

Postbus 47 | 6700 AA Wageningen

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Directie Strategie, Kennis en Innovatie (SKI)
t.a.v. directeur ir. A. de Veer
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Geachte mevrouw De Veer,

Op uw verzoek heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) nagegaan of het onderscheid tussen lössgronden en zandgronden in de Meststoffenwet, m.b.t. gebruiksnormen en gebruiksvorschriften, aangepast dient te worden (bijlage 1). Dit verzoek is voortgekomen uit de pilot "Slim Bemesten" in Zuid-Limburg.

Lössgronden verschillen van zandgronden in textuur; lössgronden bevatten meer lutum en silt dan zandgronden. Lössgronden hebben een hoge natuurlijke bodemvruchtbaarheid en een relatief hoog vochtvasthoudend vermogen, vergelijkbaar met dat van zavelgronden. Lössgronden hebben gemiddeld genomen een lage grondwaterstand en zijn gemiddeld genomen meer gevoelig voor nitraatuitspoeling dan zandgronden, bij een gelijk stikstofoverschot. Gewassen hebben gemiddeld genomen een diepere beworteling en een hogere gewasopbrengst, stikstofopname en fosfaatopname op lössgronden dan op zandgronden.

De gemiddelde nitraatconcentraties in het bodemvocht dat uitspoelt waren de laatste jaren echter hoger op lössgronden dan op zandgronden. Dat wordt veroorzaakt door de relatief hoge uitspoelfractie van het stikstofoverschot op lössgronden.

De CDM adviseert het huidige onderscheid tussen lössgronden, zandgronden, kleigronden en veengronden m.b.t. de gebruiksnormen en gebruiksvorschriften te handhaven, omdat dat onderscheid functioneel wordt toegepast. Er is geen ruimte voor verhoging van de stikstofgebruiksnormen op lössgronden, ondanks de relatief hoge stikstofopname, omdat de gemiddelde nitraatconcentratie in het bodemvocht dat uitspoelt nog steeds hoger is dan de norm van maximaal 50 mg nitraat per liter. Het is van belang de nitraatuitspoeling nauwkeurig te blijven monitoren en trends in concentraties periodiek te evalueren.

Ik hoop u hiermee afdoende geïnformeerd te hebben.

Hoogachtend,



Prof. dr. Oene Oenema

cc. dhr. F. Kooiman MA, wnd. directeur Directie PAV, Ministerie van LNV
dhr. C.P.T. de Vos, Directie PAV, Ministerie van LNV
dr.ir. G.L. Velthof (secretaris CDM)

WOT Natuur & Milieu

Wettelijke
Onderzoekstaken
Natuur & Milieu

DATUM
15 juni 2021

ONDERWERP
CDM-advies
'Löss als aparte grondsoort in
het mestbeleid'

UW KENMERK

ONS KENMERK
2121732/WOTN&M/JvSE

POSTADRES
Postbus 47
6700 AA Wageningen

BEZOEKADRES
Wageningen Campus
Gebouw 101 / Bodenummer
554
Droevendaalsesteeg 3
6708 PB Wageningen

INTERNET
www.wur.nl/wotnatuurenmilieu

KvK NUMMER
09098104

CONTACTPERSOON
J.W. van Silfhout-Eimers

TELEFOON
0317-485471

E-MAIL
jolanda.vansilfhout@wur.nl

Advies 'Löss als aparte grondsoort in het mestbeleid'

Commissie Deskundigen Meststoffenwet

Samenvatting

Het mestbeleid heeft tot doel de stikstof- en fosfaatverliezen uit de landbouw naar grondwater en oppervlaktewater te verminderen. Daartoe zijn verschillende gewas- en grondsoort-specifieke maatregelen geïmplementeerd. Voor het merendeel van die maatregelen worden zand- en lössgronden als één grondsoort gezien. Adviseurs uit de pilot "Slim Bemesten" in Zuid Limburg geven aan dat de lössgronden andere eigenschappen hebben dan zandgronden, waardoor lössgronden in het mestbeleid anders behandeld dienen te worden dan zandgronden. Het ministerie van LNV heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) enkele vragen gesteld over 'lössgrond als aparte grondsoort in het mestbeleid' (bijlage 1). De focus van het advies ligt op de stikstofgebruiksnormen.

In de Meststoffenwet worden veen-, klei-, zand- en lössgronden onderscheiden, maar voor sommige maatregelen worden grondsoorten samengevoegd. Zo worden bij stikstofgebruiksnormen drie categorieën onderscheiden: veengronden, kleigronden en zandgronden & lössgronden. Bij de uitrijdregels voor dierlijke mest worden veengronden & kleigronden en zandgronden & lössgronden onderscheiden. Telen van een nagewas na maïs is verplicht voor zandgronden & lössgronden.

Veengronden worden onderscheiden van minerale gronden op basis van het organische stofgehalte en de dikte van de organischestofrijke bodemlaag. Minerale gronden worden onderverdeeld in klei-, zand- en lössgronden, op basis van de korrelgrootte verdeling van de minerale delen; de percentages lutum (klei), silt en zand. Lössgronden komen in Nederland nagenoeg alleen voor in Zuid-Limburg, in een golvend landschap. Het zijn landbouwkundig gezien vruchtbare gronden, met een relatief lage grondwaterstand; daardoor is de afbraak van nitraat in de bodem door denitrificatie gering en het risico op nitraatuitspoeling relatief hoog. De uitspoelfractie van het stikstofoverschot is gemiddeld hoger in lössgronden dan in zandgronden. Lössgronden zijn gevoelig voor oppervlakkige afspoeling, waardoor stikstof en fosfaat bij hevige regenval naar het oppervlaktewater kunnen spoelen.

Gewassen wortelen dieper in lössgronden dan in zandgronden. De opbrengsten van de meeste akkerbouwgewassen waren gemiddeld hoger in de lössregio dan in de zandregio in de voorbije 10 jaar. Het stikstofoverschot van akkerbouwbedrijven was gemiddeld 20 tot 30 kg per ha per jaar lager op lössgronden dan op zandgronden. Dit is een gevolg van een hoger graanaandeel in het bouwplan en de gemiddeld hogere gewasopbrengsten op lössgronden dan op zandgronden. Het stikstofoverschot van melkveebedrijven was meestal ook lager in de lössregio dan in de zandregio.

In het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid (LMM) zijn de nitraatconcentraties van het bodemvocht dat uitspoelt uit de wortelzone hoger in lössgronden dan in zandgronden, en gemiddeld hoger dan de nitraatnorm van maximaal 50 mg/l. De relatief hoge nitraatconcentraties worden veroorzaakt door de hoge uitspoelfractie van het stikstofoverschot in lössgronden. Ook de nitraatconcentraties van grondwater, bronnen en bronbeken waren in het lössgebied veelal hoger dan de nitraatnorm van 50 mg/l.

Samenvattend, lössgronden hebben een andere textuur en gemiddelde een lagere grondwaterstand dan zandgronden. Lössgronden hebben gemiddeld een hogere gewasopbrengst dan zandgronden, maar ze hebben ook een hogere uitspoelfractie van het stikstofoverschot. Er is momenteel geen ruimte voor verhoging van de stikstofgebruiksnormen op lössgronden, omdat de nitraatconcentratie in het water dat uitspoelt gemiddeld genomen hoger is dan de nitraatnorm van 50 mg/l.

1. Inleiding

Het Nederlandse mestbeleid heeft tot doel de stikstof- en fosfaatverliezen uit de landbouw naar grondwater en oppervlaktewater te verminderen, opdat wordt voldaan aan de doelstellingen van de Nitraatrichtlijn en Kaderrichtlijn Water. Het stelsel van gebruiksnormen (voor stikstof, fosfaat en dierlijke mest) en de gebruiksvoorschriften (zoals perioden waarop bemesting is toegestaan, en de omstandigheden waarbij de teelt van vanggewassen is verplicht) zijn twee belangrijke pijlers van het mestbeleid. De stikstofgebruiksnormen zijn gewas- en grondsoort-specifiek, dat wil zeggen verschillen per gewasstype (en soms per variëteit) en per grondsoort. Ook enkele gebruiksvoorschriften zijn grondsoort-specifiek, bijvoorbeeld de perioden waarbinnen bemesting is toegestaan is afhankelijk van de grondsoort, en de verplichting om een vanggewas te telen na de teelt van mais geldt voor zandgronden en lössgronden maar niet voor kleigronden en veengronden. Gebruiksnormen voor fosfaat zijn niet grondsoortafhankelijk, en de gebruiksnormen voor dierlijke mest ook niet, behalve in het geval van een derogatie van de maximale gift van 170 kg N per ha per jaar uit dierlijke mest volgens de Nitraatrichtlijn. Bij derogatie is een onderscheid gemaakt tussen enerzijds zand- en lössgronden in centraal en zuid Nederland (derogatie van 230 kg N per ha) en anderzijds zandgronden in het overige deel van Nederland en klei- en veengronden (250 kg N per ha), op basis van globale verschillen tussen deze grondsoortcategorieën in hun gevoeligheid voor nitraatuitspoeling.

In de Meststoffenwet worden veen-, klei-, zand- en lössgronden onderscheiden¹. Deze grondsoorten worden onderscheiden op basis van de textuur (korrelgrootteverdeling) en de hoeveelheid organische stof in de bovengrond en het bodemprofiel tot 80 cm diepte. Gangbaar worden landbouwgronden eerst onderverdeeld in veengronden en minerale gronden, op basis van het organische-stofgehalte en de dikte van de organische-stofrijke bodemlaag. Minerale gronden worden vervolgens onderverdeeld in zand-, löss- en kleigronden, op basis van de korrelgrootteverdeling van de minerale delen. Met lutum (ook wel 'klei' genoemd) worden minerale delen aangeduid die kleiner zijn dan 0,002 mm, silt heeft een korrelgrootte van 0,002 tot 0,05 mm, leem heeft een korrelgrootte van 0 tot 0,05 mm en zand van 0,05 tot 2 mm. Kleigronden bevatten meer dan 8% lutum, lössgronden bevatten meer dan 50% leem en zandgronden bevatten minder dan 8% lutum, weinig leem en veel minerale delen groter dan 0,05 mm. Tussen zandgronden en lössgronden komen geleidelijke overgangen voor; er wordt dan bijvoorbeeld gesproken over zandige lössgronden (of leemgronden) en lemige zandgronden. Lössgronden komen in Nederland voornamelijk voor in Zuid-Limburg, in een golvend landschap. Lössgronden zijn landbouwkundig gezien goede, vruchtbare gronden. Ze hebben een relatief lage grondwaterstand, en daardoor treedt er weinig denitrificatie op, en er is risico op oppervlakkige afspoeling en erosie.

Voor de stikstofgebruiksnormen en voor enkele gebruiksvoorschriften, worden zand- en lössgronden als één geheel gezien; de stikstofgebruiksnormen en de betreffende gebruiksvoorschriften zijn uniform voor zandgronden en lössgronden. Uitzonderingen zijn de stikstofgebruiksnorm van consumptieaardappelen, die is 4 kg N per ha lager voor lössgronden dan voor zandgronden in het zuidelijke gebied, en die voor wintertarwe, want die is 30 kg N per ha hoger voor lössgronden dan voor zandgronden.

¹ In het 'Systeem van bodemclassificatie voor Nederland' en bijbehorende Bodemkaart van Nederland worden veel meer grondsoorten onderscheiden, op basis van verschillende criteria (De Bakker en Schelling, 1989).

Adviseurs uit de pilot "Slim Bemesten" in Zuid-Limburg geven aan dat de lössgronden in Limburg bepaalde unieke eigenschappen hebben, waarmee deze zich onderscheiden van de Nederlandse zandgronden. Zij concluderen *“Op basis van bodemkundige verschillen, onderzoeken, deskundigen rapporten en metingen kan onderbouwd worden dat löss een andere grondsoort is dan zand en dat in het kader van mest en mineralen löss anders behandeld dient te worden.”* (zie bijlage van de adviesaanvraag van LNV aan de CDM in Bijlage 1).

In reactie op de signalen uit voornoemde pilot heeft het ministerie van LNV de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) de volgende vragen gesteld:

1. Zijn er inhoudelijke argumenten waarom lössgronden, met het oog op grond- en oppervlaktewaterkwaliteit wat betreft stikstof en fosfaat, als aparte grondsoort behandeld zouden moeten worden en niet langer overeenkomstig de zandgronden? Zo ja, welke zijn dit en in welke mate?
2. Zijn er gewaskundige redenen, zoals een diepe beworteling, die lössgronden onderscheidend anders maken dan zandgronden op het gebied van stikstof- en fosfaatbenutting als ook uitspoeling?
3. Zijn er denkbare gebruiksnormen en/of -voorschriften - naast de enkele huidige uitzonderingen - die anders vormgegeven kunnen worden op basis van de argumenten van vraag 1? Een kwalitatieve analyse volstaat.
4. En, in aanvulling op punt 3, indien deze gebruiksnormen en/of voorschriften niet op jaarbasis maar vanuit opeenvolgende jaren door een bepaald teelt/bouwplan gezien worden.

De CDM heeft een deskstudie uitgevoerd om de vragen te beantwoorden. Het concept-advies is opgesteld door secretaris en voorzitter van de CDM en gereviseerd door W. van Dijk (Wageningen Plant Research), H.P. Broers (TNO) en D. Fraters (RIVM) en door leden van de CDM (Bijlage 2).

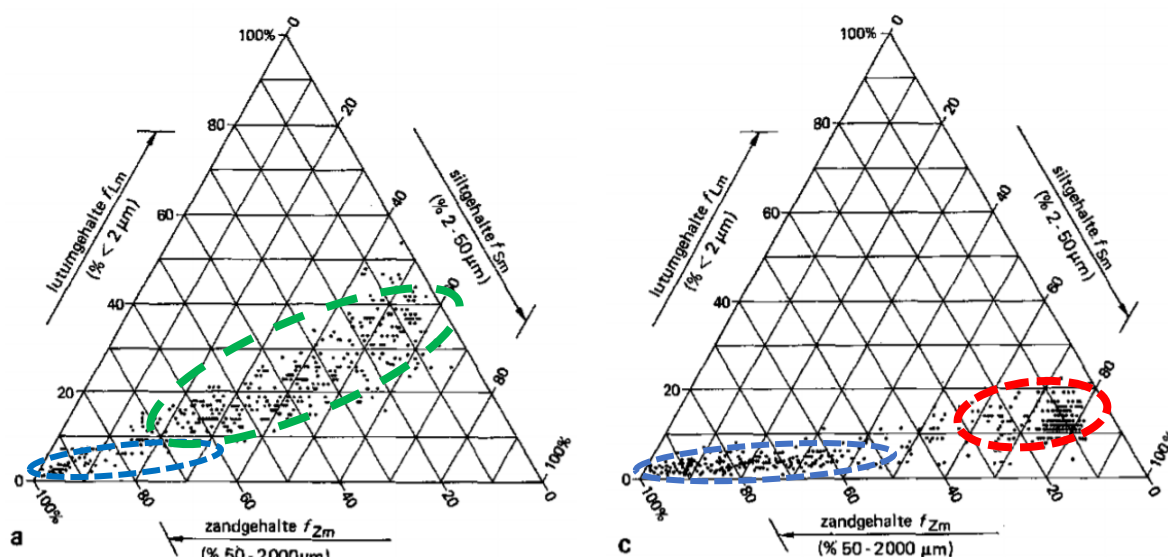
In het eerstvolgende hoofdstuk (hoofdstuk 2) worden de voornoemde vragen op hoofdlijnen beantwoord, waarna in hoofdstuk 3 een discussie en verdere toelichting worden gegeven. De antwoorden en toelichting in hoofdstukken 2 en 3 zijn gebaseerd op het achtergronddocument dat in bijlage 3 is opgenomen. Het achtergronddocument in bijlage 3 is gebaseerd op de deskstudie en bevat vier hoofdstukken:

1. Wat zijn lössgronden?
2. Wat is de waterkwaliteit in het lössgebied?
3. Denitrificatie, uitspoelfracties en oppervlakkige afspoeling lössgronden.
4. Benutting stikstof en fosfaat door het gewas op lössgronden.

2. Beantwoording van de vragen

1. Zijn er inhoudelijke argumenten waarom lössgronden, met het oog op grond- en oppervlaktewaterkwaliteit wat betreft stikstof en fosfaat, als aparte grondsoort behandeld zouden moeten worden en niet langer overeenkomstig de zandgronden? Zo ja, welke zijn dit en in welke mate?

Lössgronden zijn te onderscheiden van zandgronden op basis van hun korrelgrootteverdeling (textuur). Zandgronden hebben relatief weinig silt (deeltjes met een grootte van 0,002 tot 0,05 mm) en lössgronden bevatten juist veel silt. Verder bevatten zandgronden relatief veel zanddeeltjes (deeltjes groter dan 0,05 mm) en lössgronden juist heel weinig (Figuur 1). Lössgronden zijn eolische afzettingen, dat wil zeggen dat de löss is aangevoerd via de wind, al kan daarna door erosie door waterstromen nog wel verplaatsing van löss hebben plaatsgevonden. Zandgronden (evenals kleigronden) kunnen eolische afzettingen zijn, mariene afzettingen, rivierafzettingen en/of glaciële afzettingen. Lössgronden onderscheiden zich van de meeste kleigronden op basis van het hoge siltgehalte en het relatief lage zandgehalte. In de praktijk komen er echter allerlei overgangen voor tussen zandgronden, lössgronden en kleigronden, variërend van zandige (of lichte) lössgronden tot lemige zandgronden en lemige kleigronden (zie ook bijlage 3).



Figuur 1. Textuurdriehoek, met links (a) mariene afzettingen in Zuidwest Nederland en rechts (c) eolische afzettingen in Zuidoost Nederland (dekszand- en lössgebied). De roodgekleurde ellips geeft globaal de positie weer van de lössgronden. De blauwgekleurde ellipsen geven globaal de positie weer van zandgronden en de groene ellips die van de kleigronden (Bron: Locher en De Bakker 1987). Op de drie assen staan de gehalten aan klei (lutum), zand en silt in % van totale fractie aan minerale delen.

Door de verschillen in textuur verschillen lössgronden en zandgronden ook in fysische eigenschappen (bijvoorbeeld poriëngrootteverdeling, structuur) en chemische eigenschappen (kationen-uitwisselingscapaciteit, gehalten aan primaire mineralen). Lössgronden hebben een hogere natuurlijke bodemvruchtbaarheid en een hoger vochthoudend vermogen dan zandgronden, waardoor in theorie de behoeften aan bemesting en beregening kleiner zijn, en de gewasopbrengsten gemiddeld genomen hoger zijn op lössgronden dan op zandgronden. Naar fysische en chemische eigenschappen komen lössgronden meer overeen met zavelgronden en lichte kleigronden dan met zandgronden.

Lössgronden liggen in Zuid-Limburg relatief hoog ten opzichte van het zeeniveau en in een geaccidenteerd terrein. Daardoor hebben lössgronden een lage (diepe) grondwaterstand en zijn veel lössgronden gevoelig voor watererosie. De zandgronden en kleigronden liggen in Nederland relatief laag ten opzichte van het zeeniveau en meestal in vlak landschap. Daardoor hebben zandgronden en kleigronden een relatief hoge (ondiepe) grondwaterstand en zijn deze gronden minder gevoelig voor watererosie.

Deze verschillen in positionering in het landschap hebben gevolgen voor de risico's van nitraatuitspoeling uit de bovengrond naar de ondergrond en grondwater, en van erosie van de bodem en afspoeling van stikstof en fosfaat naar het oppervlaktewater. In lössgronden spoelt een relatief groot deel van het stikstofoverschot uit naar de ondergrond en het grondwater, dat wil zeggen de zogenoemde uitspoelfractie van het stikstofoverschot is relatief hoog voor lössgronden (Tabel 1; bijlage 3). De uitspoelfractie is gemiddeld hoger voor lössgronden dan voor zandgronden, omdat de nitraatverliezen door denitrificatie gemiddelde kleiner zijn in lössgronden dan in zandgronden. De uitspoelfracties zijn hoger voor bouwland dan voor grasland, omdat het organische stofgehalte van bouwland lager is en daarmee ook de denitrificatiecapaciteit (organische stof is een energiebron voor denitrificerende bacteriën).

