

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,

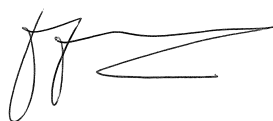
Op uw verzoek heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) een advies opgesteld over de effecten van de door het ministerie gestelde kaders voor duurzame bouwplannen op de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater, bodemkwaliteit en de emissie van broeikasgassen (bijlage 1).

De kaders voor duurzame bouwplannen voor rundveebedrijven komen globaal overeen met die van graasdierbedrijven met een derogatie; voor deze bedrijven is het verwachte effect op de water- en bodemkwaliteit daardoor klein. Voor het beperkte aantal graasdierbedrijven zonder derogatie wordt verwacht dat de water- en bodemkwaliteit waarschijnlijk wel enigszins verbetert door de verplichting van $\geq 70\%$ grasland en het zaaien van een nagewas op alle bouwland voor 1 oktober.

Op open-teeltbedrijven heeft het sturen op duurzame bouwplannen een positief effect op de water- en bodemkwaliteit, omdat de arealen rustgewassen en vanggewassen toenemen, vooral in het zuidelijk zandgebied, waar het aandeel rustgewassen nu gering is en waar het grondwater nu gemiddeld nog niet voldoet aan de nitraatnorm van 50 mg nitraat per l. Indicatieve berekeningen geven aan dat de nitraatnorm gemiddeld bereikt kan worden in de zand- en lössregio's bij volledige implementatie van de kaders voor duurzame bouwplannen. In de veen- en kleiregio's heeft sturen op duurzame bouwplannen weinig effect op de water- en bodemkwaliteit.

De onzekerheden in de berekende effecten zijn relatief groot. Mede daarom pleit de CDM voor een gefaseerde en gebiedsgerichte invoering van duurzame bouwplannen, afhankelijk ook van de economische effecten (die nog door Wageningen Economic Research worden verkend). Invoering zou via pilots kunnen starten in gebieden met duidelijke knelpunten als het gaat om waterkwaliteit, zoals in het zuidelijk-zandgebied. Ook adviseert de CDM de kaders voor duurzame bouwplannen verder te differentiëren naar teelten en grondsoorten om de effectiviteit te vergroten.

Ik hoop u hiermee afdoende geïnformeerd te hebben.
Hoogachtend,



Prof. dr. Oene Oenema

cc. Mw. drs. E.G.M. Veldhuis, directeur Directie PAV, Ministerie van LNV
Mw. G. Haenen, Directie PAV, Ministerie van LNV
Dr ir G.L. Velthof (secretaris CDM)

WOT Natuur & Milieu

Wettelijke
Onderzoekstaken
Natuur & Milieu

DATUM
3 september 2021

ONDERWERP
CDM-advies
'Sturen op duurzame
bouwplannen voor verbetering
waterkwaliteit'

UW KENMERK

ONS KENMERK
2127199/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

CDM-advies 'Sturen op duurzame bouwplannen voor verbetering waterkwaliteit'

Advies 'Sturen op duurzame bouwplannen voor verbetering waterkwaliteit'

Commissie Deskundigen Meststoffenwet

Samenvatting

Het mestbeleid heeft tot doel de stikstof- en fosfaatverliezen uit de landbouw naar grondwater en oppervlaktewater te verminderen. Het ministerie van LNV overweegt ook te gaan sturen op het realiseren van 'duurzame bouwplannen' om de waterkwaliteit te verbeteren, en om een bijdrage te leveren aan duurzaam bodembeheer en de klimaatopgave. Het ministerie heeft de CDM gevraagd om te adviseren over de effecten van de door het ministerie gestelde kaders voor duurzame bouwplannen op de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Voor rundveebedrijven stelt het ministerie dat minimaal 70% van het areaal grasland is, waarvan >50% meerjarig grasland (>5 jaar), en dat op 100% van het niet-graslandareaal een vanggewas is ingezaaid voor 1 oktober. Voor open teelten geldt dat rustgewassen 1 op 3 in het bouwplan zijn opgenomen en dat na de hoofdteelt vanggewassen/groenbemesters of wintergranen zijn ingezaaid voor 1 respectievelijk 31 oktober.

De kaders voor duurzame bouwplannen voor rundbedrijven komen globaal overeen met die van graasdierbedrijven met een derogatie; daardoor is op deze bedrijven het verwachte effect op de waterkwaliteit van sturen op duurzame bouwplannen klein. Voor het beperkte aantal graasdierbedrijven zonder derogatie verbetert de waterkwaliteit waarschijnlijk wel door de verplichting van minimaal 70% grasland en het zaaien van een nagewas op alle bouwland voor 1 oktober. Voor gemengde bedrijven met rundvee (vaak biologisch) dient LNV aan te geven of de kaders van rundveebedrijven of van open-teeltbedrijven van toepassing zijn.

Het sturen op duurzame bouwplannen heeft gemiddeld een positief effect op de water- en bodemkwaliteit in open teelten, omdat de arealen rustgewassen en vanggewassen toenemen, vooral in het zuidelijk zandgebied, waar het aandeel rustgewassen nu gering is (< 10%) en waar het grondwater gemiddeld nog niet voldoet aan de nitraatnorm van 50 mg nitraat per l. Indicatieve berekeningen geven aan dat door de teelt van één op drie rustgewassen en door een vanggewas te zaaien vóór 1 oktober na alle hoofdgewassen de nitraatnorm gemiddeld bereikt kan worden in de zand- en lössregio's. In de veen- en kleiregio's wordt gemiddeld nu al voldaan aan de nitraatnorm, en heeft sturen op duurzame bouwplannen een slechts gering effect op de water- en bodemkwaliteit.

