M³) IN HET BOVENSTE GRONDWATER EN PERCENTAGE BODEMORGANISCHE STOF (% BODEM OS) PER TYPE LANDGEBRUIK VOOR DE PERIODE 2008-2016. DE GEKLEURDE SCHADUW GEEFT HET 95 PROCENT BETROUWBAARHEIDINTERVAL VAN DE REGRESSIELIJN AAN.

van nitraatconcentraties in permanent bouwland (Figuur 1). Een agrariër kan zelf invloed uitoefenen op het bodemorganisch stofgehalte van de bovenste 20 centimeter en zo een bijdrage leveren aan het verbeteren van de bodemkwaliteit. Een verbeterde bodemkwaliteit zorgt ook voor een betere bodemstructuur waardoor planten beter kunnen wortelen en stikstof kunnen opnemen, wat weer kan bijdragen aan het verminderen van uitspoeling van nitraat naar het grondwater.¹² Sturen op bodembeheermaatregelen die de bodemorganische stof verhogen, kan er dus voor zorgen dat de waterkwaliteit verbetert.

REFERENTIES

- Haynes, R. 2012. Mineral nitrogen in the plant-soil system. Elsevier.
- García-González, I., Hontoria, C., Gabriel, J.L., Alonso-Ayuso, M., Quemada, M. 2018. Cover crops to mitigate soil degradation and enhance soil functionality in irrigated land. *Geoderma*, 322, 81-88.
- Velthof G.L. 2005. Randvoorwaarden aan het scheuren van grasland met betrekking tot volggewas, periode en bemesting, Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1204.
- Di, H.J., Cameron, K.C. 2002. Nitrate leaching in temperate agroecosystems: sources, factors and mitigating strategies. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 64, 237-256.
- Fraters, B., et al. 2012. De uitspoeling van het stikstofoverschot naar gronden oppervlaktewater op landbouwbedrijven. *Herberekening van uitspoelfracties*. RIVM Rapport 680716006/2012.
- Six, J., Conant, R. T., Paul, E. A., Paustian, K. 2002. Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil*, 241, 155-176.
- Gaines, T.P., Gaines, S.T. 1994. Soil texture effect on nitrate leaching in soil percolates. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 25, 2561-2570.
- Nitrachek 2019. https://www.rivm.nl/Onderwerpen/L/Landelijk_Meetnet_effecten_Mestbeleid/Nieuwsbrieven/Nieuwsbrieven_Landelijk_Meetnet_effecten_Mestbeleid/Protocol_Nitrachek
- De Wit, J., van der Goor, S., Pijlman, J., van Eekeren, N. 2018. Opbouw organische stof met blijvend grasland. *V-focus*, nummer 2.
- Velthof, G.L., Oenema, O. 2001. Effects of ageing and cultivation of grassland on soil nitrogen. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 399.
- Velthof, G.L., et al., 2004. Denitrificatie in de zone tussen bouwvoor en het bovenste grondwater in zandgronden. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 730.1.
- CDM Advies. 2017. Organische stof in de bodem en nitraatuitspoeling.