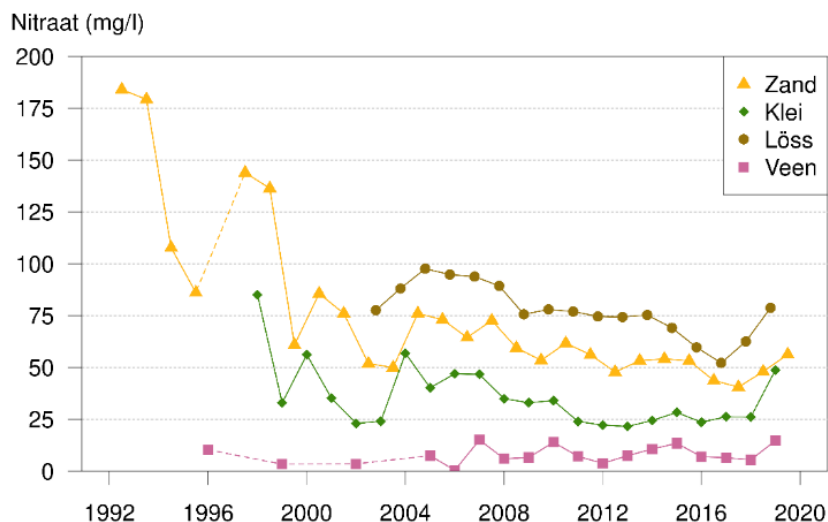
De relatief hoge uitspoelfractie van lössgronden leidt tot een relatief hoge gemiddelde nitraatconcentratie in het bodemvocht dat uitspoelt uit de wortelzone van lössgronden (Figuur 2; bijlage 3). De gemiddelde nitraatconcentratie in het bodemvocht dat uitspoelt uit de wortelzone was hoger in lössgronden dan in zandgronden in de voorbije 15 jaar, en ook hoger dan de nitraatnorm van maximaal 50 mg nitraat per liter.

De stikstofgebruiksnormen waren per gewas gelijk voor lössgronden en zandgronden (behalve voor wintertarwe en aardappelen; zie antwoord op vraag 2) in voorbije jaren, maar het stikstofoverschot (het verschil tussen stikstofgift en stikstofafvoer met het geoogste gewas) was lager voor lössgronden dan voor zandgronden (zie het antwoord op vraag 2).

Ondanks het lagere stikstofoverschot was de nitraatconcentratie in het bodemvocht dat uitspoelt uit de wortelzone van lössgronden dus hoger dan die van zandgronden, omdat de uitspoelfractie hoger is voor lössgronden dan voor zandgronden (Tabel 1). Opgemerkt wordt dat de nitraatconcentraties in het bodemvocht in LMM hoger zijn dan die volgens het monitoringnetwerk DSG (zie discussie en bijlage 3).

Tabel 1. Uitspoelfracties per landgebruik en grondsoortregio (Noij en Ten Berge, 2020 op basis van een analyse van data van het Landelijk Mestmeetnet (LMM) door Van Leeuwen en Fraters (2018). Gemiddelde waarden en (tussen haakjes) het 95%-betrouwbaarheidsinterval op basis van gegevens voor de periode 1991/1992-2014/2015. Voor de zandregio zijn de uitspoelfracties afgeleid van de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van zandgronden; voor de lössregio zijn de uitspoelfracties afgeleid van de nitraatconcentratie in het bodemvocht van lössgronden.

Landgebruik	Zandregio	Lössregio	Kleiregio	Veenregio
Bouwland	0,47 (0,41-0,53)	0,83 (0,72-0,93)	0,33 (0,30-0,37)	n.v.t.
Grasland	0,16 (0,13-0,19)	0,23 (0,08-0,37)	0,11 (0,09-0,13)	0,06 (0,05-0,07)



Figuur 2. Nitraatconcentraties (als NO_3 in mg/l) in het water dat uitspoelt uit de wortelzone op landbouwbedrijven per regio in de periode 1992-2019. Jaargemiddelde van areaal-gewogen gemeten concentraties (Fraters et al., 2020).

2. Zijn er gewaskundige redenen zoals een diepe beworteling die lössgronden onderscheidend anders maken dan zandgronden op het gebied van stikstof- en fosfaatbenutting als ook uitspoeling?

De beworteling van de bodem door gewassen is gemiddeld dieper in lössgronden dan in zandgronden, vanwege de verschillen in fysische bodemeigenschappen en in grondwaterstand. Diep-wortelende gewassen zoals wintertarwe kunnen daardoor een deel van de naar de ondergrond uitgespoelde nitraatstikstof weer opnemen.

De opbrengsten zijn bij een deel van de gewassen ook hoger op lössgronden dan op zandgronden, waardoor het gemiddelde stikstofoverschot lager is op lössgronden dan op zandgrond. Op akkerbouwbedrijven in het Landelijk Mest Meetnet (LMM) was het stikstofoverschot gemiddeld genomen 20 tot 30 kg per ha per jaar lager op lössgronden dan op zandgronden (zie bijlage 3). Dit is een gevolg van een gemiddeld hoger graanaandeel in het bouwplan en gemiddeld hogere gewasopbrengsten op lössgronden dan op zandgronden. Hierbij moet worden opgemerkt dat er voor veel gewassen geen goed en gedetailleerd overzicht beschikbaar is van de verschillen in opbrengsten tussen löss- en zandgronden.

Door de gemiddeld genomen hogere gewasopbrengsten en het relatief hoge aandeel wintertarwe in het bouwplan is ook de opname van fosfaat hoger en daardoor het fosfaatoverschot gemiddeld iets lager op lössgronden dan op zandgronden. Deze vergelijking wordt echter bemoeilijkt door het feit dat de fosfaatgebruiksnormen afhankelijk zijn van de fosfaattoestand van de bodem, en dat lössgronden en zandgronden deels verschillen in fosfaattoestand.

Het stikstofoverschot van melkveebedrijven was in de meeste jaren ook lager in de lössregio dan in de zandregio. Verschillen in opbrengst van grasland en maisland tussen zand- en lössgronden spelen een rol bij het verschil in stikstofoverschot, maar er is een grote variatie tussen jaren. Het lagere stikstofoverschot op lössgronden dan zandgronden wordt deels ook veroorzaakt door een lagere bemesting met dierlijke mest.

Echter, de nitraatgehaltes in het bodemvocht van de ondergrond van lössgronden zijn relatief hoog, vergelijkbaar met de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater van droge zandgronden, en hoger dan die van de gemiddelde zandgronden en kleigronden. Ondanks het relatief lage stikstofoverschot spoelt er dus relatief veel nitraat uit op lössgronden (bijlage 3).

3. Zijn er denkbare gebruiksnormen en/of -voorschriften - naast de enkele huidige uitzonderingen - die anders vormgegeven kunnen worden op basis van de argumenten van vraag 1? Een kwalitatieve analyse volstaat.

De gevoeligheid voor nitraatuitspoeling wordt in sterke mate bepaald door het bouwplan, door de verhouding tussen uitspoelingsgevoelige gewassen en niet-uitspoelingsgevoelige gewassen en door de gewasvolgorde (bijvoorbeeld, een diep-wortelend gewas na een gewas met veel uitspoeling). Voor bouwplannen met een hoog aandeel niet-uitspoelingsgevoelige gewassen is de gemiddelde nitraatconcentratie in het bodemvocht van de ondergrond en in het grondwater relatief laag, ook op lössgronden. Voor bouwplannen met een hoog aandeel uitspoelingsgevoelige gewassen (aardappelen, mais, groentegewassen) is de gemiddelde nitraatconcentratie in het bodemvocht en in het grondwater relatief hoog, hoger dan de doelstelling van maximaal 50 mg per liter.

Doordat op lössgronden een diepe beworteling mogelijk is, kan door aanpassing van de gewasvolgorde de uitspoeling verminderen, door bijvoorbeeld een diep-wortelend gewas na een gewas met een hoge uitspoeling te telen. Als een diepwortelend gewas ook dieper weggezakte stikstof opneemt, stijgt de stikstofbeschikbaarheid. In theorie zou bij een optimalere gewasvolgorde de totale stikstofopname en -benutting toenemen (door een betere benutting van diep weggezakte stikstof) en het stikstofoverschot afnemen, waardoor er een iets hogere gebruiksnorm mogelijk zou zijn bij een gelijkblijvende uitspoeling. Echter, de noodzaak tot verhoging van de gebruiksnorm is minder groot als de stikstofbenutting verbetert door een optimalere gewasvolgorde, en het wegvangeffect zal minder zijn bij een verhoging van stikstofgebruiksnormen.

Om de nitraatuitspoeling verder te reduceren, opdat voldaan wordt aan de nitraatnorm, kan aanvullend op de hierboven genoemde bouwplanmaatregelen overwogen worden om (i) de stikstofgebruiksnormen van uitspoelingsgevoelige gewassen verder te verlagen, (ii) de teelt van vanggewassen uit te breiden, en/of (iii) door precisiebemesting en betere verzorging van de gewassen de opbrengst en stikstofopname verder te verhogen bij gelijkblijvende (of lagere) stikstofbemesting. De beste combinatie van opties zal waarschijnlijk van bedrijf tot bedrijf (en bouwplan) verschillen. Om dat uit te zoeken is nader onderzoek nodig.

Introductie van de zogenoemde strokenteelt zoals nu wordt getest door Wageningen Plant Research in de Flevopolder, en combinaties van akkerbouw en diepwortelende bomen/struiken (agroforestry; fruit, noten, etc.) zijn ook mogelijk opties om de benutting van de toegediende stikstof verder te verhogen en daardoor de nitraatuitspoeling te verminderen, maar ook deze opties vergen eerst onderzoek.

Een eventuele verlaging van de stikstofgebruiksnormen van uitspoelingsgevoelige gewassen op lössgronden impliceert dat het verschil met het landbouwkundig bemestingsadvies voor deze gewassen groter wordt, waardoor het risico op opbrengstderving toeneemt en de nitraatuitspoeling mogelijk niet veel zal verminderen. Vermindering van het aandeel uitspoelingsgevoelige gewassen en vergroting van het aandeel niet-uitspoelingsgevoelige cq. diep-wortelende gewassen in het bouwplan is economisch meestal niet aantrekkelijk.

4. En, in aanvulling op punt 3, indien deze gebruiksnormen en/of voorschriften niet op jaarbasis maar vanuit opeenvolgende jaren door een bepaald teelt/bouwplan gezien worden.

In de praktijk is er vaak een groot verschil tussen bedrijven in gewasopbrengsten. Ook zijn er relatief grote ruimtelijke en temporele variaties in nitraatconcentraties in het bovenste grondwater en in het bodemvocht van de ondergrond. Deze variaties worden voor een deel veroorzaakt door verschillen in management en weersgesteldheid. Verbetering van het management leidt tot hogere gewasopbrengsten en tot een lagere nitraatuitspoeling. Vermindering van de variatie tussen bedrijven, door verbetering van de prestaties van de minder goed presterende bedrijven, zal ook leiden tot een vermindering van de nitraatuitspoeling. Verbetering van de prestaties vergt goede scholing en adviezen van deskundige adviseurs. Verbetering van de prestaties vergt dat alle factoren die de opbrengst van gewassen beïnvloeden, worden beschouwd en in samenhang worden geoptimaliseerd.

De variatie in gewasopbrengsten tussen jaren wordt deels veroorzaakt door variatie in de vochtvoorziening. Via o.a. berekening kan hierop worden ingespeeld, maar dit vindt doorgaans plaats bij hoger renderende gewassen en soms zijn er ook beregeningsverboden. Daardoor kunnen de variaties in gewasopbrengsten en stikstofbenutting, die worden veroorzaakt door variaties in vochtvoorziening, niet overal even gemakkelijk worden weggenomen.

3. Discussie en advies

3.1 Lössgrond als aparte grondsoort in het mestbeleid

In “Notitie Slim Bemesten: waarom Lössgrond een aparte grondsoort is” worden verschillende argumenten gegeven waarom lössgrond verschilt van zandgrond (Bijlage 1). Lössgronden verschillen inderdaad van zandgronden; lössgronden hebben een andere granulaire samenstelling, een diepere bewortelbaarheid, betere vochtlevering en gemiddelde hogere gewasopbrengsten dan droge, leemarme zandgronden. Naar lutumgehalte komen lössgronden overeen met zavelgronden of lichte kleigronden, maar lössgronden hebben meestal een hoger siltgehalte dan (lichte) kleigronden. Vanwege deze verschillen worden in de Meststoffenwet lössgronden ook onderscheiden van de zandgronden en de kleigronden (zie grondsoortenkaart in Figuur 2 in bijlage 3).

Sommige maatregelen van het mestbeleid zijn grondsoort-specifiek, andere zijn generiek of bedrijfsspecifiek, en voor sommige maatregelen zijn grondsoorten samengevoegd tot grondsoortcombinaties. Of maatregelen grondsoort-specifiek zijn of niet heeft te maken met de effecten van grondsoort op gewasopbrengst, stikstofoverschot en nitraatuitspoeling. Ook hebben beleidsmatige en praktische overwegingen soms een rol gespeeld bij het al dan niet grondsoort-specifiek maken van een maatregel (de term ‘platslaan’ van de stikstofgebruiksnormen voor droge en natte zandgronden is hier een voorbeeld van).

De “Notitie Slim Bemesten: waarom Lössgrond een aparte grondsoort is” heeft een sterke focus op stikstofgebruiksnormen. De achterliggende vraag is of ‘de stikstofgebruiksnormen van gewassen op lössgronden hoger zouden moeten zijn dan die op zandgronden in het zuidelijk zandgebied’. De stikstofgebruiksnormen zijn nu voor de meeste gewassen gelijk voor lössgronden en zandgronden, maar niet voor alle gewassen. De stikstofgebruiksnorm voor wintertarwe is hoger voor lössgronden dan voor zandgronden; er wordt dus deels wel onderscheid gemaakt tussen löss- en zandgronden.

Voor de beoordeling van de juistheid of stikstofgebruiksnormen voor lössgronden anders zouden moeten zijn dan die van zandgronden in het zuidelijk zandgebied, moeten drie factoren worden beschouwd: i) de nitraatconcentraties van grond- en oppervlaktewater in het lössgebied, ii) de uitspoelingsgevoeligheid van lössgronden versus zandgrond en iii) de opbrengst en stikstofopname van gewassen op lössgrond versus zandgrond. Deze factoren worden in de hierna volgende paragrafen verder beschouwd.

De “Notitie Slim Bemesten: waarom Lössgrond een aparte grondsoort is” gaat niet over de gebruiksnormen voor dierlijke mest en fosfaat. Fosfaatgebruiksnormen zijn afhankelijk van landgebruik en fosfaattoestand van de bodem. Er wordt in de Meststoffenwet voor fosfaatgebruiksnormen onderscheid gemaakt tussen grasland en bouwland, maar er is geen onderscheid naar grondsoort. Aangezien lössgronden voorkomen in een heuvelachtig landschap is er een groter risico op erosie en oppervlakkige afspoeling bij lössgronden dan bij zandgronden. Stikstof, fosfaat en dierlijke mest, al dan niet gebonden aan gronddeeltjes, kunnen via afspoeling in het oppervlaktewater terechtkomen. In het kader van de Nitraatrichtlijn moeten maatregelen worden genomen op hellingen; deze maatregelen maken onderdeel uit van de Meststoffenwet. Deze maatregelen zijn echter gerelateerd aan de hellingshoek, en gelden voor alle grondsoorten met een helling.

3.2 Nitraatconcentraties van grondwater, bronnen en oppervlaktewateren in het lössgebied

De gemiddelde nitraatconcentratie in het bodemvocht dat uitspoelt uit de wortelzone van lössgronden was dalende tot 2017, volgens het monitoringnetwerk LMM, maar ligt gemiddeld boven de 50 mg per l (Bijlage 3; Figuur 3). De gemiddelde nitraatconcentratie in het bodemvocht van lössgronden ligt gemiddeld onder de 50 mg per l volgens het monitoringnetwerk DSG (Bijlage 3; Figuur 8). Dat verschil heeft eerder tot discussie geleid. In het CDM-advies hierover (uit 2016) werd geconcludeerd dat dit verschil wordt veroorzaakt doordat in LMM alleen het mobiele water in het bodemvocht wordt geanalyseerd (via centrifuge) en dat in DSG al het bodemvocht (inclusief het immobiele water) wordt geanalyseerd (via extractie). Opgemerkt wordt dat het verschil tussen de meetwaarden in bodemvocht van LMM en DSG in het CDM advies (20%) kleiner waren dan die weergegeven in Figuur 8. Het is niet duidelijk waarom (waardoor) de verschillen in Figuur 8 nu groter zijn dan in het CDM-advies uit 2016. De werkgroep van de CDM concludeerde destijds dat de LMM-methode een nauwkeuriger indicatie geeft van de nitraatconcentratie in het water dat uitspoelt dan de DSG-methode (CDM, 2016).

Resultaten van metingen van het nitraatgehalte van diep grondwater laten op verschillende locaties hogere concentraties zien dan 50 mg per l, met een dalende trend (het betreft hier relatief jong water). Ook in bronnen en bronbeken met jong water zijn de nitraatconcentraties vaak hoger dan 50 mg per l, al is ook hier een dalende trend waarneembaar. Het mestbeleid heeft zeer waarschijnlijk geleid tot een daling van de gemiddelde nitraatconcentratie in het relatief jonge water in bronnen en bronbeken. Het oppervlaktewater voldoet op verschillende plaatsen ook niet aan de doelstellingen; om aan de gestelde ecologische doelstellingen te voldoen, moeten de nitraatconcentraties in het oppervlaktewater een factor 2 à 5 lager zijn dan 50 mg per l, afhankelijk van het type oppervlaktewater (Bijlage 3).

De vraag is wat uiteindelijk (na tientallen jaren) de gemiddelde nitraatconcentratie zal zijn in het grondwater en in het water uit bronnen en bronbeken. Als de nitraatconcentratie in het bodemvocht in LMM een indicatie is voor de nitraatconcentratie in het mobiele water dat uitspoelt naar diepere lagen én als er geen of amper denitrificatie optreedt in de ondergrond, dan zal de nitraatconcentratie dalen naar de huidige gemiddelde concentratie van ongeveer 50 – 75 mg per l in LMM (Bijlage 3; Figuur 3), afhankelijk ook van de verdunning door grondwater uit natuurgebieden. Hiermee wordt niet voldaan aan de waterkwaliteitsdoelstellingen van de Nitraatrichtlijn en Kaderrichtlijnwater. De relatief hoge nitraatconcentraties in bronnen zijn ook een punt van aandacht vanuit Natura2000-beleid, omdat stikstof de biodiversiteit negatief beïnvloedt.

De gemiddelde nitraatconcentratie in het oude grondwater en oude water in bronnen en bronbeken voldoet meestal wel aan de nitraatnorm. Het kan niet worden uitgesloten dat er ook nog grondwater met verhoogde nitraatconcentraties uit de jaren '80 en '90 onderweg is naar bronnen en bronbeken. De herkomst en leeftijd van het diepe grondwater en het water in bronnen en beken zijn niet altijd nauwkeurig bekend.

3.3 Uitspoelingsgevoeligheid van lössgronden

De kans op denitrificatie van nitraatstikstof in de bovengrond is gemiddelde genomen waarschijnlijk groter in lössgronden dan in zandgronden omdat i) de kans op zuurstofloosheid in lössgronden hoger is, vanwege de deels fijne poriën, ii) de potentiële denitrificatie in lössgrond gemiddelde genomen hoger is, vanwege een hoger organisch-stofgehalte, dat gemakkelijk afbreekbaar is, en iii) de verblijftijd van nitraat in lössgrond langer is, vanwege de fijne poriën (zie Bijlage 3). In de ondergrond

treedt gemiddeld genomen minder denitrificatie op in lössgronden dan in zandgronden, omdat in de ondergrond van lössgronden weinig afbreekbare organische stof aanwezig is en de grondwaterstand meestal laag is (vele meters beneden het maaiveld); de kans op zuurstofloosheid is dan heel gering.

In de ondergrond van natte zandgronden, en in zandgronden met veenrijke en/of pyriethoudende lagen in de ondergrond treedt wel denitrificatie op, waardoor de nitraatconcentraties in het grondwater van deze zandgronden laag zijn. De lokale verschillen in denitrificatie in de zandregio kunnen groot zijn, vooral door de verschillen in grondwaterstand en in de aanwezigheid van veenrijke en pyriethoudende lagen in de ondergrond.

Gemiddeld genomen zijn de nitraatstikstofverliezen door denitrificatie in de ondergrond hoger in zandgronden dan in lössgronden. De afgeleide uitspoelfracties bevestigen dit beeld (Bijlage 4; Tabel 4). De uitspoelfracties voor de lössregio (0,83 voor bouwland en 0,23 voor grasland) zijn gemiddeld hoger dan die voor de zandregio (0,47 voor bouwland en 0,16 voor grasland) volgens LMM. De uitspoelfractie van bouwland op lössgrond komt overeen met die van bouwland op een droge zandgrond (Gt VII) en die van grasland op lössgrond komt overeen met die van grasland op zandgrond met een Gt van ongeveer V à VI.

De uitspoelfracties zijn lager volgens het monitoringnetwerk DSG dan volgens het monitoringnetwerk LMM (Bijlage 3; Tabel 6). Dit wordt grotendeels veroorzaakt door de lagere nitraatconcentraties in het bodemvocht in DSG dan in LMM. Daarenboven zijn er ook methodologische verschillen in de berekening van de uitspoelfractie; de uitspoelfractie in DSG is gebaseerd op het overschot van enkel werkzame stikstof, die van LMM op basis van het overschot van alle stikstof (totaal stikstof).