De effecten van één op drie rustgewassen en tijdig gezaaide vanggewassen zijn grondsoort- en regiospecifiek omdat i) er verschillen zijn in nitraatuitspoeling tussen grondsoorten en gebieden en ii) een deel van de gebieden nu al voldoen aan één op drie rustgewassen. Vanwege onzekerheden in de effecten van duurzame bouwplannen op waterkwaliteit in verschillende regio's, en vanwege de waarschijnlijk grote economische implicaties van duurzame bouwplannen voor de praktijk, pleit de CDM voor een gefaseerde en gebiedsgerichte invoering van duurzame bouwplannen in de praktijk. Het ligt voor de hand de invoering te starten in gebieden met duidelijke knelpunten als het gaat om waterkwaliteit, en in gebieden waar de effecten van duurzame bouwplannen het grootst zijn. Invoering op pilotschaal in het zuidelijk-zandgebied op korte termijn ligt voor de hand.

De CDM adviseert de invoering van duurzame bouwplannen via pilots te laten vergezellen met een adequate monitoring, opdat kwantitatieve onderzoeksgegevens kunnen worden verzameld over de

relaties tussen bouwplansamenstelling (op perceelsniveau), vanggewassen en nitraatuitspoeling naar het grondwater en de stikstof- en fosfaatuitspoeling en -afspoeling naar het oppervlaktewater. Parallel daaraan is het gewenst dat er specifiek naar hoofdgewassen, rustgewassen en vanggewassen wordt gekeken, om sturen op duurzame bouwplannen effectiever te maken. Ook is het belangrijk om na te gaan hoe de effectiviteit en de kosten van duurzame bouwplannen zich verhouden met de effectiviteit en kosten van andere maatregelen, zoals bemestingsmaatregelen. De CDM adviseert om de kaders voor duurzame bouwplannen meer te differentiëren/detailleren naar teelten, gebied en grondsoort.

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 (voor bijvoorbeeld de perioden waarop bemesting is toegestaan, en de omstandigheden waarbij de teelt van vanggewassen is verplicht) zijn twee belangrijke pijlers van het mestbeleid. Deze pijlers van het mestbeleid sturen op (i) de aanvoer en gebruik van organische en minerale meststoffen (conform het 4 R-principe; de juiste hoeveelheid, de juiste toedieningsmethode, het juiste tijdstip, en de juiste plaats), en (ii) op het tegengaan van nutriëntenverliezen tijdens de teelt en na de oogst van een gewas (emissiebeperkende maatregelen, door bijvoorbeeld vanggewassen, bufferstroken, etc.). Veel van de maatregelen van het mestbeleid vloeien voort uit EU-Nitraatrichtlijn, in het bijzonder de Actieprogramma's van de Nitraatrichtlijn.

Voor bedrijven met open teelten worden er vanuit het mestbeleid geen regels en/of verplichtingen gesteld aan het areaal en/of type van een gewas dat wordt geteeld en/of aan de samenstelling van het bouwplan. Wel gelden er regels over bufferstroken en de teelt van vanggewassen (nagewassen) om de uitspoeling van nitraat en fosfaat te beperken, maar er zijn geen voorschriften m.b.t. de keuze van gewassen in een bouwplan. Voor graasdierbedrijven die in aanmerking willen komen voor een derogatie van de limiet van maximaal 170 kg N per ha per jaar geldt nu dat deze bedrijven minimaal 80% van het areaal van het bedrijf als grasland moeten benutten. Bovendien zijn er beperkingen gesteld aan tijdstip en wijze van graslandvernieuwing, en is een vanggewas verplicht na de teelt van mais op zand- en lössgronden.

In het 7de en 8ste Actieprogramma (AP) Nitraatrichtlijn overweegt de Minister van LNV te gaan sturen op het realiseren van 'duurzame bouwplannen' om daarmee bij te dragen aan de wateropgave voor zowel grondwater (Nitraatrichtlijn) als oppervlaktewater (Kaderrichtlijn Water (KRW)). Daarenboven moeten 'duurzame bouwplannen' ook in het kader van duurzaam bodembeheer en de klimaatopgave een rol gaan spelen. Vooralsnog zijn enkel de kaders van 'duurzame bouwplannen' aangegeven (Bijlage 1).

Het ministerie van LNV heeft de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) gevraagd om te adviseren over 'duurzame bouwplannen', als maatregel om bij te dragen aan de wateropgave voor grondwater (Nitraatrichtlijn) en oppervlaktewater (Kaderrichtlijn Water). Specifiek vraagt het ministerie om de volgende vraag te beantwoorden (Bijlage 1): *“Wat is het effect van duurzame bouwplannen voor de wateropgave (Nitraatrichtlijn en Kaderrichtlijn Water (KRW)) wat betreft NO₃, N en P in het grondwater en oppervlaktewater ten opzichte van de huidige situatie voor de rundveehouderij en de open teelten voor verschillende bodemtypes en/of regio's?”*

Het ministerie verzoekt om ook andere effecten van 'duurzame bouwplannen', zoals op bijvoorbeeld bodemkwaliteit en koolstofvastlegging in de bodem te benoemen in het advies om een integraal beeld te kunnen vormen.

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 leden van de CDM (Bijlage 2).

Het advies is gebaseerd op een deskstudie die in bijlage 3 is opgenomen. Bijlage 3 bevat vijf hoofdstukken:

1. Bouwplannen in Nederland;
2. Effecten van de landbouwpraktijk op de waterkwaliteit in landbouwgebieden;
3. Effecten van de landbouwpraktijk op bodemkwaliteit en klimaat;
4. Resultaten van indicatieve berekeningen voor open teelten in het zand- en lössgebied; en
5. Resultaten van indicatieve berekeningen voor open teelten in de kleigebieden.

In Bijlage 3 is ook een lijst van enkele begripsomschrijvingen opgenomen (Tabel B3.1).

In de volgende hoofdstukken wordt het advies geformuleerd. In hoofdstuk 2 wordt een beknopte samenvatting gegeven van de te verwachten effecten van duurzame bouwplannen op waterkwaliteit, en in hoofdstuk 3 die op bodem en klimaat. In hoofdstuk 4 wordt een beknopte beschrijving gegeven van de kaders van 'duurzame bouwplannen' en de mogelijke effecten daarvan op de bedrijfsvoering. In hoofdstuk 5 volgt een algemene discussie en het advies.