De zandgronden in het zuidelijk zandgebied zijn in het algemeen droger (hebben een lagere gemiddelde grondwaterstand) dan in de overige zandgebieden. Daarom wordt in het mestbeleid onderscheid gemaakt tussen het zuidelijk zandgebied en de overige zandgebieden; in het kader van de derogatie van de Nitraatrichtlijn wordt gesproken over zand230 versus zand250; waarbij zand230 betrekking heeft op het zuidelijk en centrale zandgebied (inclusief het lössgebied) en zand250 op de overige zandgebieden.

3.4 Gewasopbrengsten en wortelingsdiepten

De gemiddelde gewasopbrengst en stikstofafvoer met geogst gewas waren hoger in de lössregio dan in de zandregio's. Daardoor waren de stikstofoverschotten lager in de lössregio dan in de zandregio's (de stikstofaanvoer was vergelijkbaar in beide regio's). De relatief hoge stikstofafvoer in de lössregio was ook het gevolg van een groter aandeel graan in het bouwplan op lössgronden dan op zandgronden.

Gewassen wortelen dieper in lössgrond dan in zandgrond en diep wortelende gewassen zoals wintertarwe kunnen stikstof in diepere lagen opnemen en behoeden voor verdere uitspoeling. De relatief lage uitspoelfracties bij diep-wortelende gewassen geven inderdaad aan dat diep-wortelende gewassen de nitraatuitspoeling in lössgrond kunnen beperken (Bijlage 3).

Gewassen nemen slechts een deel van de aangeboden stikstof op. Bij de meeste gewassen daalt de fractie opgenomen stikstof naarmate de stikstofgift stijgt; de hoeveelheid uitgespoelde stikstof per eenheid gegeven stikstof neemt dus toe. Ook het effect van diep-wortelende gewassen op nitraatuitspoeling neemt af naarmate het gewas meer wordt bemest of naarmate het voorafgaande gewas meer stikstof in de bodem achterlaat. Een eventuele verruiming van de stikstofgebruiksnormen van diep-wortelende gewassen gaat dus per definitie met meer verliezen gepaard.

Een vruchtopvolging van een diepwortelend gewas na een uitspoelingsgevoelig gewas zal de nitraatuitspoeling naar de ondergrond in lössgronden waarschijnlijk beperken, zoals ook blijkt uit het onderzoek van Ros en De Pater (2018). Ook capillaire nalevering van vocht (en hierin opgelost nitraat) aan gewassen kan mogelijk een bijdrage leveren aan de vermindering van nitraatuitspoeling in lössgronden, maar er zijn geen gegevens die dit onderbouwen.

3.5 Conclusies en advies

Lössgronden verschillen van zandgronden in textuur; lössgronden bevatten meer lutum en silt dan zandgronden. Lössgronden hebben een hoge natuurlijke bodemvruchtbaarheid en een relatief hoog vochtvasthoudend vermogen, vergelijkbaar met dat van de zavelgronden. Lössgronden hebben gemiddeld genomen een lage grondwaterstand. Vanwege de ligging zijn lössgronden meer gevoelig voor watererosie en oppervlakkige afspoeling van stikstof en fosfaat naar het oppervlaktewater dan zandgronden en kleigronden.

Gewassen hebben gemiddeld genomen een diepere beworteling op lössgronden dan op zandgronden. Gewassen hebben gemiddeld genomen ook een hogere opbrengst, stikstofopname en fosfaatopname op lössgronden dan op zandgronden. Daarenboven is het aandeel wintertarwe (heeft een relatief hoge stikstofopbrengst in het geoogste gewas) in het bouwplan van akkerbouwbedrijven hoger in de lössregio dan in de zandregio's. Daardoor is het gemiddelde stikstofoverschot (en fosfaatoverschot bij vergelijkbare fosfaatbemesting) lager op lössgronden dan op zandgronden.

Lössgronden zijn gemiddeld genomen meer gevoelig voor nitraatuitspoeling dan zandgronden, bij een gelijk stikstofoverschot. Het effect van de relatief hoge uitspoelingsgevoeligheid is groter dan het effect van een relatief laag gemiddeld stikstofoverschot; de nitraatuitspoeling is gemiddeld genomen groter op lössgronden dan op zandgronden.

De nitraatconcentraties in het bodemvocht dat uitspoelt waren de laatste jaren gemiddeld hoger voor lössgronden dan voor zandgronden. De gemiddelde nitraatconcentraties waren bovendien hoger dan de norm van maximaal 50 mg nitraat per liter.

Verhoging van stikstofgebruiksnormen, op basis van de relatief hoge gewasopbrengsten, relatief lage stikstofoverschotten en diepe beworteling van gewassen op lössgronden, ten opzichte van zandgronden, zal leiden tot een toename van de nitraatuitspoeling, waardoor het lastiger wordt om de doelstellingen van de Nitraatrichtlijn en Kaderrichtlijn Water te realiseren.

De huidige waterkwaliteit in de lössregio en de verwachte ontwikkelingen in waterkwaliteit in de toekomst bieden weinig ruimte voor een verhoging van de stikstofgebruiksnormen voor lössgronden.

De CDM adviseert het huidige onderscheid tussen lössgronden, zandgronden, kleigronden en veengronden m.b.t. de gebruiksnormen en gebruiksvorschriften niet aan te passen. Er is ook geen ruimte voor een verhoging van de stikstofgebruiksnormen voor lössgronden, omdat de gemiddelde nitraatconcentratie in het bodemvocht dat uitspoelt nog steeds hoger is dan de norm van maximaal 50 mg nitraat per liter. Het is van belang de nitraatuitspoeling nauwkeurig te blijven monitoren en trends in concentraties periodiek te evalueren.

4. Referenties

Aarts, H.F.M., C.H.G. Daatselaar en G. Holshof (2005). Nutriëntengebruik en opbrengsten van productiegrasland in Nederland. Wageningen, Plant Research International, Rapport 102.

Aarts, H. F. M., Daatselaar, C. H. G., & Holshof, G. (2008). Bemesting, meststofbenutting en opbrengst van productiegrasland en snijmaïs op melkveebedrijven. (Rapport / Plant Research International; No. 208). Wageningen.

Bakker, H. de en J. Schelling (1989) Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus. Wageningen, Centrum voor Landbouwpublikaties en Documentaties.

Boumans, L.J.M., Meinardi, C.R., Krajenbrink, G.J.W. (1989) Nitraatgehalte en kwaliteit van het grondwater onder grasland in de zandgebieden. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, RIVM Rapport 728472013.

Buijs, S., K. Ouwerkerk & J. Rozemeijer (2020) Meetnet Nutriënten Landbouw Specifiek Oppervlaktewater. Toestand en trends tot en met 2018. Deltares rapport 11203728-005-BGS-0002.

Buijs, S. (2020) Update toestand en trend MNLSO tot en met 2019. Deltares memo 11205268-005-BGS-0001. 11 november 2020.

Cate, J.A.M. ten, A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp (1995) Handleiding bodemgeografisch onderzoek; richtlijnen en voorschriften. Deel A: Bodem. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Technisch Document 19A; 222 blz.

CDM (2016) CDM-advies "Bepaling nitraatgehalte in onverzadigde zone van lössgronden"

Dekker, P.H.M., S. Radersma, J.R. van der Schoot en M. de Wolf (2003) Scenariostudie 'maatregelen voor de akkerbouw op lössgrond om met inzet van dierlijke mest aan Minas- en nitraatnormen te voldoen'. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., PPO publicatie 318.

De Klijne, A., Groenendijk, P., Griffioen, J., Velthof, G. L., Janssen, G., & Fraters, B. (2008). Toetsdiepte voor nitraat : synthese onderzoek 2008. (RIVM rapport; No. 680747001/2008).

Fraters, B., L.J.M. Boumans, B.G. van Elzakker, L.F.L. Gast, J. Griffioen, G.T. Klaver, J.A. Nelemans, G.L. Velthof en H. Veld (2006). Een nieuwe toetsdiepte voor nitraat in grondwater? Eindrapport van het onderzoek naar de mogelijkheden voor een toetsdieptemeetnet. Rijksinstituut voor volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, RIVM-rapportnummer 680100005.

Fraters, B., Hooijboer, A.E.J., Vrijhoef, A., Plette, A.C.C., Van Duijnhoven, N., Rozemeijer, J.C., Gosseling, M., Daatselaar, C.H.G., Roskam, J.L., Begeman, H.A.L. (2020) Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2016-2019) en trend (1992-2019). De Nitraatrapportage 2020 met de resultaten van de monitoring van de effecten van de EU Nitraatrichtlijn actieprogramma's. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, RIVM rapport 2020-0121.

Hendrix W.P.A.M. en C.R. Meinardi (2004). Bronnen en bronbeken van Zuid-Limburg; Kwaliteit van grondwater, bronwater en beekwater. RIVM rapport 500003003/2004

Hessel, R., Stolte, J., & Riksen, M. J. P. M. (2011). Huidige maatregelen tegen water- en winderosie in Nederland. (Alterra-rapport; No. 2131). Alterra.

Houben, J.M.M.Th. (1979) Bodemgesteldheid en diepte van beworteling. Rapport nr. 1459. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. 45 p.

Locher, W. P. en H. de Bakker (editors) (1987) Bodemkunde van Nederland. Leer- en handboek op hoger-onderwijsniveau. Stichting voor Bodemkartering & Ministerie van Landbouw en Visserij. Wageningen, 346 pp.

Lukács S, Blokland PW, van Duijnen R, Fraters D, Doornewaard GJ, Daatselaar CHG (2020) Landbouwpraktijk en waterkwaliteit op landbouwbedrijven aangemeld voor derogatie in 2018. RIVM rapport 2020-0096, 116 p.

Mars, de H., B. van Delft, E. Weeda & Joop Schaminée (2015) Nitraatbelasting van de Zuid-Limburgse hellingmoerassen. Natuurhistorisch maandblad, Jaargang 104, 261 – 265.

Naudin-Ten Cate, R., T. Tjootink en M. Wentink, M. (2000). Cultuurtechnisch Vademecum : handboek voor inrichting en beheer van land, water en milieu. Uitgave Cultuurtechnische Vereniging. Elsevier bedrijfsinformatie, Doetinchem.

Ros, G.H., J. de Pater, E. Kusters, J. Crijns & F. Vaessen (2017a). Update en Evaluatie Nitraatuitspoelingsmodel. NMI rapport 1659.N.16

Ros, G.H., J. de Pater, E. Kusters, J. Crijns & F. Vaessen (2017b). Update en Evaluatie Nitraatuitspoelingsmodel. NMI rapport 1659.N.17

Ros, G.H., J. de Pater, E. Kusters, J. Crijns & F. Vaessen (2018). Update Nitraatuitspoelingsmodel Zuid-Limburg. NMI rapport 1731.N.18

Ros, G.H. & J. de Pater (2018) Nitraatonderzoek Limburg over de periode 2011 tot 2017. NMI Rapport 1753.N.18

Rozemeijer, J.C., J. Klein, H.P. Broers, T.P. van Tol-Leenders & B. van der Grift (2014) Water quality status and trends in agriculture-dominated headwaters; a national monitoring network for assessing the effectiveness of national and European manure legislation in The Netherlands. Environmental monitoring and assessment, 186(12), 8981-8995.

Schoumans, O.F., P. Groenendijk, L.V. Renaud, W. van Dijk, J.J. Schröder, A. van den Ham & A.E.J. Hooijboer (2012) Verhoogde nitraatconcentraties in het Zuidelijke zandgebied. Analyse van de mogelijke oorzaken. Wageningen UR, Alterra-rapport 2319.

Schröder, J. J., Aarts, H. F. M., de Bode, M. J. C., van Dijk, W., van Middelkoop, J. C., de Haan, M. H. A., Schils, R. L. M., Velthof, G. L., & Willems, W. J. (2004). Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. (Rapport / Plant Research International; No. 79). Plant Research International (PRI).

Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan, R.L.M. Schils, G.L. Velthof, B. Fraters & W.J. Willems (2005) Limits to the use of manure and mineral fertilizer in grass and silage maize production in The Netherlands, with special reference to the EU Nitrates Directive. Plant Research International, Wageningen, Report 93

Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, R.L.M. Schils, G.L. Velthof, B. Fraters & W.J. Willems (2007) Permissible manure and fertilizer use in dairy farming systems on sandy soils in The Netherlands to comply with the Nitrates Directive target. *Europ. J. Agronomy* 27, 102–114.

Thorup-Kristensen, K. Salmerón Cortasa, M. & Loges, R. (2009) Winter wheat roots grow twice as deep as spring wheat roots, is this important for N uptake and N leaching losses? *Plant and Soil* volume 322, p. 101–114.

Van Duijnhoven, N., Van der Linden, A., Ouwerkerk, K. (2019) KRW - Toestand- en trendanalyse voor nutriënten. Deltares, Utrecht, Deltares, 2019, Rapportnummer 11203728-006.

Velthof, G.L. (2003) Relaties tussen mineralisatie, denitrificatie en indicatoren voor bodemkwaliteit in landbouwgronden. Alterra rapport 769, 38 pp

Velthof G.L. & B. Fraters (2007) Nitraatuitspoeling in duinzand en lössgrond. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 54. 36 blz.

Velthof, G. L., Koeijer, T., Schröder, J. J., Timmerman, M., Hooijboer, A., Rozemeijer, J., van Bruggen, C., & Groenendijk, P. (2017). Effecten van het mestbeleid op landbouw en milieu: Beantwoording van de ex-postvragen in het kader van de evaluatie van de meststoffenwet. (Wageningen Environmental Research rapport; No. 2782).

Vliet, van. M. en H.P. Broers (2019) Reistijdverdelingen en nitraatprognoses voor 15 bronnen in het KRW-meetnet Krijt-Maas op basis van metingen van tritium in 2001, 2009 en 2017. TNO-rapport R11581.

Bijlage 1. Adviesaanvraag

Bijlage 2. Commissie Deskundigen Meststoffenwet

Samenstelling van de Commissie Deskundigen Meststoffenwet

Leden	Plantaardige productiesystemen	Prof.dr.ir. M.K. van Ittersum Wageningen Universiteit
	Diervoeding	Dr.ir. J. Dijkstra Wageningen Universiteit
	Governance of agrobiodiversity	Prof.dr. H.A.C. Runhaar Universiteit Utrecht
	Bedrijfseconomie	Prof.dr.ir. A.G.J.M. Oude Lansink Wageningen Universiteit
	Watersystemen en Global Change	Prof.dr.ir. C. Kroeze Wageningen Universiteit
	Beleidstransformaties voor duurzame samenleving	Dr. M.A. Wiering Radboud Universiteit Nijmegen
	Milieutechnologie en Resource use	Prof. dr.ir. E. Meers Universiteit Gent
	Precisielandbouw/Smart Farming	Dr.ir. C.G. Kocks, AERES Hogeschool
	Bodem en nutriëntenmanagement	Prof.dr.ir. O. Oenema (tevens voorzitter) Wageningen Universiteit
Secretaris		Dr.ir. G.L. Velthof Wageningen Environmental Research
Adviseur	Planbureau voor de Leefomgeving	Dr.ir. J.J.M. van Grinsven PBL, Bilthoven

Bijlage 3. Achtergrond document CDM-advies 'Löss als aparte grondsoort in het mestbeleid'

1. Wat zijn lössgronden?

Löss bestaat uit bodemdeeltjes die via wind zijn aangevoerd. Lössgrond wordt daarom een eolische afzetting genoemd. De lössgronden liggen in Nederland op oude maasterrassen in een heuvelachtig landschap. De oude (hoge) terrassen hebben een lösslaag van enkele meters en de lagere terrassen hebben een lösslaag van meer dan 10 m (tot wel 20 m). Lössgronden zijn van nature kalkrijk, maar de bovengrond van lössgronden is ontkalkt in de loop van de tijd. Lössgrond heeft een open structuur en laat water regenwater goed door. Lössgronden op hellingen zijn gevoelig voor erosie. In de lössregio worden daarom maatregelen genomen om erosie te bestrijden vanuit de landbouwsector, provinciale verordeningen en landelijke beleid (Hessel et al., 2011).

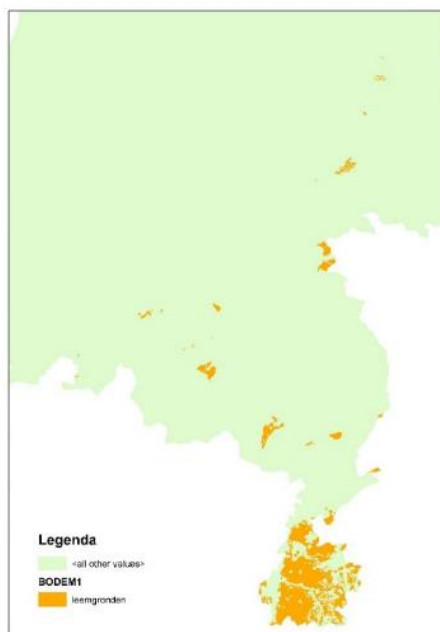
In de bodemkartering worden grondsoorten ingedeeld op basis van kenmerken, zoals de deeltjesgrootte en het gehalte aan organische stof. Veengronden bevatten meer dan 15% organische stof (afhankelijk van het lutumgehalte). In het bodemclassificatiesysteem van De Bakker en Schelling (1989), dat gebruikt wordt bij de bodemkartering in Nederland, wordt onderscheid in minerale gronden gemaakt naar deeltjesgrootte: klei of lutum (< 2 µm), silt (2-50 µm), leem (< 50 µm) en zand (50 – 2000 µm); zie Ten Cate et al. (1995). In de bodemkartering zijn löss- en leemgronden synoniem aan elkaar. Lössgronden bevatten meer dan 50% leem. Kleigronden hebben een hoog gehalte aan lutum, en zandgronden een hoog gehalte aan zand (zie ook textuurdriehoeken in Figuur 1 van de hoofdttekst).

De grondsoort die binnen de eerste 80 cm van het profiel voor meer dan de helft van die diepte aanwezig is, bepaalt de indeling naar veengrond, kleigrond, lössgrond en zandgrond. Dit geldt zowel bij de bodemkaart van Nederland als bij de grondsoortenkaart uit de Meststoffenwet.

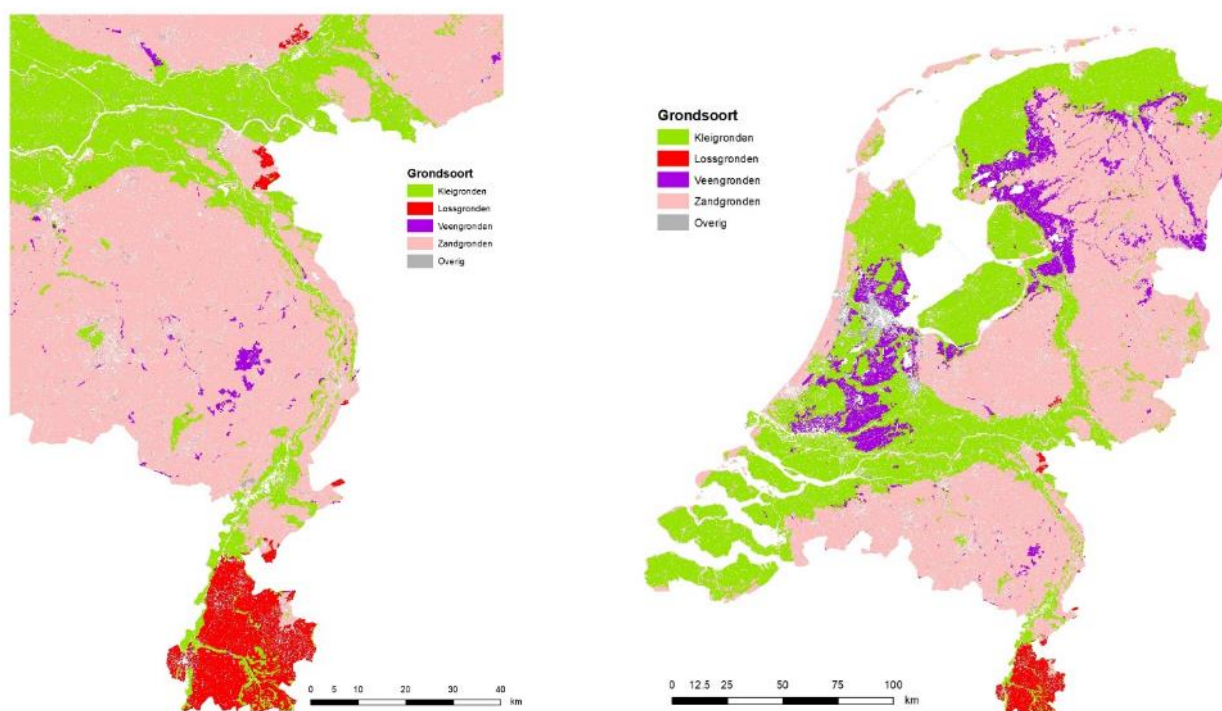
In de grondsoortenkaart voor de meststoffenwet zijn alle topografisch percelen (PIPO-percelen) in Nederland ingedeeld naar de grondsoorten zand, löss, klei en veen. Hierbij wordt het volgende onderscheid gemaakt:

- Zandperceel: Een perceel waarvan uit onderzoek blijkt dat ten minste de helft van de oppervlakte, voor meer dan de helft van de dikte van de grondlaag tot een diepte van 80 centimeter onder het maaiveld, bestaat uit zandgrond.
- Lössperceel: Een perceel waarvan uit onderzoek blijkt dat ten minste de helft van de oppervlakte, voor meer dan de helft van de dikte van de grondlaag tot een diepte van 80 centimeter onder het maaiveld, bestaat uit löss of leem.
- Veenperceel: Een perceel waarvan uit onderzoek blijkt dat ten minste de helft van de oppervlakte, voor meer dan de helft van de dikte van de grondlaag tot een diepte van 80 centimeter onder het maaiveld, bestaat uit veen.
- Kleiperceel: Grond die geen veen-, zand- of lössgrond is.