2. Effecten duurzame bouwplannen op waterkwaliteit

2.1. Inleiding

Het ministerie van LNV overweegt te gaan sturen op het realiseren van 'duurzame bouwplannen', om daarmee bij te dragen aan de wateropgave voor zowel grondwater (Nitraatrichtlijn) als oppervlaktewater (Kaderrichtlijn Water (KRW)). Die 'wateropgave' is beknopt samengevat in box 1 en verder in Bijlage 3.2. Daarenboven moeten 'duurzame bouwplannen' ook een rol gaan spelen in het kader van duurzaam bodembeheer en de klimaatopgave (bijlage 1).

Box 1. Nitraatconcentraties in grondwater en stikstof- en fosforconcentraties in oppervlaktewater

De nitraatconcentratie in het water dat uitspoelt uit de wortelzone op landbouwbedrijven in de zand-, veen-, löss- en kleiregio's laat een dalende trend zien, waarbij de sterkste daling in de jaren negentig van de vorige eeuw is opgetreden. In de bovenste meter van het grondwater van meer dan de helft van de landbouwbedrijven in de zand- en lössregio's is de nitraatconcentratie nog te hoog (Fraters et al., 2020). Op klei- en veengrond wordt op de meeste bedrijven wel voldaan aan de nitraatnorm. Op zandgronden zijn de nitraatconcentraties gemiddeld hoger op akkerbouwbedrijven dan op melkveebedrijven. Ook de stikstof- en fosforconcentraties in het oppervlaktewater dalen sinds de jaren '90, maar op veel plaatsen in de zand-, veen-, löss- en kleiregio's wordt nog niet voldaan aan de normen voor oppervlaktewaterkwaliteit (Buijs et al., 2020; Fraters et al., 2020).

De sturing op het realiseren van 'duurzame bouwplannen' vindt plaats via de 7de en 8ste Actieprogramma's (AP) van de EU-Nitraatrichtlijn. Het ministerie beoogt de introductie van 'duurzame bouwplannen' via een groeimodel te laten verlopen tijdens de looptijd van het 7e AP, om vervolgens 'duurzame bouwplannen' tijdens het 8e AP verplicht te stellen (door regelgeving). Verder beoogt het ministerie de overgang naar duurzame bouwplannen te faciliteren en financieel te ondersteunen via het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW) en het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB). Ook is een rol voorzien voor ketenpartijen; zij worden uitgedaagd om duurzame bouwplannen via een overgangsfase mogelijk te maken (bijvoorbeeld door het beschikbaar stellen van vroeg-oogstbare rooigewassen/variëteiten).

Het ministerie heeft aangegeven *'een heldere inkadering te willen geven aan 'duurzame bouwplannen' voor zowel de rundveehouderij en de open teelten, waarbinnen ondernemers ruimte behouden voor een eigen invulling'*. Ook is aangegeven dat 'duurzame bouwplannen' binnen de huidige stelsels van gebruiksnormen en gebruiksvorschriften dienen te passen. In Tabel 1 staan de door LNV gegeven kaders voor 'duurzame bouwplannen' gegeven (Bijlage 1).

Rustgewassen zijn gedefinieerd als 'dieper wortelende hoofdgewassen die zorgen voor een goede nutriëntenopname en zo bijdragen aan verbetering van de bodemkwaliteit en waterkwaliteit'. Rustgewassen worden bij de oogst gemaaid en niet gerooid; dit zijn in elk geval grassen en granen. In Tabel B3.13 in Bijlage 3 staan de rustgewassen weergegeven uit het Gemeenschappelijke Landbouw Beleid; er is nog niet bepaald of deze lijst ook gehanteerd zal worden voor regelgeving rond 'duurzame bouwplannen.' Winterteelten zijn hierbij door het ministerie van LNV gedefinieerd als gewassen die in de winter – mits de temperatuur dat toestaat – doorgroeien en daarbij nutriënten opnemen, en pas vanaf februari geoogst worden (Bijlage 1). Voor vanggewassen worden door het

ministerie de regels gehanteerd zoals nu bij maïs op zand en löss, met een uiterste inzaaidatum van 1 oktober (Bijlage 1). Voor wintergranen geldt een uiterste zaaidatum van 31 oktober. Voor de hoofdteelten wordt door het ministerie aangenomen dat er door veredeling en aanpassing van oogstschema's vanuit ketenpartijen, vroeger oogstbare rassen beschikbaar komen, zodat tijdig een vanggewas of winterteelt kan worden gezaaid.

Tabel 1. Kaders voor duurzame bouwplannen

<i>Bedrijftype</i>	<i>Eisen</i>
Rundvee	Onafhankelijk van derogatie: <ul style="list-style-type: none"> • Minimaal 70% grasland waarvan minstens de helft meerjarig grasland (>5 jaar, niet scheuren, wel doorzaaien) • Toepassing van vanggewassen op 100% van het niet-graslandareaal • In een mondelinge toelichting heeft het ministerie aangegeven dat op alle 'niet-grasland' percelen minimaal 1 x in drie jaar een rustgewas moet worden geteeld; permanente maïsteelt is dus niet mogelijk,
Openteelt	<ul style="list-style-type: none"> • Rustgewassen in de rotatie 1 x in drie jaar op alle percelen; dit geldt ook voor percelen van bijvoorbeeld varkensbedrijven, voor de teelt van bijvoorbeeld snijmais en aardappelen. • Vanggewassen/groenbemesters na de hoofdteelt op 100% van het areaal, of toepassen van winterteelt

Het ministerie van LNV heeft de CDM gevraagd of eiwitgewassen en vlinderbloemigen ook tot rustgewassen gerekend kunnen worden. In Bijlage B3.2.10 is dit nader geanalyseerd en wordt geadviseerd om eiwitgewassen en vlinderbloemigen wel op te nemen als mogelijk rustgewas, gezien de positieve effecten op de bodemkwaliteit en het geringe gebruik van kunstmest (minder broeikasgasemissie). Wel leidt de teelt van eiwitgewassen en vlinderbloemigen tot een verhoogd risico op nitraatuitspoeling, met name bij luzerne en gras-klover. Daarom wordt geadviseerd om onderzoek uit te voeren naar maatregelen om de nitraatuitspoeling bij eiwitgewassen/vlinderbloemigen te beperken (zoals geen of minder stikstofbemesting, de teelt van een stikstofbehoefstig en niet-uitspoelingsgevoelig volgengewas en de teelt van een vanggewas).