In Figuur 1 worden de leem/lössgronden uit de Bodemkaart van Nederland weergegeven en in Figuur 2 die van de Grondsoortenkaart. De Grondsoortenkaart volgt de topografische perceelsgrenzen, de Bodemkaart niet (NB. dit verschil is niet zichtbaar op de schaal waarop de kaarten hier zijn gepresenteerd).



Figuur 1. Leem/lössgronden in de Bodemkaart van Nederland (Bron: Wageningen Environmental Research).



Figuur 2. Leem/lössgronden in de Grondsoortenkaart de Meststoffenwet (Bron: Wageningen Environmental Research).

2. Wat is de waterkwaliteit in het lössgebied?

2.1 Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid

In het kader van de Nitraatrichtlijn zijn lidstaten verplicht de effecten van de maatregelen op de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater te monitoren. In het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) worden op circa 450 landbouwbedrijven jaarlijks zowel de landbouwpraktijk als de waterkwaliteit gemonitord. Het LMM is ontwikkeld om het effect van het Nederlandse mestbeleid op de nutriëntenuitspoeling, en vooral de nitraatuitspoeling, uit landbouwbronnen naar het grond- en oppervlaktewater te meten en de effecten van veranderingen in de landbouwpraktijk op de uitspoeling te volgen (Fraters et al., 2020). De monitoringprogramma's zijn gericht op de belangrijkste Nederlandse hoofdgrondsoortregio's: de Zand-, de Löss-, de Klei- en de Veenregio. Opgemerkt wordt dat in LMM deze vier grondsoortregio's worden onderscheiden, waarbij per regio één grondsoort dominant is. In de Zandregio kunnen bijvoorbeeld ook kleigronden voorkomen. In het mestbeleid wordt onderscheid in grondsoort gemaakt op perceelsniveau in de grondsoortenkaart (Zie Figuur 2).

De monitoring van de waterkwaliteit van het water dat uitspoelt uit de wortelzone vindt in LMM plaats door het nemen van monsters:

- van de bovenste meter van het freatisch grondwater (vooral in de Zand- en Veenregio);
- van het bodemvocht in de onverzadigde zone onder de wortelzone tussen 1,5 en 3,0 m onder het maaiveld als het grondwater dieper zit dan 5 m beneden maaiveld (zoals in de Lössregio) en
- van het drainwater, voor bedrijven in de Kleiregio die voldoende gedraineerd zijn (Fraters et al., 2020).

Door de diepe grondwaterstand in lössgrond (> 5 m diep) wordt het bodemvocht in de onverzadigde zone bemonsterd tussen 1,5 en 3,0 m diepte. De nitraatmetingen in het bodemvocht in LMM zijn hoger dan die in het Meetnet Duurzaam Schoon Grondwater meetnet van Waterleiding Maatschappij Limburg. Dit wordt veroorzaakt door een verschil in meetmethode (CDM, 2016; zie tekst box op volgende pagina).

Opgemerkt wordt dat "*Grondwater*" in de Nitraatrichtlijn wordt gedefinieerd als "*al het water dat zich onder het bodemoppervlak in de verzadigde zone bevindt en dat in direct contact met bodem of ondergrond staat*". Het bodemvocht dat in lössgrond wordt bemonsterd, bevindt zich in de onverzadigde zone en valt daarom niet onder de definitie van grondwater uit de Nitraatrichtlijn. Lidstaten hebben een behoorlijke vrijheid in de wijze waarop zij de monitoring voor de Nitraatrichtlijn vormgeven, mits aan de voorwaarden wordt voldaan dat de doeltreffendheid van de maatregelen in actieprogramma's beoordeeld kan worden. De omvang van de nitraatverontreiniging uit agrarische bronnen moet worden vastgesteld door het monitoren van de nitraatconcentratie van oppervlaktewater en grondwater. De monitoring van bodemvocht in lössgrond in de onverzadigde zone in het kader van LMM voldoet aan de eis van de Nitraatrichtlijn om de doeltreffendheid van maatregelen uit het actieprogramma te beoordelen, maar niet om de kwaliteit van grondwater in de verzadigde zone te monitoren.

CDM-advies Nitraatbepaling in bodemvocht in lössgronden (CDM, 2016)

In het kader van het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid (LMM) wordt de nitraatconcentratie in het bodemvocht gemonitord in geheel Nederland. Waterleiding Maatschappij Limburg voert een monitoring uit van de nitraatconcentratie in het bodemvocht van lössgrond in kader van het Meetnet Duurzaam Schoon Grondwater (DSG). De in LMM gemeten nitraatconcentraties in het bodemvocht van lössgronden zijn structureel ongeveer 20 procent hoger dan die in het meetnet van WML.

In LMM worden bodemonsters gecentrifugeerd en in het meetnet van WML worden bodemonsters via een schudmethode geëxtraheerd. Bij centrifugeren wordt alleen een deel van het bodemvocht (het mobiele water in de grote poriën) geëxtraheerd, terwijl bij schudextractie al het bodemvocht (dus ook het immobiele water in kleine poriën) wordt geëxtraheerd.

De hogere nitraatconcentratie bij centrifugeren ten opzichte van schudextractie geeft aan dat de nitraatconcentratie in het mobiele water een hogere nitraatconcentratie heeft dan in het immobiele water. Anionexclusie is de meest waarschijnlijke verklaring voor de hogere nitraatconcentraties in het centrifuge-extract ten opzichte van het schudextract. Anionexclusie is het proces waarbij anionen, zoals nitraat, worden afgestoten door negatief geladen klei- en organische stofdeeltjes in een dun waterlaagje rondom bodemdeeltjes in poriën. Hierdoor is de nitraatconcentratie lager in het dunne waterlaagje rond bodemdeeltjes dan in het water dat zich in het water verder van de poriëwand bevindt.

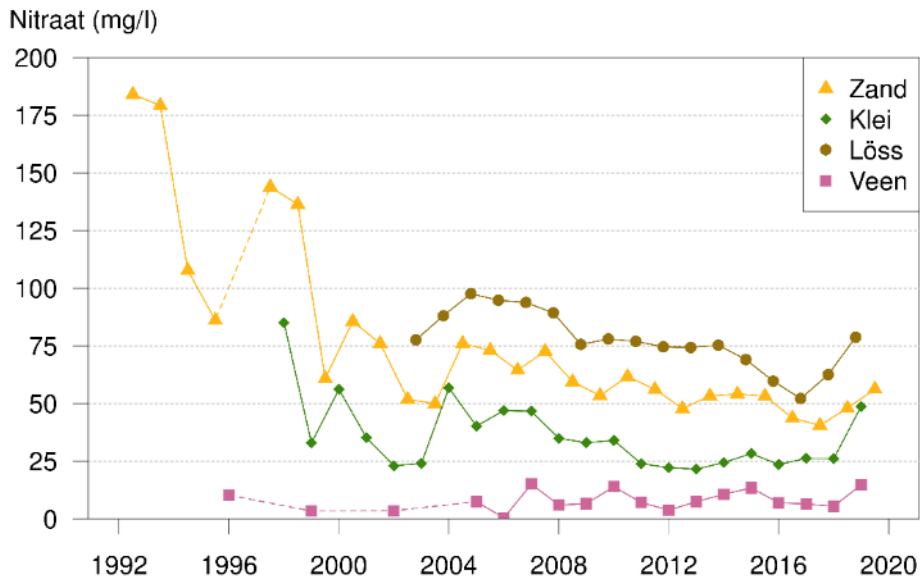
Zowel de RIVM- als de WML-methode zijn geschikt om de doeltreffendheid van maatregelen te beoordelen en beide geven ze een indicatie van de kwaliteit van het uitspoelende bodemvocht naar het grondwater. De werkgroep van de CDM concludeerde in 2016 dat de LMM-methode een nauwkeuriger indicatie geeft van de nitraatconcentratie in het water dat uitspoelt dan de DSG-methode.

2.2 Nitraatconcentratie in het uitspoelend water

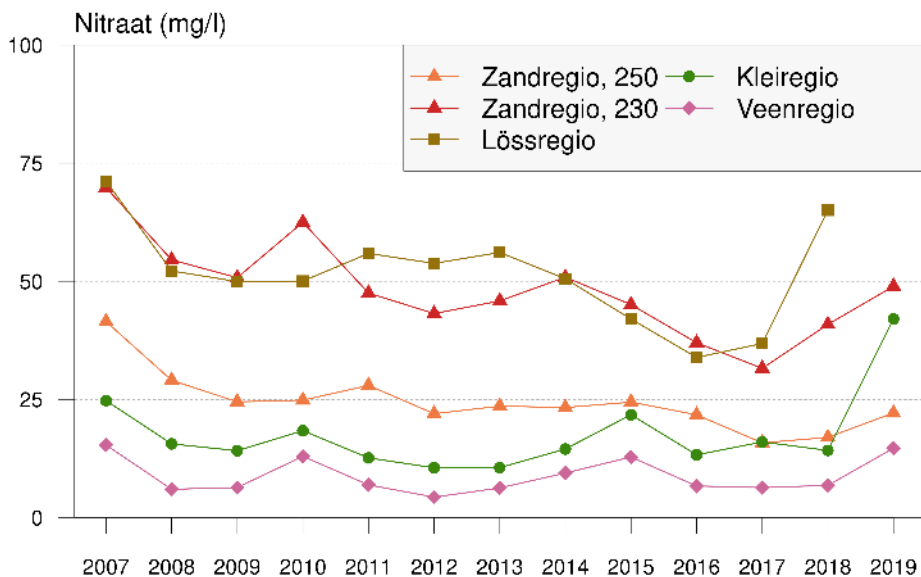
In Figuur 3 wordt de nitraatconcentratie in het uitspoelend water weergegeven van bedrijven in LMM (o.a. melkvee en akkerbouw) en in Figuur 4 de resultaten van bedrijven (vooral melkvee) met een derogatie in het kader van de Nitraatrichtlijn (deze bedrijven zijn ook onderdeel van LMM). Uit beide figuren blijkt dat gemiddeld het nitraatgehalte in water dat uitspoelt uit de wortelzone hoger is in de lössregio dan in de zandregio. Binnen de derogatiebedrijven is het verschil met de zandregio230 wat minder duidelijk. In LMM is de nitraatconcentratie in het uitspoelend water in de lössregio sterk gedaald tot 2017, maar ligt gemiddeld boven de nitraatnorm van 50 mg per l. De concentratie is in het droge jaar 2018 sterk gestegen in alle grondsoortregio's.

Als de resultaten van de zandregio in LMM worden beschouwd per zandgebied, dan blijkt dat de nitraatconcentratie in het gebied Zand Zuid hoger is dan in Zand Noord en Zand Midden (Figuur 5). Schoumans et al. (2012) concludeerden dat de verschillen in nitraatconcentratie tussen de drie zandgebieden voor een groot deel zijn te verklaren uit de verdeling van de grondwatertrappen en grondsoorten die voorkomen. Er zijn relatief meer uitspoelingsgevoelige ("droge") zandgronden in Zand Zuid en het aandeel grasland in Zand Zuid is lager dan in de andere zandgebieden (de nitraatuitspoeling uit grasland is lager dan uit bouwland, omdat de denitrificatiecapaciteit in grasland hoger is). De nitraatconcentratie in het uitspoelend water in de lössregio ligt meer in de buurt van het gebied Zand Zuid dan in de gebieden Zand Noord en Midden. Hierbij moet worden opgemerkt dat de nitraatconcentratie in de lössregio in de periode 2015 – 2017 lager was dan in het

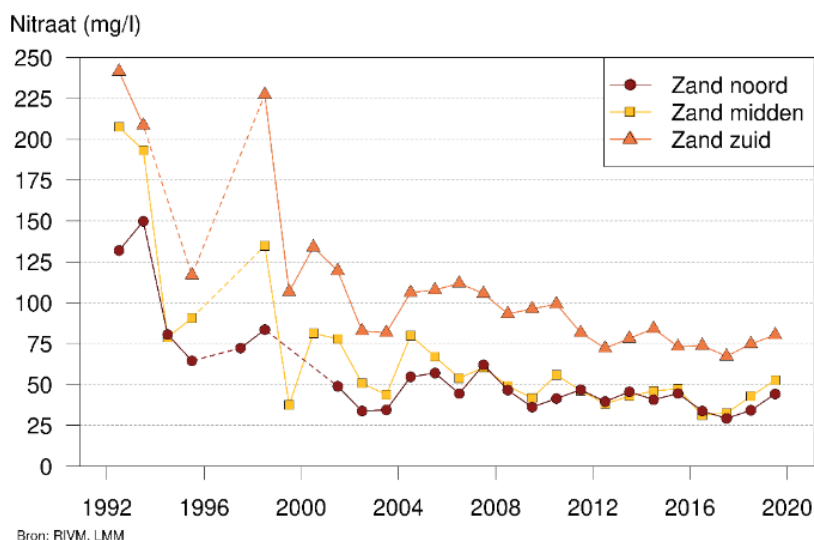
gebied Zand Zuid. In het derogatiemetnet is de nitraatconcentratie in het uitspoelend water in lössgronden en in de zandgebieden in zuid en midden Nederland (Zand230 in Figuur 4; derogatie van 230 kg N per ha) hoger dan die in de zandgebieden in het overig deel van Nederland (Zand250; derogatie van 250 kg N per ha).



Figuur 3. Nitraatconcentraties (als NO_3 in mg/l) in het water dat uitspoelt uit de wortelzone op landbouwbedrijven per regio in de periode 1992-2019. Jaargemiddelde van areaal-gewogen gemeten concentraties (Fraters et al., 2020).



Figuur 4. Gemiddelde nitraatconcentratie in water uitspoelend uit de wortelzone op derogatiebedrijven (grootste deel bestaande uit melkveebedrijven met minimaal 80% grasland) in de vier grondsoortregio's in de periode 2007-2019 (Lukács et al., 2020). Zandregio 230 is het gebied met een derogatie van 230 kg N per ha in zuid en centraal Nederland; Zandregio 250, is het gebied met een derogatie van 250 kg N per ha in de rest van de zandgronden in Nederland.



Figuur 5. Nitraatconcentraties (areaal-gewogen jaargemiddelde van gemeten concentratie in mg/l als NO₃) in het water dat uitspoelt uit de wortelzone op landbouwbedrijven in de gebieden Zand Noord, Zand Midden en Zand Zuid in de periode 1992-2019 (Fraters et al., 2020).

In LMM wordt van elk watermonster dat genomen wordt ook een nitraatmeting uitgevoerd met een nitraatsneltest in het veld (grondwater) of in het laboratorium (drainwater en bodemvocht). Hierdoor is het mogelijk om per gewas een mediane nitraatconcentratie te berekenen (Tabel 1). De watermonsters worden per bedrijf gemengd en hiervan wordt in het laboratorium de nitraatconcentratie gemeten; dit zijn de resultaten die in Figuren 3 – 5 worden weergegeven.

De resultaten van de nitraatmetingen per gewas laten zien dat de nitraatconcentratie in het uitspoelend water (bodemvocht in lössgrond en bovenste grondwater in zandgrond) hoger is in de lössregio dan in de zandregio. Verder is de rangorde van gewassen in nitraatconcentratie vergelijkbaar voor zand- en lössgronden; grasland heeft de laagste nitraatconcentratie en snijmais de hoogste.

Tabel 1. Mediane nitraatconcentratie (mg NO₃ per l) in het uitspoelend water per gewasgroep en grondsoortregio voor de landbouwpraktijkjaren 2009-2017. Resultaten van nitraatmetingen in LMM (bodemvocht in lössregio en bovenste grondwater in zandregio) met de nitraatsneltest (grondwater) of in het laboratorium (bodemvocht)². De mediaan is berekend omdat enkele hoge uitschieters een groot effect hebben op de gemiddelde concentratie.

	Lössregio	Zandregio
Grasland	18	7
Snijmais	77	62
Aardappel	75	45
Gerst ²	54	48
Gras-akkerbouw	17	38
Mais	99	68
Suikerbiet	52	49
Tarwe	61	51

² [https://www.rivm.nl/nieuws/verkenning-gewasspecifieke-nitraatuitspoeling-in-lmm?utm_source=Measuremail&utm_medium=email&utm_campaign=LMM+nieuwsbrief+\(NL\)](https://www.rivm.nl/nieuws/verkenning-gewasspecifieke-nitraatuitspoeling-in-lmm?utm_source=Measuremail&utm_medium=email&utm_campaign=LMM+nieuwsbrief+(NL))

²Grasteelt in de akkerbouw bestaat voornamelijk uit graszaadteelt en tijdelijk grasland

2.3 Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit

Het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG) bestaat uit ongeveer 350 meetlocaties die zijn verspreid over heel Nederland (Fraters et al., 2020). Op elke locatie worden grondwatermonsters genomen op diepten van 5-15 m en 15-30 m onder het grondoppervlak.

De meetpunten kunnen worden onderverdeeld in punten met oud (> 25 jaar) en met jong (< 25 jaar) grondwater (Figuur 13). In de punten met oud grondwater bevindt zich doorgaans water uit diepere watervoerende pakketten waardoor de nitraatconcentraties laag zijn (< 15 mg/l), terwijl de punten met jong grondwater water bevatten uit freatische lagen die onder invloed staan van activiteiten boven het maaiveld (Fraters et al., 2020). In jong grondwater in de Zand- en Lössregio in het oosten en het zuiden van Nederland worden soms hoge gemiddelde nitraatconcentraties (> 50 mg/l) aangetroffen in de periode 2016-2019 (Fraters et al., 2020). In de Zand- en Lössregio treden ook de meeste veranderingen op; er werden zowel toe- als afnamen van de nitraatconcentraties vastgesteld (Figuur 13). In het lössgebied wordt in verschillende meetpunten op 15-30 m diepte nitraatconcentraties in de periode 2016-2019 hoger dan 50 mg per l gevonden; in deze punten is sprake van een afname van de concentratie (Figuur 13).

Ook in het diepe grondwater (15-30 meter) zijn enkele punten in de lössregio met een nitraatconcentratie hoger dan 50 mg/l (met wisselende trend); zie Figuur 14. Twee meetpunten in het grondwater in de lössregio dat wordt gebruikt voor de productie van drinkwater hebben een relatief hoge nitraatconcentratie (25 – 50 mg/l) ten opzichte van meetpunten elders in Nederland (Figuur 15).

2.4 Oppervlaktewater

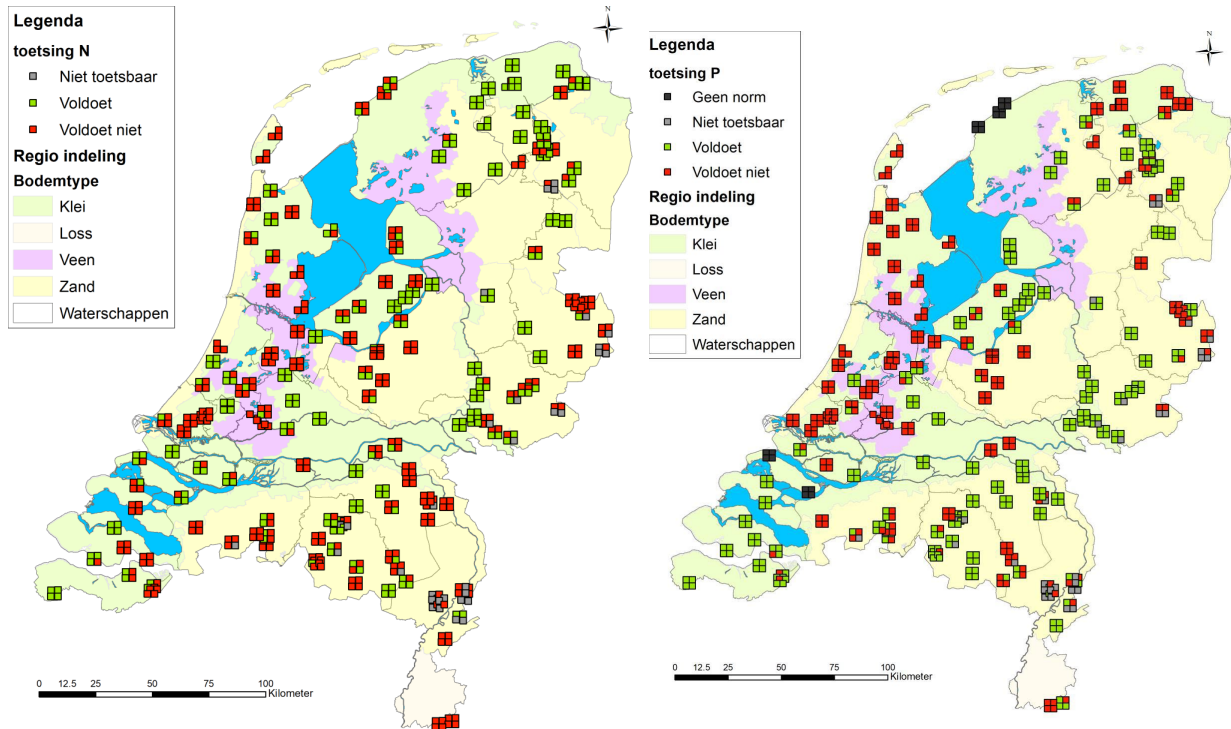
Het Meetnet Nutriënten Landbouwspecifiek Oppervlaktewater (MNLISO) is in 2010-2012 opgezet om de waterkwaliteit te monitoren op het gebied van nutriënten in landbouwspecifiek oppervlaktewater (Buijs et al., 2020; Buijs, 2020; Rozemeijer et al., 2014). In MNLISO zijn locaties geselecteerd waar landbouw de belangrijkste antropogene bron van nitraatuitspoeling is. Voor het meetnet zijn bestaande meetlocaties van alle waterschappen geselecteerd, waarvan verwacht wordt dat landbouw de belangrijkste antropogene bron van nutriënten is. In het lössgebied zijn twee meetpunten geselecteerd.

De twee punten in het lössgebied voldoen niet aan de waterschapsnormen³ voor N-totaal in 2015 t/m 2018 (Figuur 6). Één meetpunt voldoet niet en het andere meetpunt voldoet wel (in drie van de vier jaren) aan de waterschapsnorm voor P-totaal (Figuur 6).

Van Duijnhoven et al. (2019) geeft een landelijk beeld van de ontwikkelingen in de stikstof- en fosforconcentraties van alle Nederlandse monitoringslocaties voor de Kaderrichtlijn Water (Bijlage 3). Daarbij is geen selectie gemaakt van meetpunten die alleen door landbouw worden beïnvloed.

³ Voor de kleinere wateren die niet als Kaderrichtlijn Water - waterlichaam zijn aangewezen en die ook wel 'overige wateren' worden genoemd, is een methodiek ontwikkeld die is afgeleid van de KRW-systematiek voor de KRW-waterlichamen (Buijs et al., 2020). Deze methodieken zijn door de waterbeheerders gebruikt voor het afleiden van de nutriëntennormen voor de MNSLO-meetlocaties die niet in een KRW waterlichaam liggen ('waterschapsnormen').

Voor veel van de meetpunten in het lössgebied wordt de kwaliteit als matig tot slecht beoordeeld voor zowel N totaal als P-totaal (Figuur 16).

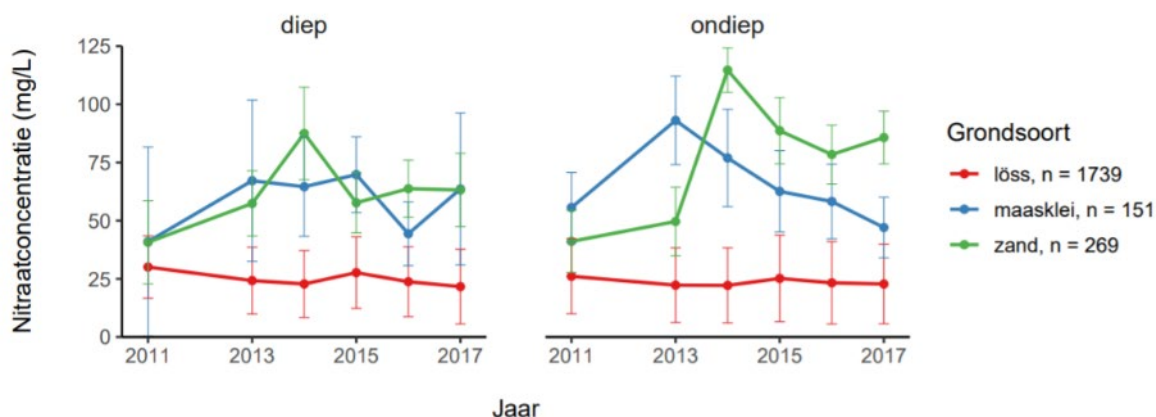


Figuur 6. Normoverschrijdingen 2015 t/m 2018 per locatie voor N-totaal (links) en P-totaal (rechts), getoetst aan de waterschapnorm (Buijs et al., 2020).

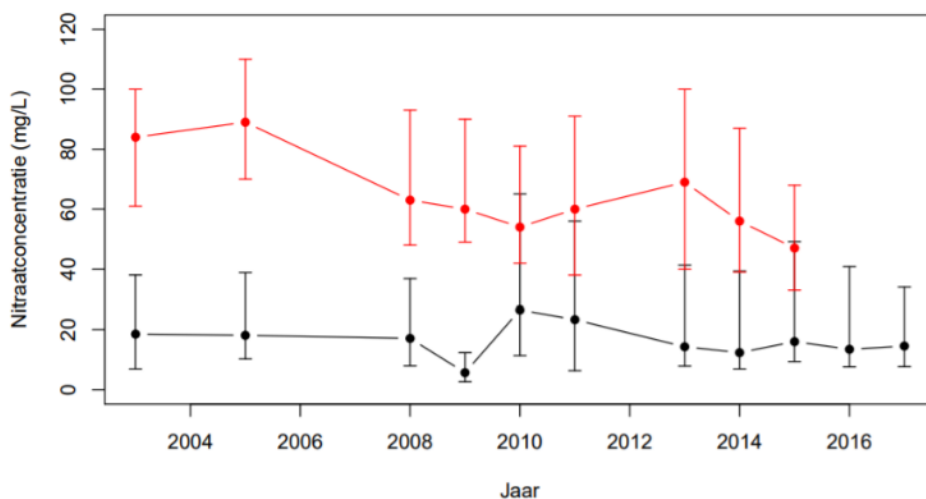
2.5 Meetnet Duurzaam Schoon Grondwater

In het meetnet Duurzaam Schoon Grondwater (DSG) van Waterleiding Maatschappij Limburg (WML) is in de periode van 2003 tot 2017 de nitraatconcentratie gemonitord in een aantal grondwaterbeschermingsgebieden in Limburg (Ros en de Pater, 2018). De nitraatconcentratie is bepaald in het bodemvocht van grondmonsters genomen op 150 en 250 cm beneden maaiveld door middel van schudden met extractievloeistof (zie ook tekstbox op pagina 7).

Figuur 7 geeft het verloop van de gemiddelde nitraatconcentraties per grondsoort. De nitraatconcentraties zijn in de lössregio (zuid Limburg) lager dan in de zandregio (noord Limburg) en kleiregio (midden Limburg). De nitraatgehalte zijn het hoogst bij aardappelen, snijmais en groenten en het laagst bij granen en gras (Ros & de Pater, 2018). Figuur 8 laat het eerder genoemde verschil zien in nitraatconcentratie in het bodemvocht tussen LMM en DSG. De nitraatconcentraties in het bodemvocht zijn lager dan 50 mg NO₃ per l in het DSG-netwerk en hoger dan 50 mg NO₃ per l in LMM. De verschillen tussen de resultaten van LMM en DSG zijn in Figuur erg groot en groter dan de 20% in het eerder genoemde CDM-advies. Het is niet duidelijk waarom het verschil in Figuur 8 veel groter is.



Figuur 7. Verloop van de nitraatconcentratie over de tijd in het DSG-netwerk. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de verschillende grondsoorten die overeenkomen met de regio's in Limburg (Noord is zand, midden is Maasklei en zuid is Löss). De foutenbalken geven de standaardafwijking weer (Ros en De Pater, 2018). Ondiep grondwater: 150 cm onder maaiveld \pm 10cm. Diep grondwater: 250 cm-mv \pm 10cm.



Figuur 8. Mediane waarden van de DSG metingen van regio Zuid-Limburg (zwart) ten opzichte van de mediane waarden van de LMM metingen (balk). De foutenbalken geven de 25% en 75% kwantielen aan (Ros en De Pater, 2018).

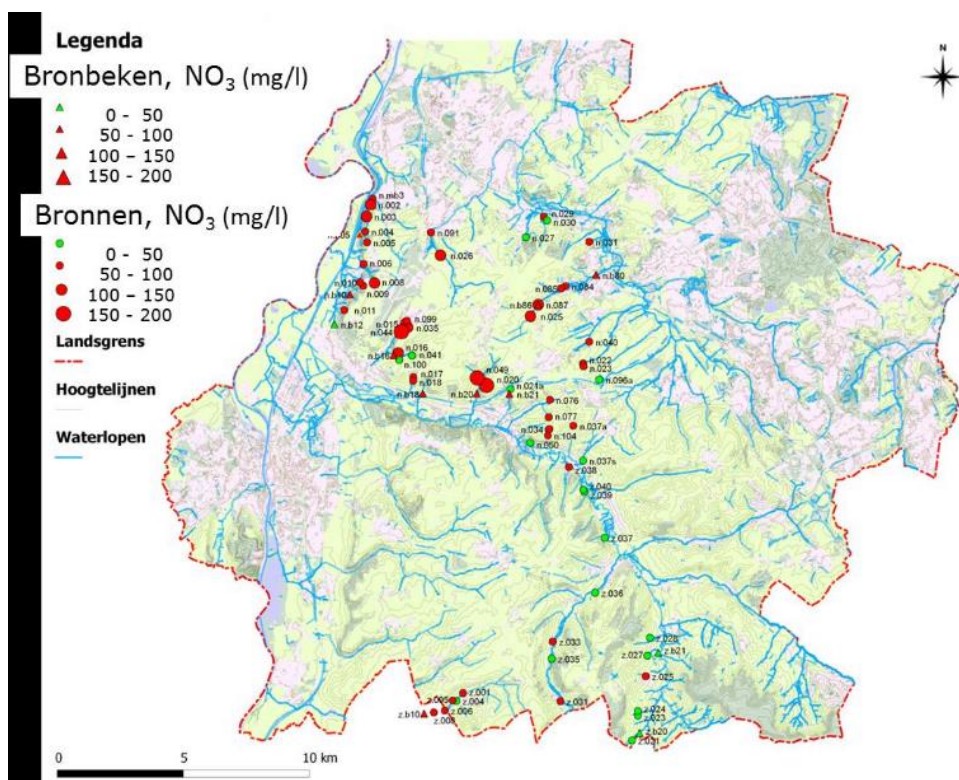
2.6 Bronbeken in Zuid-Limburg

Door de hydrogeologische situatie van Zuid-Limburg zijn op veel plaatsen bronnen ontstaan, waar het grondwater op geconcentreerde wijze aan de dag komt en als oppervlaktewater verder stroomt. In 2001 zijn eenmalig 79 bronnen en 12 bronbeken onderzocht (Hendrix en Meinardi, 2004). De analyses laten zien dat de reistijd van het grondwater naar deze bronnen varieert van tientallen jaren tot honderden jaren. De concentraties van nitraat waren vrijwel steeds hoger dan 50 mg/l bij de relatief jonge bronnen langs het Centraal Plateau; lagere concentraties werden gevonden in de veel oudere bronnen (tot meer dan 100 jaar) langs de zuidelijke plateaus. De auteurs concludeerden dat de

resultaten aangeven dat er nauwelijks sprake is van verdere denitrificatie van nitraat in de diepere lagen en in het grondwater in het lössgebied. Metingen in 2009 bevestigen het beeld van hoge nitraatconcentraties in veel bronnen en bronbeken in het noordelijk deel van Zuid Limburg (Figuur 9).

De hoge nitraatconcentraties in bronbeken worden ook beschouwd in kader van bescherming van natuurgebieden (Natura 2000; De Mars et al., 2015). Het nitraat in het bronwater kan een negatief effect hebben op de kwaliteit van natuur in hellingbossen.

De reistijd en herkomst bepalen in sterke mate de nitraatconcentratie in bronnen. In een studie van Van Vliet en Broers (2019) is de reistijd van grondwater naar bronnen in beeld gebracht en is een prognose gemaakt van het verloop van de nitraatconcentratie (Tabel 2). In deze studie wordt aangegeven dat het mestbeleid al tot een forse daling van de nitraatconcentratie in jong water in bronnen in het noordelijke deel van het lössplateau heeft geleid, maar dat er nog geen effect te zien is in bronnen met ouder water⁴. Het mag niet worden uitgesloten dat op bepaalde plaatsen de nitraatconcentraties van het bronwater nog toeneemt, omdat de reistijd van het grondwater lang kan zijn en het zwaar-met-stikstof-belaste-grondwater uit de jaren '80 en '90 nog onderweg is.



Figuur 9: Nitraatconcentraties in bronnen en bronbeken in Zuid-Limburg in 2009 (Bron: LMM)⁵.

⁴ https://www.luwq2019.dk/upload/142m_Fraters_et_al_Monitoring%20spring%20water%20quality.pdf

⁵ https://www.rivm.nl/Onderwerpen/L/Landelijk_Meetnet_effecten_Mestbeleid/Nieuwsbrieven/Nieuwsbrieven_Landelijk_Meetnet_effecten_Mestbeleid/LMM_in_Lossregio_deel_7_uitspoeling_wortelzone_kwaliteit_drinkwater_oppevlaktewater

Tabel 2. Karakteristieke reistijd voor bronnen in Zuid-Limburg en verloop van de nitraatconcentratie (Van Vliet en Broers, 2019).

Karakteristieke reistijd	Bronnen:	Hydrogeologische setting	Verloop nitraat
12 tot 22 jaar	CPMA-002 CPMA-034 CPGE-062 CPGB-022 MPNO-001* CRGE-032*	Bronnenniveaus aan de randen van het Centraal Plateau of in de hogere delen van de droge dalen van de zuidelijke plateaus.	Hoge concentraties tussen 50 en 200 mg/l rond het jaar 2000, sindsdien dalend naar 50 tot 100 mg/l. Vaak duidelijke korte termijnvariaties in nitraatconcentraties ten gevolge van weersinvloeden.
70 tot 110 jaar	UBGE-001 CRGE-031 CRGE-033* CRGU-005 MPGE-006 VYGE-019A VYGE-058*	Bronnen in de middendelen van de droge dalen van de zuidelijke plateaus en aan de voet van de plateaus in de belangrijkste beekdalen van Zuid-Limburg.	Concentraties tussen 30 en 50 mg/l rond het jaar 2000 en sindsdien licht dalend, stabiel of licht stijgend. Korte termijnvariaties in nitraat zijn klein.

**) Bronnen die mogelijk beter met een bi-modaal model te verklaren zijn met een parallel snel en langzaam deel van het stromingssysteem*

3. Denitrificatie, uitspoelfracties en oppervlakkige afspoeling lössgronden

3.1. *Denitrificatie*

In 2007 heeft de CDM een advies opgesteld over uitspoeling in lössgronden (Velthof en Fraters, 2007). In dit advies werd aangegeven dat de kans op denitrificatie in de wortelzone hoger is in lössgronden dan in zandgronden, omdat i) de kans op zuurstofloosheid in lössgronden hoger is, ii) de potentiële denitrificatie in lössgrond hoger is (Tabel 3) en iii) de verblijftijd van nitraat in lössgrond langer is.

In de diepere bodemlagen en het grondwater lijkt er in lössgronden weinig denitrificatie op te treden, omdat nitraatconcentraties in bodemvocht niet duidelijk afneemt met de diepte⁶ en omdat de nitraatconcentratie in het diepe grondwater en in bronnen hoog is (zie vorig hoofdstuk). In zandgronden kan denitrificatie optreden in veenlaagjes en pyrietlagen (De Klijne et al., 2008). In de nattere zandgronden zal ook denitrificatie optreden als de grondwaterstand de wortelzone bereikt. De nitraatconcentratie in natte zandgronden is hierdoor vaak laag. De Klijne et al. (2008) concludeerden dat in alle zandgronden sprake is van denitrificatie, maar dat de denitrificatie in droge zandgronden lager is dan in matig natte en natte zandgronden. De lokale verschillen in denitrificatie in de zandregio zijn groot (Fraters et al., 2006).

Tabel 3. Potentiële denitrificatie en mineralisatie snelheid (in mg N per kg droge grond per dag) in de 0-20 cm laag van bouwland op lössgronden en zandgronden uit Sturen op Nitraat (Velthof, 2003).

	Lössgronden		Zandgronden	
	n	gem ± sd.	n	gem ± sd.
Potentiële denitrificatie ⁸	20	5,2 ± 2,0	200	3,2 ± 1,5
Potentiële mineralisatie ⁹	21	1,6 ± 0,4	200	0,9 ± 0,4

⁶ de potentiële denitrificatiesnelheid is hier de toename in N₂O-concentratie tijdens anaërobe incubatie van een met nitraat aangerijkte grond bij 20 °C met behulp van acetyleeninhibitietechniek.

⁷ de potentiële mineralisatie is hier de toename in minerale stikstof tijdens incubatie van grond bij 20 °C .

3.2. *Nitraatuitspoelfracties LMM*

Bij de afleiding van stikstofgebruiksnormen door Schröder et al. (2004; 2005; 2007) en bij latere berekeningen ter onderbouwing van aanpassingen van gebruiksnormen en extra maatregelen zijn uitspoelfracties gebruikt om de nitraatuitspoeling te berekenen uit het stikstofoverschot in relatie tot landgebruik en grondwaterstand. Deze uitspoelfracties zijn afgeleid uit het LMM, waarin zowel de nitraatconcentratie in het water dat uitspoelt als de stikstofoverschotten op de bodembalans zijn bepaald. De uitspoelfracties zijn regelmatig geactualiseerd (Fraters et al., 2007, Fraters et al., 2012). De uitspoelfracties varieerden van 4% voor grasland op veengrond (dus 4% van het stikstofoverschot spoelt uit als nitraat) tot 106% voor bouwland op droge minerale grond (het gehele stikstofoverschot

⁶ [https://www.rivm.nl/lmm-in-lossregio-deel-10-maakt-uit-hoe-diep-je-meet?utm_source=Measuremail&utm_medium=email&utm_campaign=LMM+nieuwsbrief+\(NL\)](https://www.rivm.nl/lmm-in-lossregio-deel-10-maakt-uit-hoe-diep-je-meet?utm_source=Measuremail&utm_medium=email&utm_campaign=LMM+nieuwsbrief+(NL))

spoelt uit als nitraat). Het resterende deel van het overschot op de stikstofbodembalans gaat door denitrificatie verloren.⁷

In het CDM-advies uit 2007 werd geconcludeerd dat lössgronden gevoelig zijn voor nitraatuitspoeling, maar dat de nitraatuitspoeling waarschijnlijk gemiddeld lager is dan die van de meest uitspoelingsgevoelige zandgronden (Grondwatertrap VII en VIII). Er werd in dat advies voorgesteld wordt om de uitspoelingsfractie van akkerbouwgewassen op lössgrond tijdelijk te schatten op het gemiddelde van de uitspoelingsfracties van zandgronden met Gt VI en VII: 66% van het stikstofoverschot spoelt uit als nitraat.

Inmiddels zijn er voldoende data beschikbaar in LMM om uitspoelfracties specifiek voor lössgrond te berekenen. De uitspoelfracties zijn recentelijk herzien op basis van de data van LMM uit de periode 1991/92 –2014/15 (Tabel 4; Noij en ten Berge, 2019). Hierbij zijn ook uitspoelfracties afgeleid voor lössgrond. De veranderingen in uitspoelfracties zijn voor zand-, klei- en veengronden gering ten opzichte van de uitspoelfracties die gehanteerd zijn door Schröder et al. (2004; 2005; 2007). De vastgestelde uitspoelfracties voor de lössregio (0,83 voor bouwland en 0,23 voor grasland) zijn gemiddeld hoger dan voor de zandregio (0,47 voor bouwland en 0,16 voor grasland; Tabel 4). De uitspoelfractie van bouwland op lössgrond komt overeen met die van bouwland op zandgrond met een Gt van VII en die van grasland op lössgrond komt overeen met die van grasland op zandgrond met een Gt van ongeveer V à VI (Tabel 5). De nieuwe uitspoelfracties zijn dus hoger dan destijds geschat door Velthof en Fraters (2007). Op basis van deze LMM-gegevens volgt dat bouwland op lössgronden gevoelig is voor nitraatuitspoeling (vergelijkbaar met een droge zandgrond met Gt VII) en dat grasland op lössgrond een vergelijkbare nitraatuitspoeling heeft als grasland op zandgrond met een Gt die tussen droog en nat inligt (Gt van V-VI).

⁷ Het stikstofoverschot is gecorrigeerd voor stikstofverliezen door ammoniakvervluchtiging uit mest en kunstmest. Er wordt aangenomen dat het stikstofoverschot verloren gaat door of uitspoeling of denitrificatie. Er zijn geen significante veranderingen opgetreden in het gehalte in organische stof in grasland, maisland en bouwland in de lössregio (Velthof et al., 2017), waardoor wordt aangenomen dat er geen netto stikstofvastlegging in de organische stof van de bodem heeft plaatsgevonden.