In het vervolg van dit hoofdstuk wordt een analyse gemaakt van de effecten van duurzame bouwplannen op waterkwaliteit, gebaseerd op de resultaten van de deskstudie in Bijlagen 3.2, 3.4 en 3.5.

2.2. Rundveebedrijven

De nitraatconcentratie in het bodemvocht dat uitspoelt uit de wortelzone op derogatiebedrijven (melkveebedrijven) is gemiddeld genomen lager dan 50 mg nitraat per l, uitgezonderd in de recente droge jaren (Figuren B3.3 en B3.4). Dat komt vooral omdat de nitraatuitspoeling uit grasland relatief laag is. De nitraatuitspoeling is gemiddeld veel lager uit grasland dan uit maïsland, zodat een minimaal aandeel grasland in het bouwplan van melkveebedrijven een effectieve maatregel is om nitraatuitspoeling te beperken. Daarom moeten bedrijven met een derogatie voor meer dan 80% bestaan uit grasland.

Verwacht wordt dat de eisen die gesteld worden aan een duurzaam bouwplan (Tabel 1) in de rundveehouderij gemiddeld genomen slechts een beperkt effect hebben op de waterkwaliteit in Nederland, uitgaande van de huidige situatie waarin een groot aandeel van de bedrijven een derogatie heeft. De bedrijven met derogatie hebben $\geq 80\%$ grasland en er is al een verplichting tot de teelt van een vanggewas na snijmaïs op zand- en lössgronden. In 2018 hadden 18.118 bedrijven een derogatievergunning. Het areaal landbouwgrond waarop in 2019 een derogatie van toepassing was, bedroeg 812.350 ha (waarvan 717.611 ha grasland). Het totaal areaal cultuurgrond in Nederland was 1.818.590 ha in 2017 (Bron: CBS). De waterkwaliteit van intensieve rundveebedrijven zonder derogatie en met een relatief groot areaal snijmaïs ($>30\%$) zal waarschijnlijk wel verbeteren door de eis van minimaal 70% grasland.

Na de teelt van snijmaïs op zand- en lössgronden is het nu al verplicht om een vanggewas te telen. De teelt van een vanggewas kan ook een effect hebben op de uit- en afspoeling van stikstof en fosfaat naar het oppervlaktewater in veen- en kleigebieden. Het is niet bekend hoe groot dit effect is, omdat empirische onderzoeksgegevens ontbreken. Waarschijnlijk is het effect beperkt, omdat het areaal snijmaïs in de veen- en kleigebieden gering is. Oppervlakkige afspoeling van stikstof en fosfaat treedt meestal op tijdens en na hevige regenval; vanggewassen kunnen de oppervlakkige afspoeling mogelijk iets beperken omdat een staand gewas de oppervlakkige afvoer beperkt. Het zogenoemde snelle transport van stikstof via scheuren in de bodem (met name bij klei- en veengronden) zal echter niet of amper beperkt worden door vanggewassen. Resultaten van verkennende berekeningen in bijlage 3.5 geven aan dat de teelt van vanggewassen op kleigronden slechts tot een beperkte reductie van stikstofuitspoeling en -afspoeling leidt (1 à 2% vermindering).

Er wordt bij 'duurzame bouwplannen' de eis gesteld dat de helft van het grasland bestaat uit meerjarig grasland (> 5 jaar) en dat scheuren niet is toegestaan, maar doorzaaien wel. Het is uit de beschrijving niet duidelijk of doorzaaien betekent dat de zode wel doodgespoten mag worden (of pleksgewijs mag worden doodgespoten). Uit eerder onderzoek is gebleken dat doorzaaien met alleen doodspuiten tot een vergelijkbare accumulatie van minerale stikstof in de bodem leidde als de combinatie doodspuiten, scheuren en herinzaai (Bijlage 3.2). Dus doorzaaien na doodspuiten van de zode leidt niet tot minder nitraatuitspoeling dan de combinatie scheuren en herinzaai. Anderzijds zal doorzaaien zonder dat onkruid bestreden kan worden niet leiden tot een verbetering van de kwaliteit van het grasland, vooral niet als er veel onkruid aanwezig is. Over het effect van scheuren en directe herinzaai op het gehalte aan organische stof in de bodem is in Nederland weinig bekend, maar verwacht wordt dat het gehalte aan organische stof in grasland dat regelmatig wordt vernieuwd lager zal zijn dan in permanent grasland dat niet gescheurd wordt.

Het ministerie van LNV heeft in een mondelinge toelichting op de adviesaanvraag aangegeven dat er ook een verplichting geldt voor de teelt van rustgewassen in de melkveehouderij. Dit betekent dat het niet mogelijk is om permanent snijmaïs te telen. Snijmaïs moet in rotatie met grasland of andere rustgewassen worden geteeld. Analyse van gegevens uit het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid laat zien dat de rotatie van gras en maïs tot hogere uitspoeling van nitraat leidt dan permanente teelten van gras en maïs. Het scheuren van grasland verhoogt het risico op nitraatuitspoeling, omdat er veel stikstof vrijkomt door bodemmineralisatie uit het gescheurde grasland. Deze resultaten geven aan dat een toename van wisselbouw van maïsland en grasland mogelijk tot meer nitraatuitspoeling kan leiden, vooral als de bemesting na het scheuren van grasland onvoldoende wordt afgestemd op

de hoeveel minerale stikstof in de bodem. Dit impliceert dat hier aanvullende maatregelen nodig zijn m.b.t. de bemesting van mais na het scheuren van grasland. Het permanent telen van mais is echter ongunstig voor de gewasopbrengst en het gehalte aan organische stof in de bodem, en dit kan op termijn ook tot meer nitraatuitspoeling leiden.