Tabel 4. Uitspoelfracties per landgebruik en grondsoortregio (Noij en Ten Berge, 2020 op basis van een analyses van LMM data door Van Leeuwen en Fraters (2018)). De uitspoelfracties zijn gebaseerd op de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van zandgrond en in het bodemvocht in lössgrond. Gemiddelde en 95%-betrouwbaarheidsinterval op basis van gegevens voor de periode 1991/1992-2014/2015.

Landgebruik	Zandregio	Lössregio	Kleiregio	Veenregio
Bouwland	0,47 (0,41-0,53)	0,83 (0,72-0,93)	0,33 (0,30-0,37)	n.v.t.
Grasland	0,16 (0,13-0,19)	0,23 (0,08-0,37)	0,11 (0,09-0,13)	0,06 (0,05-0,07)

Tabel 5. Uitspoelfracties voor zandgrond in afhankelijkheid van grondwatertrap (Gt)¹ afgeleid uit de LMM-data (Tabel 1) en correctiefactoren voor Gt van Boumans et al. (1989).

Gt	Bouwland (incl. maïs)	Grasland
Gt I	0,05	0,02
Gt II	0,05	0,02
Gt IIb	0,05	0,02
Gt III	0,08	0,03
Gt IIIb	0,31	0,13
Gt IV	0,43	0,19
Gt V	0,50	0,22
Gt Vb	0,48	0,21
Gt VI	0,65	0,28
Gt VII	0,83	0,36
Gt VIII	1,00	0,43

¹ De vochttoestand neemt af van Gt 1 (gemiddeld laagste grondwaterstand < 50 cm) naar GT VIII (gemiddeld hoogste grondwaterstand > 140 cm).

3.3. Nitraatuitspoelfracties in DSG uitspoelmodel lössgrond

In kader van project Duurzaam Schoon Grondwater (DSG) is een nitraatuitspoelingsmodel ontwikkeld om het effect van bouwplan en bemesting op de nitraatconcentratie in het bodemvocht in beeld te brengen (Ros et al., 2017a&b; 2018). Ook in dit model worden nitraatuitspoelfracties gehanteerd. Deze uitspoelfracties zijn per gewas afgeleid van metingen van bemesting en nitraatuitspoeling op perceelsniveau in het kader van het DSG-project. De uitspoelfracties zijn gebaseerd op basis van het “werkzame stikstofoverschot” (berekend uit de hoeveelheid werkzame N die bemest is en werkzame N uit mineralisatie gewasresten en bodem-organische stof). Er is ook rekening gehouden met het volggewas. Voor elk gewas zijn twee uitspoelingsfracties berekend: één voor een ondiep wortelend volggewas en één voor diep wortelend volggewas. De uitspoelfracties zijn lager bij een diep wortelend volggewas, omdat een diep wortelend volggewas een deel van het uitgespoelde nitraat weer kan opnemen. De uitspoelingsfracties variëren van 0,08 voor weidegras tot 0,81 voor continue snijmais (gemiddeld voor een ondiep en diep wortelend volggewas).

Door de andere methode van berekening zijn deze uitspoelfracties niet direct te vergelijken met de uitspoelfracties die uit LMM zijn afgeleid (Tabel 4). Belangrijk hierbij is dat de nitraatconcentraties gemeten in het bodemvocht-extract in het DSG-netwerk duidelijk lager zijn dan die in LMM (Figuur 8). Dit resulteert in een lagere uitspoelfractie op basis van DSG dan op basis van LMM.

Tabel 6. Gemiddelde uitspoelingsfracties per gewas met bijbehorend betrouwbaarheidsinterval (betr.int.) zonder rekening te houden met het volggewas (alle data), dan wel uitgesplitst voor een ondiep of diep volggewas (Ros et al., 2018).

Gewas	Alle data			Ondiep volggewas			Diep volggewas		
	n	gem	betr.int.	n	gem	betr.int.	n	gem	betr.int.
appels	24	0,21	0,15-0,28	7	0,42	0,20-0,86	-	-	-
bladrammenas	4	0,40	0,29-0,56	-	-	-	-	-	-
consumptieaardappel	71	0,32	0,26-0,40	18	1,19	1,05-1,35	45	0,23	0,19-0,28
grasland	193	0,11	0,10-0,13	13	0,11	0,06-0,21	-	-	-
groenten	4	0,80	0,66-0,98	4	0,80	0,66-0,98	-	-	-
hamster	45	0,38	0,31-0,47	2	0,70	0,63-0,78	4	0,18	0,07-0,46
korrelmais	30	0,35	0,26-0,47	7	0,57	0,29-1,14	21	0,27	0,20-0,35
natuurgras	38	0,18	0,15-0,21	-	-	-	-	-	-
rogge	6	0,30	0,11-0,81	-	-	-	-	-	-
snijmais-continu	33	0,81	0,67-0,98	28	0,82	0,66-1,02	-	-	-
snijmais-enkel	81	0,30	0,24-0,36	3	1,79	0,65-4,94	63	0,30	0,24-0,37
suikerbiet	116	0,16	0,14-0,19	34	0,30	0,22-0,42	70	0,12	0,10-0,14
triticale	2	0,19	0,04-0,90	2	0,19	0,04-0,90	-	-	-
weidegras	94	0,08	0,06-0,10	-	-	-	-	-	-
wintergerst	38	0,43	0,32-0,57	11	0,59	0,42-0,82	27	0,37	0,26-0,55
wintertarwe	230	0,20	0,18-0,23	106	0,30	0,26-0,36	112	0,14	0,12-0,17
zaaiui/winterui	12	0,61	0,38-1,00	2	1,45	0,33-6,36	6	0,35	0,17-0,72
zomergerst	29	0,27	0,19-0,38	4	1,53	0,97-2,42	17	0,16	0,11-0,24

4. Benutting stikstof en fosfaat door het gewas op lössgronden

4.1. Bemestingsadviezen en stikstofgebruiksnormen

In de adviesbasis voor grasland en voedergewassen wordt voor stikstofbemesting voor zowel grasland als snijmaïs geen onderscheid gemaakt naar grondsoort⁸. De stikstofbemesting van grasland wordt afgeleid van de bemesting die nodig is om de 'streefopbrengst' te realiseren, met een correctie voor het stikstofleverend vermogen van de bodem. Het stikstofleverend vermogen van de bodem is hoger als het totaal-stikstofgehalte in de bodem hoger is.

Bij akkerbouwgewassen wordt de geadviseerde stikstofgift gecorrigeerd voor de hoeveelheid minerale N die in de bodem aanwezig is in het voorjaar, waarbij soms ook rekening wordt gehouden met grondsoort⁹. Ook wordt er soms rekening gehouden met de opbrengst (bijvoorbeeld bij de tweede bemesting wintertarwe). Dat betekent dat eventuele verschillen in geadviseerde bemestingsgiften voor stikstof tussen löss- en zandgronden enkel bepaald worden door verschillen in de hoogte van de verwachte gewasopbrengst en de hoeveelheid minerale N in de bodem in het voorjaar. De adviezen voor löss zijn vaak ook niet gebaseerd op veldproeven uitgevoerd op die grondsoort, maar meestal gaat men uit van de klei-adviezen.

De stikstofgebruiksnormen van gewassen op lössgrond zijn gelijk aan die van gewassen in het zuidelijk zandgebied, behalve die van consumptie aardappelen (4 kg N per ha lager dan in het zuidelijk en centraal zandgebied) en wintertarwe (30 kg N per ha hoger op lössgronden ten opzichte van alle zandgronden)¹⁰. Er wordt binnen het mestbeleid dus enig onderscheid in stikstofgebruiksnormen gemaakt tussen lössgronden en zandgronden. Dit verschil in stikstofgebruiksnormen bij wintertarwe tussen löss- en zandgronden is bij de aanvang van het gebruiksnormenstelsel al geïntroduceerd; in 2006 was de stikstofgebruiksnorm voor wintertarwe 220 kg N per ha voor lössgrond en 160 kg N per ha voor zandgrond. De normen in 2006 waren gebaseerd op het bemestingsadvies.

De gebruiksnormen voor uitspoelingsgevoelige gewassen op zand- en lössgrond zijn in de periode 2006-2014 stapsgewijs aangepast om de nitraatuitspoeling verder te beperken. In het zuidelijk zandgebied en het lössgebied zijn de gebruiksnormen sterker verlaagd dan in de overige zandregio's en bevinden zich op 70-80% van het niveau in 2006. De norm voor het niet-uitspoelingsgevoelige

⁸ Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen: <https://edepot.wur.nl/413891>

⁹ Handboek bemesting:

<https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Bemesting/Stikstof/Granen.htm>

¹⁰ Voor consumptieaardappelen (overig) is het bemestingsadvies 250 kg N per ha voor löss en 265 kg N per ha voor zand (gebaseerd op geschatte gemiddelde minerale N-gehalte in het voorjaar). Dit waren ook de stikstofgebruiksnormen in 2006. Daarop zijn vervolgens kortingen toegepast die hebben geleid tot de huidige normen die voor zand op 71% van niveau van 2006 ligt en voor löss op 74% van het niveau 2006. Voor wintertarwe is het stikstofbemestingsadvies voor lössgrond gelijk aan dat van kleigronden vanwege het vergelijkbare opbrengstniveau tussen klei en löss (op basis van een geschatte N-mineraal in het voorjaar). In 2006 is op basis daarvan de gebruiksnorm voor lössgrond vastgesteld op 220 kg N per ha waarna de norm uiteindelijk is verlaagd naar 190 kg N per ha (86% van niveau 2006). Voor zand was het bemestingsadvies in 2006 160 kg N per ha, dat is ook de stikstofgebruiksnorm geworden in 2006 en gebleven. Het lagere advies voor zand hangt samen met het lagere opbrengstniveau op zand. Inmiddels is het bemestingsadvies op zand verhoogd naar 190 kg N per ha, maar de gebruiksnorm is gebleven zoals die was in 2006. Het advies op klei (en daardoor ook löss) is inmiddels 230 kg N per ha.

gewas wintertarwe bevindt zich op ruim 86% van het niveau in 2006. Anders dan in de zandgebieden is in de lössregio ook de norm voor tarwe verlaagd.

4.2. Opbrengsten van derogatiebedrijven en stikstofoverschotten van melkveebedrijven

De opbrengsten op bedrijven met een derogatie worden sinds 2006 gevolgd. De opbrengsten worden bepaald volgens de methode van Aarts et al. (2005; 2008). De graslandopbrengsten waren in de periode 2006-2018 in de zand230-regio 3% hoger en in de zand250-regio 1% lager dan die in de lössregio (Tabel 7). De snijmaïsoopbrengsten waren in de periode 2006-2018 in de zand230-regio gemiddeld 3% en in de zand250-regio gemiddeld 5% lager dan die in de lössregio (Tabel 8).

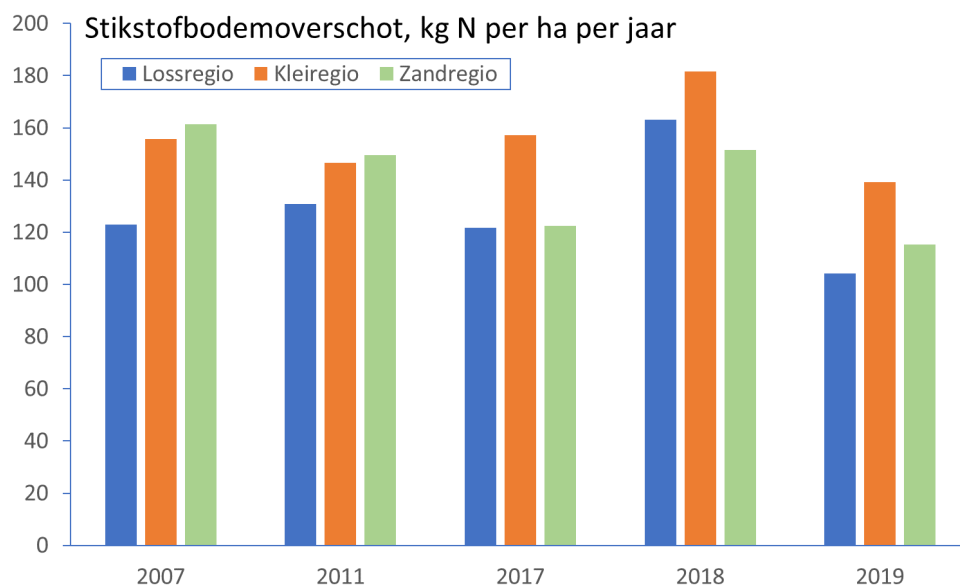
Tabel 7. Drogestofopbrengsten van grasland in kg per ha op bedrijven met een derogatie in de regio's Zand230 (zuidelijke en centrale zandgronden), Zand250 (zandgronden in de rest van Nederland), Löss en Klei (Bron: Agrimatie.nl).

	Zand230	Zand 250	Löss	Klei
2006	9800	10293	8334	10576
2007	10916	9539	10306	9934
2008	10450	9366	9684	9760
2009	9588	9636	10484	10188
2010	8970	8961	10274	10510
2011	10315	10120	9992	10820
2012	10652	9730	10475	10690
2013	9556	9057	10680	10665
2014	11091	10749	11140	11601
2015	10567	10112	9135	11084
2016	10778	10346	8948	12158
2017	10034	8583	10168	10579
2018	7540	8304	7001	8743
Gemiddeld	10020	9600	9740	10562

Tabel 8. Drogestofopbrengsten van snijmaïs in kg per ha op bedrijven met een derogatie in de regio's Zand230 (zuidelijke en centrale zandgronden), Zand250 (zandgronden in de rest van Nederland), Löss en Klei (Bron: Agrimatie.nl)

	Zand230	Zand 250	Löss	Klei
2006	15086	15198	13812	15239
2007	16012	14928	15742	14964
2008	16993	15507	15336	15268
2009	17565	15966	17364	16059
2010	17043	15704	17188	16071
2011	17527	17030	17554	16352
2012	17528	16600	18219	17973
2013	16486	15658	17621	16368
2014	17945	17002	20368	18036
2015	17477	17005	19413	18004
2016	16266	17498	16798	17324
2017	18894	18650	18537	18089
2018	15257	16913	17836	16617
Gemiddeld	16929	16435	17368	16643

In Figuur 10 worden de stikstofoverschotten op de bodembalans van melkveebedrijven (met en zonder derogatie) weergegeven voor de zand-, klei en lössregio's, op basis van de resultaten van LMM. Het stikstofoverschot van melkveebedrijven in de lössregio is in de meeste jaren in de periode 2017 – 2019 lager dan die in de zandregio (behalve in 2017 en 2018). Het lager stikstofoverschot op lössgronden dan zandgronden in 2019 wordt grotendeels veroorzaakt door een lagere bemesting met dierlijke mest. Verschillen in opbrengst van grasland en maisland tussen zand- en lössgronden spelen ook een rol bij het verschil in stikstofoverschot, maar er is een grote variatie tussen jaren (Tabellen 7 en 8).



Figuur 10. Stikstofoverschot op de bodembalans van melkveebedrijven in LMM in de löss-, zand en kleiregio (bron: Agrimatie.nl).

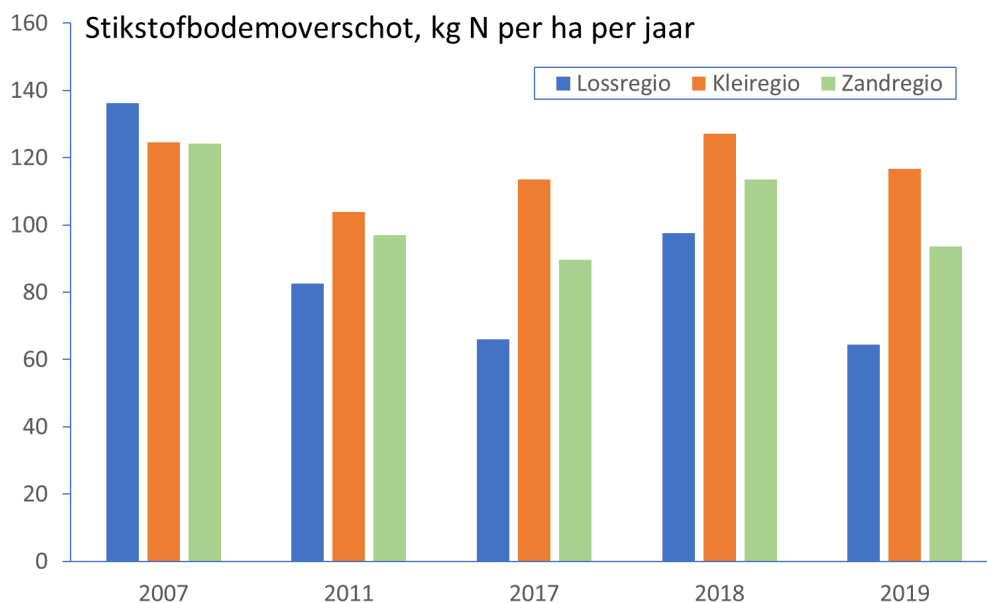
4.3. Opbrengsten akkerbouwgewassen en stikstofoverschotten akkerbouwbedrijven

In Tabel 9 worden de opbrengsten weergegeven van consumptieaardappelen, suikerbieten en wintertarwe in de klei-, zand- en lössregio's voor de periode 2006 – 2019, volgens het Bedrijfsinformatienetwerk. Gemiddeld in de periode 2006 – 2019 was de opbrengst van consumptieaardappelen 5% lager in de lössregio dan in de zandregio, die van suikerbieten 3% hoger in de lössregio dan in de zandregio en die van wintertarwe was 5% hoger in de lössregio dan in de zandregio.

In Figuur 11 worden de stikstofoverschotten op de bodembalans van akkerbouwbedrijven weergegeven voor de zand-, klei en lössregio's, op basis van de resultaten van LMM. Het stikstofoverschot van akkerbouwbedrijven in de lössregio is in de periode 2017 – 2019 duidelijk lager dan die in de zandregio. Het stikstofoverschot is een indicator voor het verlies via nitraatuitspoeling en denitrificatie. De hoeveelheid stikstof toegediend met dierlijke mest en kunstmest was in de jaren 2017-2019 vergelijkbaar voor de lössregio en zandregio, zodat het lagere stikstofoverschot in de lössregio dan in de zandregio (Figuur 11) wordt veroorzaakt door een hogere stikstofafvoer met geogst gewas. De hogere afvoer is mede een gevolg van het hoge aandeel wintertarwe in het bouwplan in de lössregio t.o.v. dat in de zandregio. Met wintertarwe wordt relatief veel N afgevoerd.

Tabel 9. Drogestofopbrengsten (kg per ha) van consumptieaardappelen, suikerbieten en wintertarwe in de zand-, klei en lössregio's (Bron: Agrimatie. Bedrijfsinformatienet).

Jaar	Consumptieaardappelen			Suikerbieten			Wintertarwe		
	Lössregio	Kleiregio	Zandregio	Lössregio	Kleiregio	Zandregio	Lössregio	Kleiregio	Zandregio
2006	38900	47200	45300	55300	78000	66900	8600	8800	8200
2007	54000	48100	56900	72300	68700	67200	7600	7400	6500
2008	52700	53700	57500	74200	75300	73400	8900	9400	8800
2009	52400	51100	50100	84100	82300	78200	9100	9900	9200
2010	44100	50200	52200	74600	79300	70400	8300	9400	7900
2011	54400	56100	52600	82300	83700	78000	8600	8300	7100
2012	53300	52700	52600	79600	81200	75100	8600	8600	9000
2013	48600	46800	49500	81500	79100	73500	10100	9200	8900
2014	54700	51500	55100	93300	95600	84100	10200	9500	8900
2015	55000	51900	58400	83000	89100	77800	10400	10100	8500
2016	40500	49700	48500	68800	86300	75100	5800	8400	8200
2017	55400	50900	53800	86800	97300	86400	8200	9500	8800
2018	39300	43400	46500	65700	82000	65500	8400	8900	8400
2019	48800	53400	47100	78000	90500	73500	9300	10000	8400
gemiddeld	49436	50479	51864	77107	83457	74650	8721	9100	8343



Figuur 11. Stikstofoverschot op de bodembalans van akkerbouwbedrijven in LMM in de löss-, zand en kleiregio (bron: Agrimatie.nl).

4.4. Bewortelingsdiepte en stikstofopname

In tabel 8 staan de bewortelingsdiepten van verschillende gewassen en grondsoorten. Lössgronden zijn meestal brikgronden volgens het Nederlands bodemclassificatiesysteem. In deze tabel is de bewortelingsdiepte van lössgronden dieper dan van podzolgronden en vergelijkbaar met die van eerd- en vaaggronden met een dik dek¹¹. In onderzoek van Houben (1979) wordt aangegeven dat lössgronden tot zeker 100 cm bewortelbaar zijn (zie bijvoorbeeld Figuur 12), behalve de ondiepe, vaak kleiige lössgronden, met een zandondergrond. De beworteling in veel zandgronden is meestal ondieper door verdichting en/of verkittung van de bodem. In natte zandgronden belemmeren hoge grondwaterstanden een diepe beworteling; de nitraatuitspoeling in deze gronden is laag door vooral denitrificatie.