De waterkwaliteit op gemengde/biologische bedrijven verbetert mogelijk wel door de verplichting van minimaal 70% grasland, omdat het areaal grasland op een deel van deze bedrijven minder dan 70% is. Het gaat hierbij om een beperkt areaal. Echter, dit zijn meestal bedrijven die door een relatief extensieve bedrijfsvoering al een relatief lage nitraatuitspoeling hebben ten opzichte van gangbare gemiddelde melkveebedrijven.

Een derogatie moet elke 4 jaar opnieuw worden aangevraagd bij de Europese Commissie. Een derogatie kan worden verlengd als er wordt voldaan aan de eisen m.b.t. de waterkwaliteit. De Europese Commissie kan hierbij eisen stellen, zoals aan het aandeel grasland. Mocht de derogatie in de toekomst vervallen en daarmee ook de eis van minimaal 80% grasland, dan wordt verwacht dat er meer snijmais wordt geteeld, omdat de gewasopbrengst van maïsland hoger is dan die van grasland en omdat snijmais goed past in het rantsoen van melkvee. Snijmais draagt bij aan verlaging van het ruw-eiwitgehalte in rantsoen en dat is belangrijk om ammoniakemissie te beperken. De nitraatuitspoeling zal dan echter toenemen ten opzichte van de huidige situatie met minimaal 80% in grasland (CDM, 2020b). De eis van minimaal 70% grasland in het kader van 'duurzame bouwplannen' zorgt er dan wel voor dat het graslandareaal niet minder wordt dan 70% en zodoende kan deze maatregel dan bijdragen om de nitraatuitspoeling te beperken. Hoe groot dit effect is, is afhankelijk van het areaal grasland dat omgezet gaat worden in bouwland bij geen derogatie. Er is in het kader van onderhavig advies geen onderzoek uitgevoerd naar het te verwachten areaal grasland bij geen derogatie.

2.3. Openteeltbedrijven

Duurzame bouwplannen voor openteeltbedrijven impliceren dat rustgewassen één keer in drie jaar (dus gemiddeld op 33% van het areaal) worden opgenomen in de rotatie op alle percelen, en dat vanggewassen/groenbemesters worden gezaaid na de hoofdteelt op 100% van het areaal (of dat een winterteelt wordt gezaaid voor 31 oktober). In Tabel B3.13 staan een conceptlijst met rustgewassen conform het Gemeenschappelijk Landbouw Beleid.

Het effect van rustgewassen op de waterkwaliteit één keer in de drie jaar is afhankelijk van het huidige bouwplan en van het gewas dat vervangen gaat worden. Uit analyse van karakteristieke bouwplannen per regio in bijlage 3.1 blijkt dat het bouwplan in het zuidelijk zandgebied nu niet voldoet aan de eis van één keer in de drie jaar een rustgewas. In de andere gebieden voldoen veel van de bouwplannen gemiddeld genomen wel aan deze eis. Deze gegevens hebben betrekking op gemiddelde bouwplannen in een regio. Er is geen informatie beschikbaar van de vruchtwisseling op perceelsniveau. Percelen van gespecialiseerde bedrijven met bijvoorbeeld groentegewassen zullen waarschijnlijk niet voldoen aan de eis dat één keer in de drie jaar rustgewassen worden geteeld.

De eis om vanggewassen/ groenbemesters te zaaien na de hoofdteelt op 100% van het areaal of een winterteelt te zaaien voor 1 oktober¹ is effectief om de nitraatuitspoeling te verminderen (Bijlagen 3.2; 3.4). Een vanggewas dient voor 1 oktober te worden ingezaaid voor realisatie van een significante stikstofopname in het gewas en reductie van de nitraatuitspoeling (Bijlage 3.2.5). Bij verschillende akkerbouwteelten is dit lastig, omdat deze teelten nu na 1 oktober worden geoogst. De oogst van deze gewassen zal moeten worden vervroegd om het inzaaien van een vanggewas voor 1 oktober mogelijk te maken.

Vanggewassen hebben als doel om de nitraatuitspoeling te beperken en worden daarom niet bemest. Een groenbemester heeft tot doel organische stof te produceren en de bodemkwaliteit te verbeteren. Ook kunnen specifieke groenbemesters worden geteeld om het risico op gewasziekten te beperken. Een groenbemester wordt meestal vroeg ingezaaid (bijvoorbeeld na wintertarwe, eind augustus of begin september) en bemest om biomassa te produceren. Een groenbemester is echter meestal niet in staat om alle stikstof in de toegediende dierlijke mest op te nemen; het telen van een groenbemester is dus geen garantie dat daardoor alle residuaire minerale stikstof uit de bodem wordt opgenomen en dat de nitraatuitspoeling door de teelt van een groenbemester afneemt. Het risico op nitraatuitspoeling neemt toe naarmate de groenbemester later wordt ingezaaid, net zoals bij vanggewassen, en relatief veel dierlijke mest (of kunstmest) wordt toegediend. Als een groenbemester moet worden ingezet om nitraatuitspoeling te beperken, dan moet deze dus niet worden bemest (en dan is het een vanggewas).

De CDM heeft in 2020 indicatieve berekeningen uitgevoerd naar de effecten van bouwplansamenstelling op de nitraatuitspoeling in drie zandregio's en de lössregio (CDM, 2020c). De daarbij gebruikte methode is in onderhavig advies wederom toegepast om indicatieve berekeningen uit te kunnen voeren naar het effect van rustgewassen en vanggewassen op de uitspoeling van nitraat. De methode en de resultaten zijn in bijlage 3.4 weergegeven. Bij rustgewassen (excl. tijdelijk grasland) is voor de zandregio uitgegaan dat deze teelt gepaard gaat met een nitraatconcentratie van gemiddeld 50 mg nitraat per l in het uitspoelwater na de teelt, op basis van resultaten van LMM (Tabel B3.7). Deze relatief hoge concentratie wordt bij granen waarschijnlijk veroorzaakt doordat er nog met dierlijke mest wordt bemest in augustus (voor inzaai groenbemester). Het aandeel rustgewassen (excl. tijdelijk grasland) in het bouwplan van open teelten is gemiddeld 8% in de regio Zand zuid, 17% in de regio Zand midden, 23% in de regio Zand noord en 39% in de lössregio (Tabel B3.15).

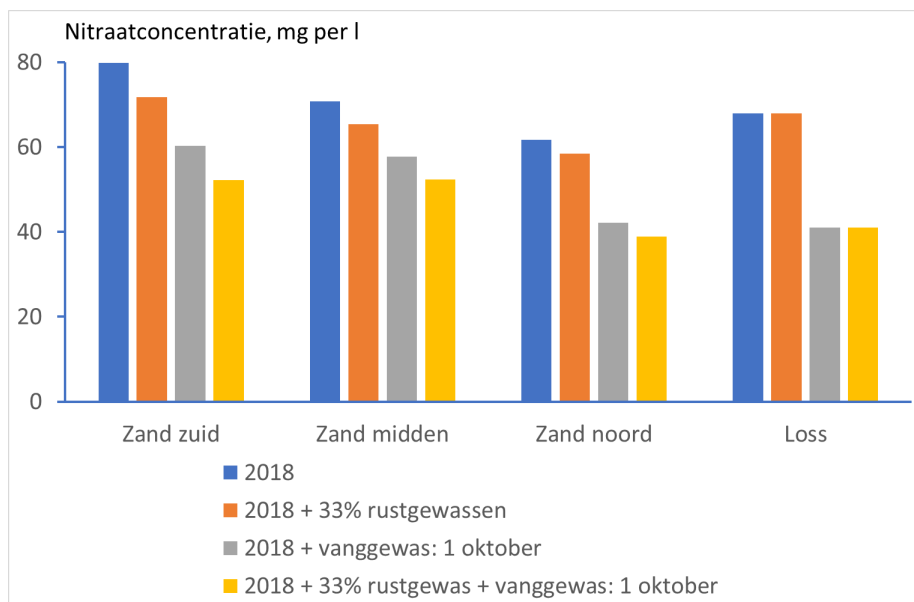
In de indicatieve berekeningen is het aandeel rustgewassen in de zandregio's verhoogd naar 33% (evenredig verdeeld over alle gewassen). Resultaten geven aan dat bij de gehanteerde aannames de gemiddelde nitraatconcentratie zou dalen met 3 (regio zand noord) tot 8 (regio zand zuid) mg nitraat per l (Figuur 1). In de lössregio wordt al voldaan aan 33% rustgewassen in de rotatie, waardoor deze maatregel geen effect heeft op de waterkwaliteit in de lössregio. Tijdelijk grasland is in deze berekening niet meegenomen als rustgewas.

Experimenteel onderzoek naar de effectiviteit van vanggewassen bij snijmaïs laat zien dat de uitspoeling fors verminderd kan worden, mits tijdig gezaaid (Tabel B3.10); een halvering van nitraatconcentratie bij snijmaïs op zandgrond bij een geslaagd vanggewas is mogelijk. Dit effect kan

¹ Tijdens de bespreking van een concept van onderhavig advies heeft het ministerie van LNV aangegeven dat onder winterteelten waarschijnlijk ook teelten vallen die heel laat in het seizoen worden geoogst, zoals winterprei en mogelijk suikerbieten. Hier is echter geen rekening gehouden mee gehouden in dit advies.

ook bij (andere) akkerbouwgewassen optreden, mits het vanggewas tijdig wordt ingezaaid. Om een effectief vanggewas te telen, moet deze voor 1 oktober worden gezaaid (Tabel B3.10). Later zaaien betekent dat de stikstofopname door het gewas laag is en het effect op nitraatuitspoeling gering. Dit geldt ook voor wintergraan; inzaai van wintergraan na 1 oktober zal weinig effect hebben op nitraatuitspoeling. Wintergranen kunnen in het vroege voorjaar mogelijk wel residuaire minerale N uit de ondergrond opnemen (in diep bewortelbare löss- en zavelgronden), mits de wintergranen niet vroeg in voorjaar worden bemest.

Resultaten van indicatieve berekeningen van een één op drie teelt van rustgewassen in het bouwplan en van een tijdige inzaai van vanggewassen tonen een forse reductie aan van de nitraatuitspoeling op zand- en lössgronden (Figuur 1; Bijlage 3.4). Hierbij is aangenomen dat het mogelijk is om bij alle open teelten een vanggewas of wintergewas in te zaaien vóór 1 oktober. Bij de combinatie van 33% rustgewassen en inzaai van vanggewassen vóór 1 oktober bij alle open teelten zal de nitraatnorm voor open teelten in de zand- en lössregio's gemiddeld genomen waarschijnlijk gerealiseerd worden.



Figuur 1. Berekende gemiddelde nitraatconcentraties in het uitspoelingswater bij open teelten (akkerbouw- en tuinbouwbedrijven en dus exclusief melkveebedrijven en grasland) voor drie zandregio's en de lössregio voor (i) het referentiejaar 2018, (ii) bij invoering van rustgewassen op 33% van het areaal, (iii) bij invoering van een vanggewas dat uiterlijk 1 oktober is gezaaid, en (iv) bij invoering van de combinatie rustgewassen op 33% van het areaal en vanggewassen per 1 oktober gezaaid (Bron: Indicatieve berekeningen vermeld in bijlage 3.4).

De resultaten van de indicatieve berekeningen in Figuur 1 en bijlage 3.4 geven aan wat potentieel mogelijk is bij openteelten bij 'sturen op duurzame bouwplannen' strikt conform de aangegeven kaders. De teelt van 33% rustgewassen in het bouwplan en de inzaai van vanggewassen vóór 1 oktober voor alle open teelten zijn effectief om de waterkwaliteit in de zandregio's te verbeteren, maar vergen forse aanpassingen in de bedrijfsvoering, zoals bijvoorbeeld het oogsttijdstip van enkele hoofdgewassen. De economische consequenties zijn voor verschillende bedrijven daardoor waarschijnlijk fors bijvoorbeeld bij een verbod op continueelt van snijmaïs. De economische gevolgen worden in een aanpalende studie van Wageningen Economic Research uitgezocht. Het

ministerie heeft aangegeven dat er samen met de sector gekeken zal worden naar de mogelijkheden van vervroeging van de oogst van bepaalde teelten. Ook is er nog onzekerheid/onduidelijkheid over de definitie van winterteelten. Indien gewassen die (een deel van de) winter op het land staan onder winterteelten vallen, zoals winterprei en suikerbieten, dan is de reductie in nitraatuitspoeling kleiner dan zoals nu aangegeven in Figuur 1 en bijlage 3.4.