Dekker et al. (2003) rapporteren bewortelingsdiepten van gewassen op lössgrond die zijn bepaald op de proefboerderij in Wijnandsrade in de periode 1995 t/m 2001. De gemiddelde bewortelingsdiepte over 7 jaar was bij aardappelen 45 cm (dat wil zeggen dat 90% van de wortels zich in de laag 0-45 cm onder maaiveld bevond), bij snijmaïs 70 cm, bij suikerbieten 80 cm en bij wintertarwe 100 cm. Ook de bewortelingsdichtheid is van belang, d.w.z. de totale wortellengte per liter grond; die is bij grasland veel hoger dan bij bijvoorbeeld maïs. In voornoemd onderzoek wordt aangegeven dat het nitraatgehalte in het bodemvocht sterk afhangt van het gewas dat geteeld wordt. Na aardappelen of snijmaïs is het nitraatgehalte hoger dan na wintertarwe of suikerbieten. Ook de gewasvolgorde beïnvloedt het nitraatgehalte. Diepwortelende gewassen als wintertarwe en suikerbieten zijn volgens de auteurs in staat om nog een gedeelte van de achtergebleven stikstof na een voorafgaande teelt van aardappelen of snijmaïs te benutten.

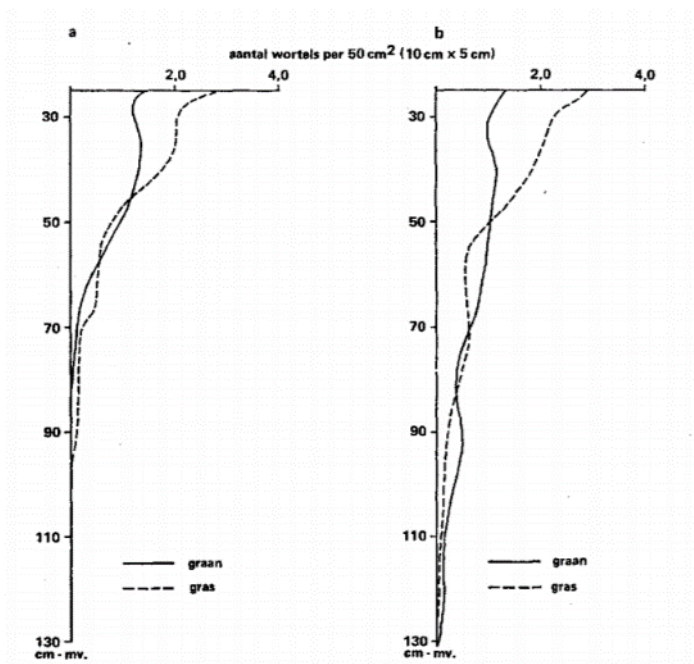
¹¹ Eerdgronden zijn zandgronden met een dikke humeuze bovenlaag. Vaaggronden zijn zandgronden zonder duidelijke gelaagdheid (oa. duingronden)

Uit de literatuur is het bekend dat wintergranen diep kunnen wortelen en stikstof uit de diepere bodemlagen kunnen opnemen. In onderzoek van Thorup-Kristensen et al. (2009) werden wortels van wintertarwe op 2,5 m diepte gevonden in een zavelgrond (bevat meestal iets meer klei dan lössgrond). In dat onderzoek werd aangetoond dat wintertarwe in staat was om stikstof op te nemen tijdens de lente en zomer die tijdens de voorafgaande herfst en winter als nitraat was uitgespoeld. In de laag 1- 2,5 meter was in de herfst meer nitraatstikstof aanwezig (81 kg N per ha) bij de ondiepwortelende zomertarwe dan bij de diep wortelende wintertarwe.

Tabel 8. Bewortelingsdiepte van verschillende gewassen op verschillende grondsoorten (Naudin-Ten Cate et al., 2000).

Bodemtype	Gras	Graan	Mais	Aard-appelen	Suiker-bieten
veengronden	20-30	25-30	25-30	20-25	25-30
moerige gronden	20-25	25-35	25-35	20-30	25-35
veenkoloniale gronden					
- niet verbeterd	20	25	25	20	25
- gemengwoeld	30-35	30-50	30-50	30-40	30-50
kleigronden					
profielverloop 1	25-30	35-45	35-50	30-35	35-45
profielverloop 2	25-30	40-60	40-65	35-45	40-60
profielverloop 3en/of4	25-30	35-50	35-50	30-35	35-50
profielverloop 5	30-35	45-70	45-80	35-40	45-70
zandgronden					
eerd- en vaaggronden					
- dun dek	20	25	25	25	25
- matig dik dek	30	40	40	30	40
- dik dek	50	60-80	60-80	50	60-80
- met kleidek	25	30	30	25	30
podzolgronden					
- dun dek	25	25-30	25-30	25	25-30
- matig dik dek	35	40	40	35	40
brikgronden	40-50	60-80	60-80	40-60	60-80

N.B. De aangegeven spreiding hangt samen met de variatie in profielopbouw en bodemgesteldheid binnen de onderscheiden bodemtypen. Bij kleigronden is dit met name de bouwvoorwaarde (bij zavel en lichte klei is de effectieve bewortelingsdiepte meestal groter dan bij zware klei) en het al of niet aanwezig zijn van slecht bewortelbare zware klei in het profiel beneden de bouwvoor.

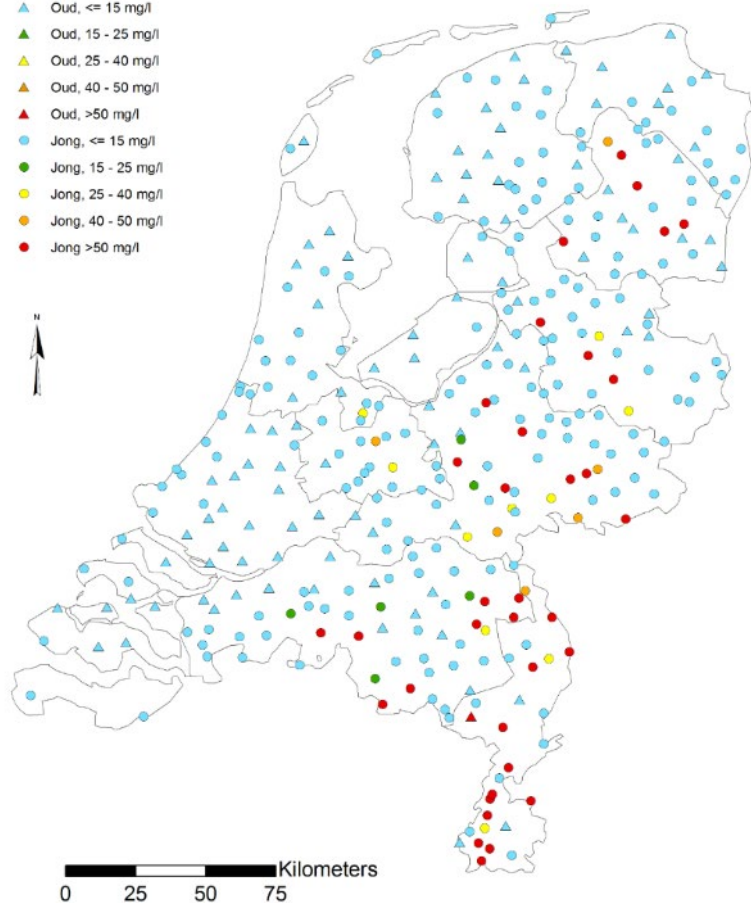


Figuur 12. Wortelverdeling van graan en gras in twee leembrikgronden: a. zandige leem (BLD5) en b. siltige leem (BLD6en BLb6) (Houben, 1979).

Nitraat grondwater 5-15m gemiddeld

Watertype en nitraatklasse

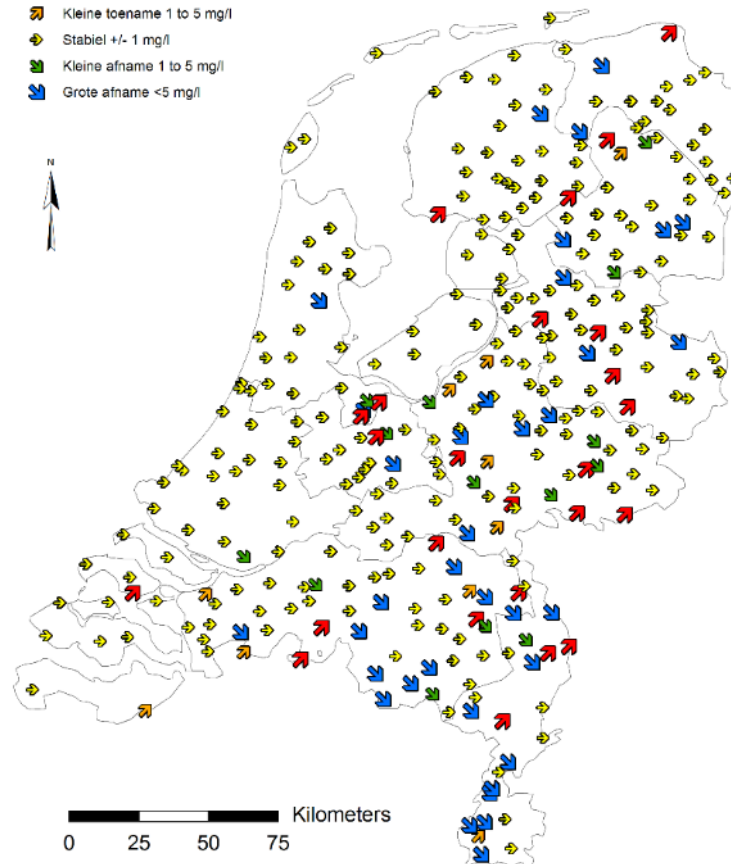
- ▲ Oud, <= 15 mg/l
- ▲ Oud, 15 - 25 mg/l
- ▲ Oud, 25 - 40 mg/l
- ▲ Oud, 40 - 50 mg/l
- ▲ Oud, >50 mg/l
- Jong, <= 15 mg/l
- Jong, 15 - 25 mg/l
- Jong, 25 - 40 mg/l
- Jong, 40 - 50 mg/l
- Jong >50 mg/l



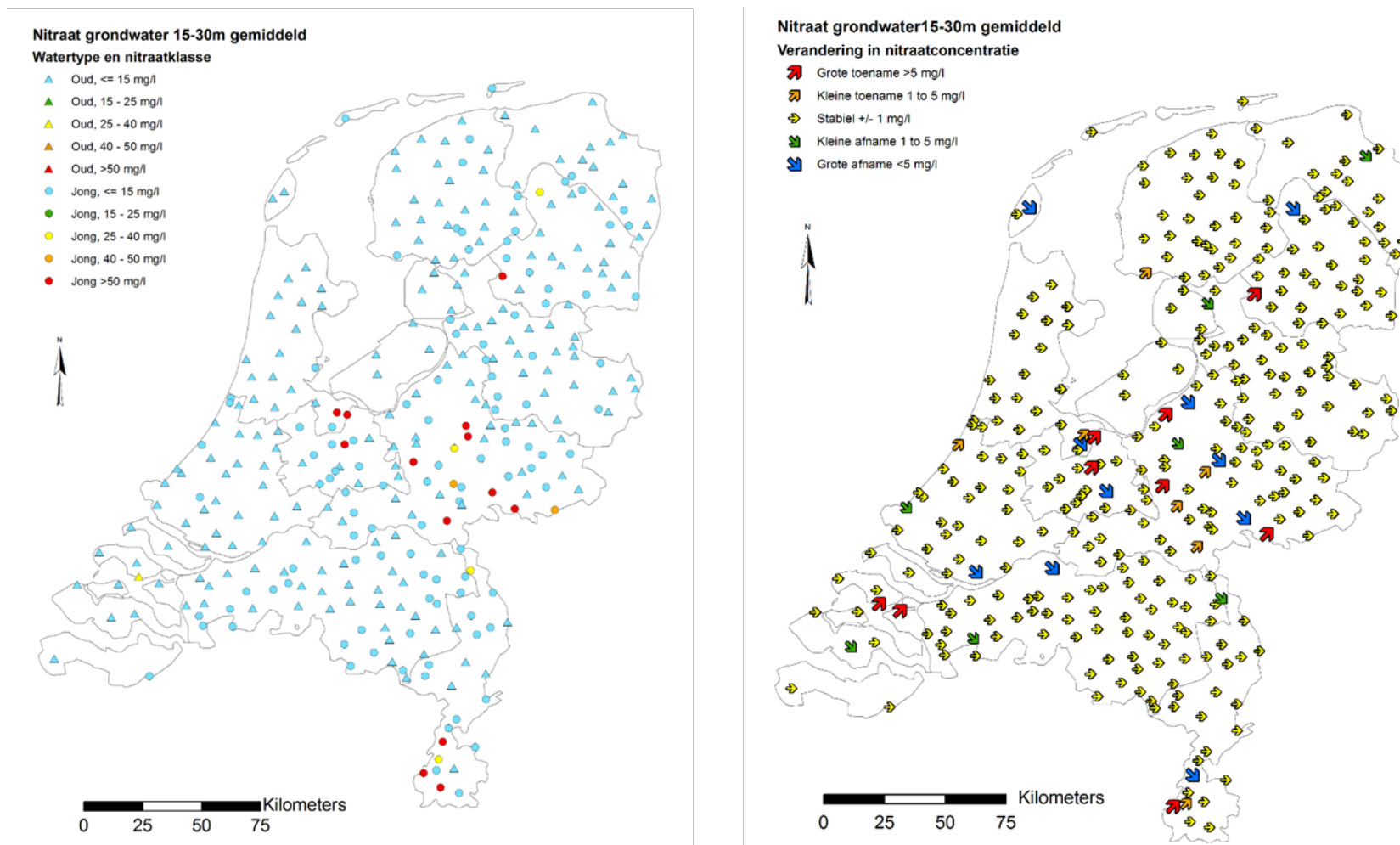
Nitraat grondwater 5-15m gemiddeld

Verandering in nitraatconcentratie

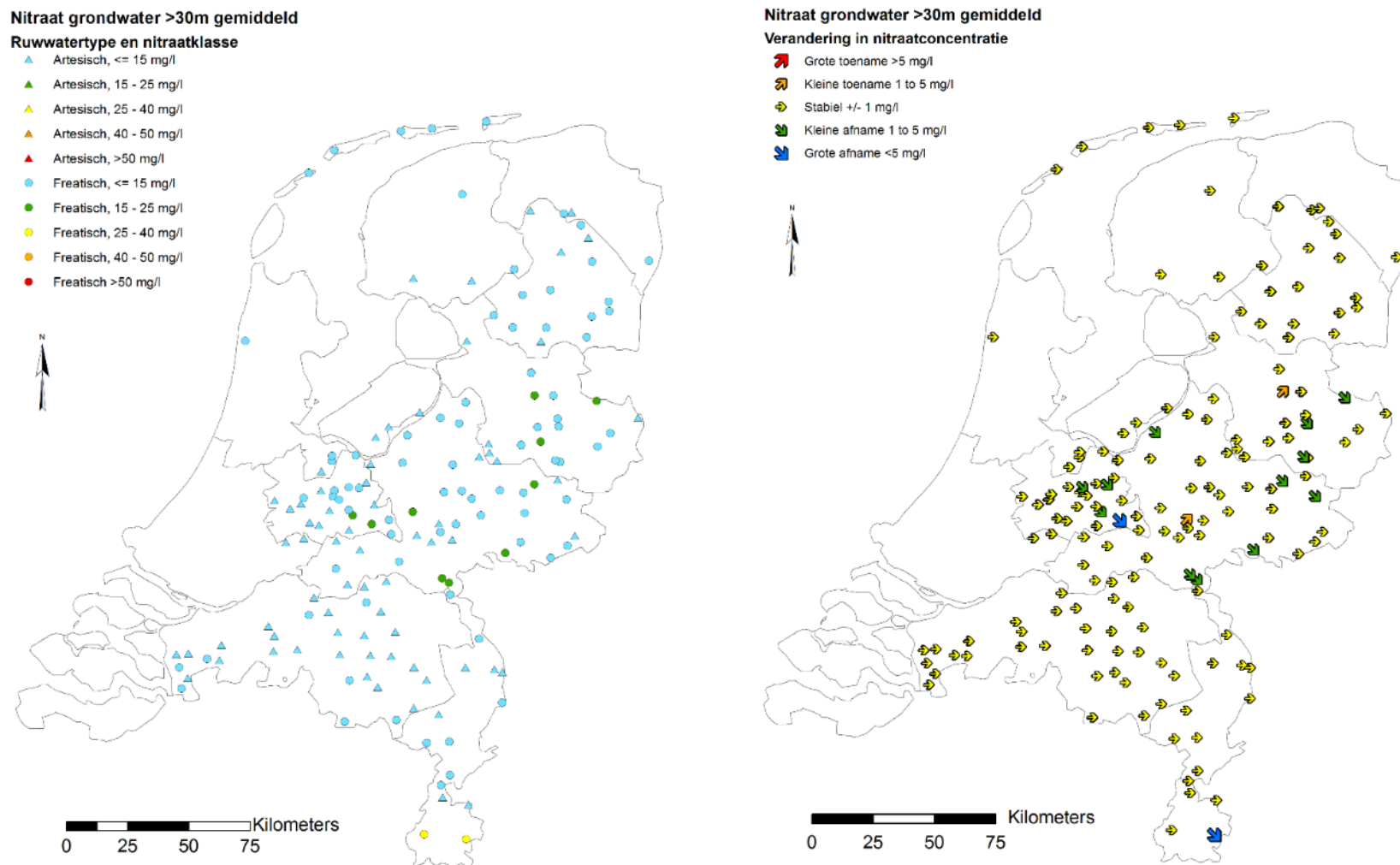
- ➔ Grote toename >5 mg/l
- ➔ Kleine toename 1 to 5 mg/l
- ➔ Stabiel +/- 1 mg/l
- ➔ Kleine afname 1 to 5 mg/l
- ➔ Grote afname <5 mg/l



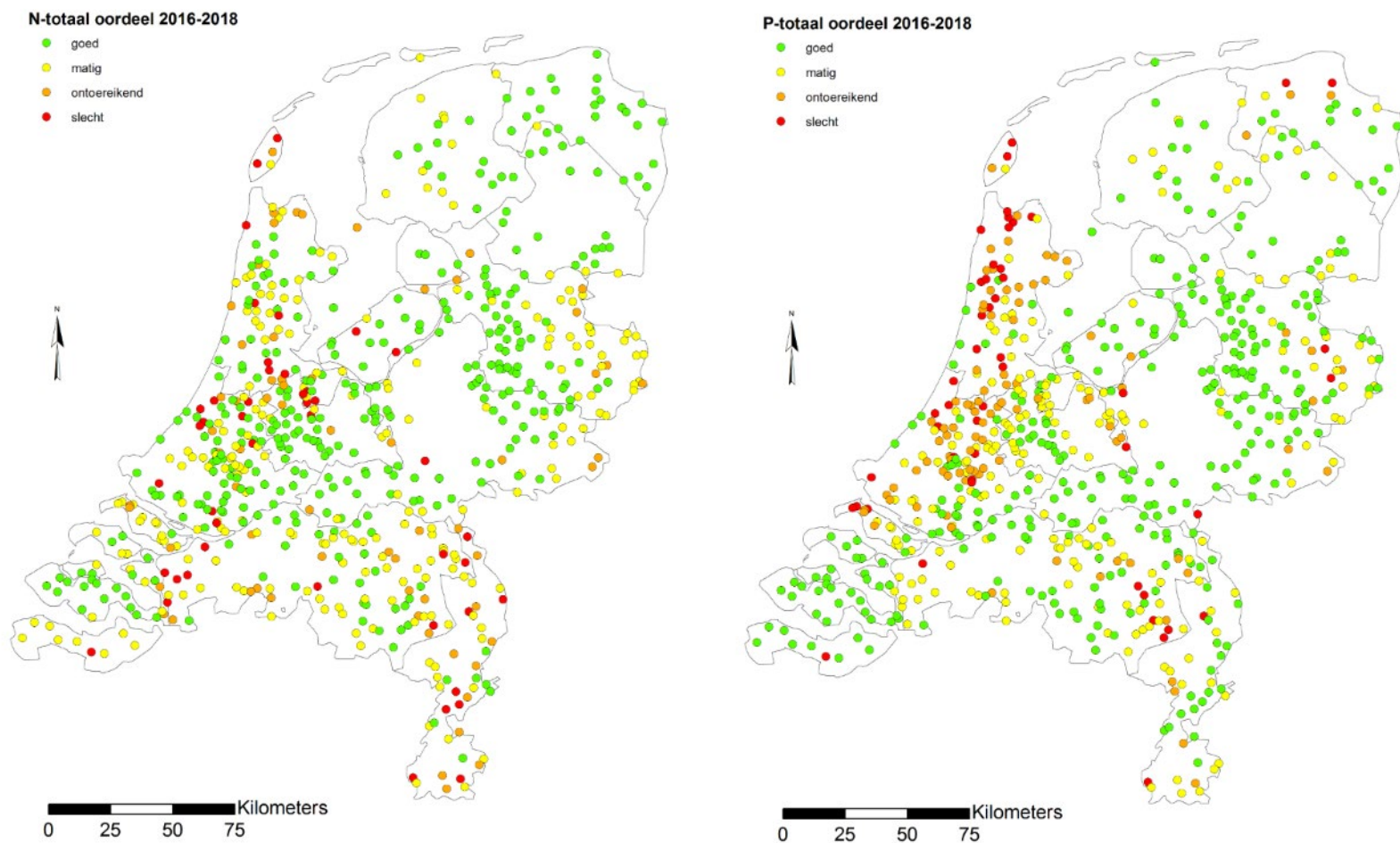
Figuur 13. Gemiddelde nitraatconcentratie (mg/l) in het grondwater op een diepte van 5-15 meter voor de periode 2012-2019 (Linker figuur) en de verandering in de gemiddelde nitraatconcentratie (mg/l) in het grondwater op een diepte van 5-15 meter voor de periode 2012-2019 (Rechter figuur). De verandering is weergegeven als het verschil tussen de gemiddelden van de periode 2012-2015 en de periode 2016-2019 (Fraters et al., 2020).