De effecten op de waterkwaliteit van de teelt van vanggewassen lijken groter dan die van de teelt van 33% rustgewassen. Echter, het effect van een vanggewas op de vermindering van de nitraatuitspoeling wordt op langere termijn alleen blijvend gerealiseerd indien de N-bemesting (N-gebruiksnorm) van het gewas dat geteeld wordt na het vanggewas, wordt gekort met een hoeveelheid die overeenkomt met de hoeveelheid N die vrijkomt uit de mineralisatie van het onderploegde vanggewas. In de berekeningen is impliciet aangenomen dat dit daadwerkelijk gebeurt.

Indicatieve berekeningen laten zien dat een vanggewas in de kleiregio een klein effect heeft op nitraatuitspoeling; 1-3 % minder uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater (Bijlage 3.5). Het relatief kleine effect van rustgewassen en vanggewassen op de waterkwaliteit van de kleiregio's wordt deels veroorzaakt door de complexiteit van de transportroutes van stikstof (en fosfaat) uit bemesting via de bodem naar het oppervlaktewater. Op kleigrond kan de teelt van rustgewassen en vanggewassen het risico op oppervlakkige afspoeling van stikstof en fosfaat naar het oppervlaktewater mogelijk ook beperken. Het relatief kleine effect van rustgewassen en vanggewassen wordt deels ook veroorzaakt door de relatief grote bijdrage van de bodem zelf aan de belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfaat in de kleiregio. Er is een gebrek aan onderzoeksgegevens om het effect van vanggewassen op de uit- en afspoeling in de kleiregio nauwkeurig te kunnen kwantificeren.

3. Effecten duurzame bouwplannen op bodemkwaliteit en klimaat

3.1. Rundveebedrijven

Bij rundveebedrijven, die nu een derogatie hebben, worden weinig veranderingen verwacht in de bedrijfsvoering door 'sturen op duurzame bouwplannen' en zal het effect op bodemkwaliteit beperkt zijn. Voor bedrijven die door de gestelde kaders een deel van het bouwland moeten omzetten in grasland zal het gehalte aan organische stof in de bodem toenemen.

De eis om >50% van het graslandareaal te gebruiken als meerjarig grasland zal het scheuren van grasland en de wisselbouw van grasland en bouwland beperken, maar het is niet bekend op hoeveel bedrijven dit tot aanpassingen zal leiden. In de kaders voor duurzame bouwplannen staat aangegeven dat doorzaaien van meerjarig grasland wel is toegestaan (Tabel 1). Uit onderzoek van Hoving en Velthof (2006) bleek dat doodspuiten met doorzaaien zonder grondbewerking een vergelijkbare ophoping van minerale stikstof in de bodem gaf als de combinatie van doodspuiten, grondbewerking en herinzaai. Dus het vernietigen van de graszode is de handeling die in dat onderzoek leidde tot verhoogde afbraak van organische stof en stikstofmineralisatie. Dit suggereert dat het toestaan van doorzaaien zonder grondbewerking, maar met doodspuiten van de graszode tot meer stikstofmineralisatie leidt dan doorzaaien zonder doodspuiten en grondbewerking. In de kaders voor duurzame bouwplannen is het dus belangrijk om aan te geven hoe 'doorzaaien' wordt gedefinieerd.

De eis dat snijmaïs niet meer permanent mag worden geteeld (maar dat er één keer in de drie jaar een rustgewas moet worden geteeld) zal de bodemkwaliteit van de betreffende percelen waarschijnlijk verbeteren, omdat continue maisteelt kan leiden tot een daling van het gehalte aan organische stof en van bodemleven.

3.2. Openteeltbedrijven

Meer rustgewassen in de rotatie kan de vastlegging van koolstof in landbouwgronden verhogen, als deze rustgewassen veel organische stof in de bodem achterlaten. Gewasresten zijn een belangrijke bron voor organische stof in de bodem. De hoeveelheid 'effectieve organische stof' (EOS) uit gewasresten kan worden gebruikt als indicator voor het effect van een gewas op het organische stofgehalte van landbouwgronden. Grasland, graszaad, granen zonder afvoer van stro, korrelmaïs, luzerne en spruitkool laten relatief veel gewasresten en veel EOS achter (> 2000 kg) in bovengrondse en ondergrondse delen (Bron: Handboek Bemesting). Ook groenbemesters en vanggewassen zijn een bron van EOS, maar de hoeveelheid is meestal lager dan die van de genoemde hoofdgewassen. Het zaaitijdstip van een groenbemester/vanggewas bepaalt in sterke mate de hoeveelheid EOS die achter blijft.

Om meer biomassa en organische stof te produceren worden groenbemesters met stikstof bemest. Ook in het kader van aaltjesbestrijding is een goede ontwikkeling van de groenbemester van belang en moet onkruidontwikkeling (waardplant voor aaltjes) worden voorkomen. Ook dit is een reden waarom een groenbemester meestal wordt bemest (CDM, 2017a). Vanggewassen hebben tot doel om de nitraatuitspoeling te beperken en worden daarom niet bemest. Een stikstofbemesting van een groenbemester is alleen zinvol bij een vroege inzaai (voor 1 september), na hoofdgewassen die

weinig stikstof in de bodem nalaten en als het doel extra aanvoer van organische stof is of aaltjesbestrijding. Praktisch gezien betekent dit dat vooral na graan- en graszaadgewassen en koolzaad stikstofbemesting van een groenbemester zinvol kan zijn. Bemesting van een groenbemester kan leiden tot meer nitraatuitspoeling; de relatief hoge nitraatconcentraties na wintertarwe op zand- en lössgrond worden waarschijnlijk veroorzaakt door toediening van dierlijke mest aan een groenbemester na wintertarwe (Tabel B3.7).