Figuur 14. Gemiddelde nitraatconcentratie (mg/l) in het grondwater in Nederland op een diepte van 15-30 meter voor de periode 2016-2019 (Linker figuur). Jong is grondwater jonger dan 25 jaar; oud is ouder dan 25 jaar. Verandering in de gemiddelde nitraatconcentratie (mg/l) in het grondwater op een diepte van 15-30 meter voor de periode 2012-2019 (Rechter Figuur). Verandering is weergegeven als het verschil tussen de gemiddelden van de periode 2012-2015 en de periode 2016-2019 (Fraters et al., 2020).



Figuur 15. Gemiddelde nitraatconcentratie (mg/l) in het grondwater dat wordt gebruikt voor de productie van drinkwater in de periode 2016-2019 (Linker figuur). Jong is grondwater jonger dan 25 jaar; oud is ouder dan 25 jaar. Verandering in de gemiddelde nitraatconcentratie (mg/l) in het grondwater dat wordt gebruikt voor de productie van drinkwater in de periode 2012-2019.. (Rechter Figuur). Verandering is weergegeven als het verschil tussen de gemiddelden van de periode 2012-2015 en de periode 2016-2019 (Fraters et al., 2020).



Figuur 16. Oordeel N-totaal (links) en P-totaal (rechts) per KRW-waterlichaam voor de periode 2016-2018 (Van Duijnhoven et al., 2019; Fraters et al., 2020).



> Retouradres Postbus 20401 2500 EK Den Haag

Commissie Deskundigen Meststoffenwet
t.a.v. secretaris dr.ir. G. Velthof
Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AA WAGENINGEN

Directoraat-generaal Agro
Directie Strategie, Kennis en
Innovatie

Bezoekadres
Bezuidenhoutseweg 73
2594 AC Den Haag

Postadres
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Overheidsidentificatienr
00000001858272854000

T 070 379 8911 (algemeen)
F 070 378 6100 (algemeen)
www.rijksoverheid.nl/lnv

Behandeld door
A.M.E. van Rixel

T 070 378 6701
a.m.e.vanrixel@minlnv.nl

Ons kenmerk
DGA-SKI / 21034409

Uw kenmerk

Bijlage(n)
1

Datum - 17 FEBRUARI 2021 -

Betreft Adviesaanvraag over het opnemen van löss als aparte grondsoort in het mestbeleid

Geachte heer Velthof,

Voor het overgrote deel van het mestbeleid, zoals voor de meeste gebruiksnormen- en voorschriften, worden zand- en lössgronden als één geheel gezien. Resultaten uit de pilot "Slim Bemesten" geven echter een indicatie dat de lössgronden in Limburg bepaalde unieke eigenschappen hebben, waarmee deze zich onderscheiden van de Nederlandse zandgronden. Bijgesloten vindt u de bevindingen op dit punt van adviseurs die de pilot "Slim bemesten" in het lössgebied gedurende vijf jaar begeleiden. Deze informatie kunt u meenemen in uw analyse, naast andere bronnen.

De Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) wordt dan ook het volgende gevraagd:

1. Zijn er inhoudelijke argumenten waarom lössgronden, met het oog op grond- en oppervlaktewaterkwaliteit wat betreft stikstof en fosfaat, als aparte grondsoort behandeld zou moeten worden en niet langer overeenkomstig de zandgronden? Zo ja, welke zijn dit en in welke mate?
2. Zijn er gewaskundige redenen zoals een diepe beworteling die löss onderscheidend anders maken dan zand op het gebied van stikstof- en fosfaatbenutting als ook uitspoeling?
3. Zijn er denkbare gebruiksnormen en/of -voorschriften – naast de enkele huidige uitzonderingen - die anders vormgegeven kunnen worden op basis van de argumenten van vraag 1? Een kwalitatieve analyse volstaat.
4. En, in aanvulling op punt 3, indien deze gebruiksnormen en/of voorschriften niet op jaarbasis maar vanuit opeenvolgende jaren door een bepaald teelt/bouwplan gezien worden.

Ik verzoek u om een advies op te stellen dat antwoord geeft op de genoemde vragen. Ik verwacht uw advies graag uiterlijk 30 maart 2021.

Directoraat-generaal Agro
Directie Strategie, Kennis en
Innovatie

Ons kenmerk
DGA-SKI / 21034409

U kunt het advies tevens richten aan de waarnemend directeur dhr. F. Kooiman van de directie Plantaardige Agroketens en Voedselkwaliteit (PAV). Voor inhoudelijke informatie over dit verzoek kunt u contact opnemen met mevr. Marijke Koning, mevr. Eke Buis en dhr. Coen de Vos.

Hoogachtend,



ir. A. de Veer
Directeur Strategie, Kennis & Innovatie

Notitie Slim Bemesten: waarom Lössgrond een aparte grondsoort is

Inleiding

Agrarische ondernemers, LLTB en agrarische adviseurs zijn van mening dat löss een aparte grondsoort is, die voor mest en mineralen niet gelijk gesteld kan worden met (hoge) zandgronden. In het begin van deze eeuw is de uitspoelfractie van lössgrond – op basis van toen beschikbare kennis – voorlopig vastgesteld op het gemiddelde van de zandgronden met Grondwatertrap VI en VII. In 2008 zou op basis van een grotere dataset met LMM-resultaten een nieuwe analyse worden uitgevoerd. Deze analyse heeft – voor zover bekend – nooit plaatsgevonden. Binnen het mestbeleid wordt daarom nog steeds het gebruiksnormenstelsel gehanteerd waarbij löss in dezelfde categorie valt als droge zandgronden

In dit document wordt op basis van literatuur en relevante projecten en onderzoeken onderbouwd waarom löss en zand niet gelijk gesteld kunnen worden. Met betrekking tot projecten gaat het dan vooral om Duurzaam Schoon Grondwater, een langlopend project van Waterleidingmaatschappij Limburg (WML) om de nitraatbelasting in grondwaterbeschermingsgebieden (op lössgronden) terug te dringen en het project Slim Bemesten dat sinds 2015 in Zuid-Limburg loopt met 25 deelnemers.

Bodemkundige verschillen lössgrond en zandgrond

Löss verschilt van zandgrond door een combinatie van de volgende aspecten:

- De granulaire samenstelling van löss is bodemkundig en geologisch anders dan andere grondsoorten. Lössafzettingen zijn windafzettingen en bevatten andere en meer kleimineralen dan lemig zand.
- Lössgronden kenmerken zich door een groter bewortelbaar profiel. Via o.a. wormengangen veroorzaakt door pendelaars, hebben de wortels van veel gewassen (grasland én akkerbouw) de mogelijkheid om dieper te wortelen dan in zandgrond. Bij diepwortelende gewassen op löss worden wortels aangetroffen op twee meter diepte.
- Löss heeft een zgn hangwaterprofiel. Daardoor treedt capillaire nalevering op, met daarmee verplaatsing van vocht incl. nitraat uit diepere lagen omhoog, waardoor nutriënten alsnog beschikbaar komen voor gewassen.
- Het vochtleverend vermogen van löss is duidelijk groter.

Praktijkervaringen.

Ook in de praktijk ervaren adviseurs verschillen tussen zand en lössgronden. Genoemd worden:

- Lössgronden hebben in vergelijking tot (droge) zandgronden (zonder berekening) hogere gewasopbrengsten onder gelijke groeiomstandigheden. Dit kan verklaard worden door de betere capillaire werking en daarmee mineralenopname.
- De organische stof opbouw op löss is moeilijker te realiseren dan op zandgrond. Na scheuren van grasland moet veel meer moeite gedaan worden om het evenwicht in opbouw en afbraak weer te herstellen. Adviseurs ervaren dat wat stikstof leverend vermogen betreft löss meer op klei dan op zandgrond lijkt.

- Bij grote droogte blijft het gras op lössgrond beter in leven. Het wordt wel bruin, maar sterft niet af. Als er weer regen komt, is het sneller groen in vergelijking met zandgrond. Hierdoor blijft de gewenste botanische samenstelling beter. Dit is weer beter voor ruwvoer kwaliteit en kwantiteit. Op zandgronden zien we dat het gras afsterft waardoor er na de droogte meer slechte grassen (kweek) staan met versneld een gewenste vernieuwing van de zode.

Gevolgen voor nitraatuitspoeling:

Bovenstaande kenmerken zorgen ervoor dat nitraatuitspoeling op lössgronden beter verkleind kan worden dan op zandgronden:

- Via slimme vruchtopvolging van het hoofdgewas in opvolgende jaren kan nitraatuitspoeling beperkt worden. Nitraat dat in perioden met een neerslagoverschot dieper in het profiel terecht gekomen is, kan door een diepwortelend gewas in een opvolgend jaar (gedeeltelijk) weer opgenomen worden.
- Dit effect wordt versterkt door de omschreven capillaire vochtnalevering van löss (zowel voor bouwland als voor grasland).

De conclusie is daarom dat de uitspoelfactoren van verschillende gewassen voor lössgrond anders zijn dan voor zandgrond, mede afhankelijk van de vruchtopvolging. Dit blijkt ook al uit onderzoek en heeft er al toe geleid dat de stikstofadviezen voor löss nu ook al bij bepaalde gewassen anders zijn dan voor zand.

Uitgevoerde onderzoeken

In de jaren '90 is op initiatief van Provincie Limburg onderzoek uitgevoerd door PAV-ZON op proefboerderij Wijnandsrade. Het doel was om inzicht te krijgen in de uitspoeling van nitraat op lössgrond. (Geelen, 1999 en Dekker et al, 2003). Uit dit onderzoek bleek dat er geen relatie was tussen het gemeten nitraatgehalte op een diepte tussen 135 en 150 cm onder maaiveld en de teelt en teeltmaatregelen direct voorafgaand aan de metingen. Die relatie bleek er wel te zijn met teeltmaatregelen van een jaar eerder. Geconcludeerd werd dat het een jaar duurt voordat stikstof, die na de oogst in de bouwvoor aanwezig was, aangekomen is in de laag tussen 135 en 150 cm onder maaiveld. Op basis hiervan is gesteld dat het volggewas de stikstof die onderweg is nog kan benutten.

WOt-rapport 54

Bovenvermeld onderzoek wordt ook aangehaald en gebruikt in het rapport dat in 2007 door de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu is opgesteld; WOt-rapport 54: Nitraatuitspoeling in duinzand en lössgrond (Velthof & Fraters, 2007). In dit rapport worden meerdere studies naar nitraatuitspoeling op lössgronden besproken. In het rapport wordt (o.a.) gesteld dat diep wortelende granen kunnen profiteren van de hogere vochtlevering vanuit de wortelzone en dat ze mogelijk nog een deel van de in het vorige seizoen uitgespoelde stikstof opnemen. Tevens wordt gesteld dat de snelheid van uitspoelen in lössgronden langzamer is dan in zandgronden waardoor het niet uitgesloten mag worden dat granen op lössgronden meer van het uit voorgaande jaren resterende nitraat kunnen opnemen uit de bodem dan granen op droge zandgronden.

In de WOt-rapportage wordt gesteld dat de kans op denitrificatie in de wortelzone hoger is in lössgronden dan in zandgronden. Tegelijkertijd wordt in hetzelfde rapport geschreven dat er in het bronnen en bronbeken onderzoek van Hendrix & Meinardi (2004) duidelijke indicaties waren dat er weinig denitrificatie in lössgronden optreedt in de bodemlagen vanaf de wortelzone tot aan de bronnen.

Velthof en Fraters concluderen in genoemde WOt-rapportage dat lössgronden gevoelig zijn voor nitraatuitspoeling maar dat de nitraatuitspoeling gemiddeld lager zal zijn dan die van de meest uitspoelingsgevoelige zandgronden.

Metingen

In het kader van Duurzaam Schoon Grondwater worden sinds 2007 metingen uitgevoerd. Ook voor Slim Bemesten worden sinds 2015 (een beperkt aantal) metingen uitgevoerd. Daarnaast wordt al langjarig in het kader van het LMM gemeten.

Hoewel beide meetmethoden (voor LMM en voor DSG) bij een studie naar de verschillen in protocollen, als goed worden beoordeeld geven de metingen van LMM wat hogere uitkomsten. Dit laat onverlet dat nitraatgehaltes in het bodemvocht op 1,5 à 2,5 meter onder maaiveld beter verklaard kunnen worden als rekening wordt gehouden met het specifieke karakter van löss en dat bij slimme vruchtopvolging (niet-diep-wortelend met diep-wortelend gewas) de nitraatuitspoeling naar het (diepere) grondwater beperkt kan worden.

Eindconclusie:

Op basis van

- **bodemkundige verschillen,**
- **onderzoeken,**
- **deskundigen rapporten en**
- **metingen**

kan onderbouwd worden dat löss een andere grondsoort is dan zand en dat in het kader van mest en mineralen löss anders behandeld dient te worden.

Deze notitie is opgesteld op verzoek van het Ministerie van LNV door de leden van het projectteam Slim Bemesten:

Ellen Kusters: initiator project Slim Bemesten en procescoördinatie uitvoering Duurzaam Schoon Grondwater.

Sjef Crijns: initiator project Slim Bemesten en coördinator advisering en uitvoering Duurzaam Schoon Grondwater.

Harrie Deckers: voorzitter projectteam Slim Bemesten.

Met medewerking van Sjoerd Roelofs, Jan van Middelaar en Philip Packbier: adviseurs.

Roermond, 12 juni 2020

Bijlage 1.

Vertaling naar een nitraatuitspoelingsmodel.

Metingen hebben het nadeel dat ze altijd achteraf plaatsvinden en kostbaar zijn en momentopnames zijn. Er is behoefte om een robuust en betrouwbaar nitraatuitspoelingsmodel te ontwikkelen. Het project Slim bemesten heeft daarom (mede) tot doel een nitraatuitspoelingsmodel te ontwikkelen om:

- het nitraatgehalte in het bodemvocht te voorspellen in relatie tot bemesting en bodem,
- inzicht te geven in de factoren die het nitraatgehalte positief dan wel negatief beïnvloeden,
- agrariërs onderbouwd handelingsperspectief te bieden welke maatregelen zinvol zijn om het nitraatgehalte te verlagen (en te voldoen aan de nitraatrichtlijn).

Op basis van de verzamelde gegevens binnen DSG en Slim Bemesten is het Nitraatuitspoelingsmodel Lössgrond ontwikkeld.

In eerste instantie werden kengetallen en rekenregels gebruikt die ook in het WOG-WOD model gebruikt worden. Voor de uitspoelfracties zijn de uitspoelfracties uit Dekker et al (2003) gebruikt.

De oorspronkelijke versie van het model is onderwerp geweest van een studie van Gerard Ros (NMI-Agro) waarbij gekeken is naar de onderbouwing en robuustheid van de gebruikte rekenregels. Modelgevoeligheid en -onzekerheid zijn beschreven. (Ros et al, 2017a) evenals opties voor verbetering om meer recht te doen aan de processen in de bodem en de variatie tussen bedrijven. Door gebruik te maken van de meetgegevens uit het DSG-meetnet in combinatie met de stikstofbalans voor het betreffende perceel was het mogelijk om een schatting te geven van de uitspoelingsfractie van de belangrijkste gewassen. Hiermee kan gebiedsspecifiek een relatie gelegd worden tussen het N-bodemoverschot en het nitraatgehalte in het bodemvocht.

Ook in deze studie bleek dat de relatie tussen teeltmaatregelen en het gemeten nitraatgehalte op 150 en 250 cm onder maaiveld sterk verbetert wanneer een tijdspanne van resp. 1 en 2 jaar aangehouden wordt.

Aangezien een stikstofoverschot op basis van werkzame stikstof beter aansluit bij de bemesting in de praktijk en meer recht doet aan optredende bodemprocessen wordt dit in het Nitraatuitspoelingsmodel lössgrond toegepast. Om dit goed te doen moet ook rekening gehouden worden met jaaroverstijgende effecten en de verdeling van de toegediende meststoffen over de gewassen. (Ros et al, 2017b). Verder houdt het model rekening met het neerslagoverschot gedurende de jaren. Gebleken is dat de hoogte van het neerslagoverschot van grote invloed is op de uitkomst van het te verwachten nitraatgehalte over twee jaar op 250 cm.

Ondanks de doorgevoerde verbeteringen en wijzigingen op basis van de rapporten bleef er echter in voorkomende gevallen discrepantie bestaan tussen gemeten nitraatgehaltenes en modelvoorspellingen. Daarom zijn uitspoelfracties opnieuw geparаметriseerd met extra meet- en perceelsgegevens waarbij ook rekening gehouden is met vruchtopvolging (Ros et al, 2018). Uit eerdere studies bleek immers dat de N-uitspoeling beïnvloed kan worden door de bewortelingsdiepte en daaraan gekoppelde N-opname van het volggewas (zie hiervoor).

Bovendien is in de praktijk heel duidelijk geworden dat bij diverse gewassen in bepaalde jaren hogere opbrengsten gerealiseerd worden dan op basis van de hoogte van de stikstofgift verwacht mag worden. Die stikstof kan dan niet anders dan uit de ondergrond komen.

Uit de studie van Ros et al (2018) blijkt dat het zinvol is om bij het vaststellen van de uitspoelfracties rekening te houden met de bewortelingsdiepte van de hoofdteelt van het volgende jaar.

Inmiddels is de 0-versie van het nitraatuitspoelingsmodel löss daarom verder doorontwikkeld en geeft het model een voorspelling van het te verwachten gemiddelde nitraatgehalte onder een bedrijf op 2.5 meter diepte over 2 jaar.

Conclusie uitspoelingsmodel:

Er is in overleg met deskundigen een adequaat nitraatuitspoelingsmodel löss ontwikkeld dat de basis biedt om agrarische ondernemers op lössgronden te ondersteunen bij het terugdringen van nitraatverliezen en op bedrijfsniveau te werken binnen de grenzen van de nitraatrichtlijn.

Bijlage 2.

Literatuur

- Dekker P.H.M., S. Radersma, J.R. van der Schoot & M. de Wolf (2003). Scenariostudie maatregelen voor de akkerbouw op lössgrond om met inzet van dierlijke mest aan Minas- en nitraatnormen te voldoen. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving. Rapport 318
- Fraters, B. en L. Boumans; 2015. Meten van nitraatconcentraties in de onverzadigde zone bij lössgronden Literatuurstudie naar meetmethoden, RIVM Rapport 2015-0052
- Geelen, P.M.T.M. (1999) Gewasopvolging bepaalt nitraatuitspoeling op lössgrond, PPO-agv
- Ros, G.H. (2014) Kennisbundeling nitraatmeting bodemvocht lössgronden, vergelijking meetprotocollen WML, LMM en BVM. Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V., NMI rapport 1559.N.14
- Ros, G.H., J. de Pater, E. Kusters, J. Crijns & F. Vaessen (2017a). Update en Evaluatie Nitraatuitspoelingsmodel. NMI rapport 1659.N.16
- Ros, G.H., J. de Pater, E. Kusters, J. Crijns & F. Vaessen (2017b). Update en Evaluatie Nitraatuitspoelingsmodel. NMI rapport 1659.N.17
- Ros, G.H., J. de Pater, E. Kusters, J. Crijns & F. Vaessen (2018). Update Nitraatuitspoelingsmodel Zuid-Limburg. NMI rapport 1731.N.18
- Schoumans, O.F., P. Groenendijk, L.V. Renaud, W. van Dijk, J.J. Schröder, A. van den Ham en A.E.J. Hooijboer (2012). Verhoogde nitraatconcentraties in het Zuidelijke zandgebied, analyse van mogelijke oorzaken. Alterra-rapport 2319
- Velthof, G.L. en B. Fraters (2007) Nitraatuitspoeling in duinzand en lössgrond. WOt-rapport 54