Beperkte grondbewerking kan een positief effect hebben op de verhoging van het gehalte aan organische stof in de bodem. Op basis van de evaluatie van lange-termijn experimenten in Nederland, waarin geen effect van beperkte grondbewerking op het gehalte aan organische stof is aangetoond, wordt niet-kerende grondbewerking echter niet langer aangemerkt als klimaatmaatregel met betrekking tot het vastleggen van koolstof in Nederland².

Organische stof in de bodem heeft effect op de fysische, biologische en chemische bodemkwaliteit, en beïnvloedt stikstofomzettingen (mineralisatie, immobilisatie en denitrificatie), de stikstofbenutting door het gewas (stikstofopname) en het stikstoftransport (nitraatuitspoeling) in de bodem. De relatie tussen het organische stofgehalte en nitraatuitspoeling wordt bepaald door de kwaliteit van de organische stof, de grondsoort en grondwaterstand, het bouwplan, het management en de weersomstandigheden. Het effect van organische stof in de bodem op nitraatuitspoeling is niet eenduidig, omdat veel factoren en interacties een rol spelen (CDM, 2017c).

Organische stof in de bodem heeft ook effect op de emissie van het broeikasgas lachgas (N₂O). Organische stof kan tot een toename van N₂O-emissie leiden, omdat gemakkelijke afbreekbare organische stof een energiebron is voor denitrificerende bacteriën en omdat afbraak van organische stof leidt tot verhoogde zuurstofconsumptie, waardoor de N₂O-productie bij nitrificatie en denitrificatie toenemen. Studies in de internationale literatuur laten zien dat de toename van N₂O-emissie door organische stof een forse reductie geeft van de vermindering van het 'klimaatteffect' door koolstofvastlegging in landbouwgronden (Guenet et al., 2020; Lugato et al., 2018). Sommige studies geven zelfs aan dat het effect op het klimaat van N₂O-emissie groter is dan van koolstofopslag (Gu et al., 2017). In dat geval heeft toevoer van organische stof via gewasresten en/of bemesting aan landbouwgronden dus een negatief effect op de netto broeikasgasemissie.

In het algemeen wordt verwacht dat meer rustgewassen in het bouwplan zal leiden tot een hogere organische stof toevoer en daardoor tot een betere bodemkwaliteit. Rustgewassen in het bouwplan kunnen ook een belangrijke rol spelen bij het voorkomen of onderdrukken van plantenziekten. Hier wordt verder niet op ingegaan in dit advies.

² <https://slimlandgebruik.nl/maatregelen/akkerbouw/niet-kerende-grondbewerking>

4. Kaders voor sturen op duurzame bouwplannen

4.1. Analyse 'duurzame bouwplannen' voor rundveebedrijven

Het kader van een 'duurzaam bouwplan' voor rundveebedrijven (of graasdierbedrijven) is dat minimaal 70% van het areaal op het bedrijf in grasland ligt waarvan >50% meerjarig grasland (>5 jaar) en dat op het niet-graslandareaal vanggewassen zijn ingezaaid voor 1 oktober. De restrictie om >50% van het graslandareaal als meerjarig grasland te gebruiken impliceert dat er grenzen worden gesteld aan graslandvernieuwing. Ook in de Nederlandse Actieprogramma's van de EU-Nitraatrichtlijn worden beperkingen gesteld aan het scheuren van grasland en wisselbouw (tijdstip van scheuren, teelt van volggewas (Tabel B3.12 in bijlage 3) en bemesting na scheuren van grasland). Ook in het kader van de vergroeningsmaatregelen in het GLB worden eisen gesteld aan grasland; als het aandeel permanent grasland op landelijk niveau krimpt (daling van 5% of meer ten opzichte van het referentiejaar 2011), dan moeten er maatregelen worden genomen, zoals een verbod op scheuren of een herstelplicht³.

Het kader van 'duurzame bouwplannen' legt voor de meeste rundveebedrijven geen extra beperkingen op. Het kader stelt feitelijk minder zware restricties aan het areaal grasland dan de huidige derogatie van de EU-Nitraatrichtlijn nu vereist; bij duurzame bouwplannen dient $\geq 70\%$ van het areaal in grasland te liggen terwijl dat nu voor bedrijven met een derogatie $\geq 80\%$ van het areaal is. Wel dient minimaal 50% van het graslandareaal permanent grasland te zijn, waardoor maximaal 50% van het areaal grasland voor wisselbouw gebruikt kan worden. De eis van minimaal één keer een rustgewas in 3 jaar betekent bovendien dat er geen permanente maïsteelt mogelijk is. Maïs zal dus in rotatie met grasland of een ander voedergewas moeten worden verbouwd. Dit vraagt aanpassingen voor de meeste bedrijven.

Voor graasdierbedrijven zonder derogatie geldt momenteel geen verplichting van een minimaal percentage van het areaal dat grasland dient te zijn; voor deze bedrijven zal de eis van minimaal 70% van het areaal in grasland mogelijk wel als een beperking van de vrijheid in de bedrijfsvoering worden ervaren. Dit geldt ook voor een deel van de biologische rundveebedrijven, namelijk voor bedrijven met een gemengde bedrijfsvoering. Deze bedrijven zullen mogelijk een groter deel van het areaal (minimaal 70%) in grasland moeten leggen. Voor sommige intensieve bedrijven (bedrijven met meer dan pakweg 20000 kg melk per ha per jaar) zonder derogatie en met een relatief groot areaal snijmaïs en/of andere voedergewassen betekent duurzame bouwplannen waarschijnlijk ook dat het areaal grasland zal moeten toenemen t.o.v. de huidige situatie.

De verplichting om een vanggewas te zaaien na de teelt van snijmaïs (of een ander éénjarig voedergewas) voor 1 oktober geldt nu ook al voor zandgronden. Voor graasdierbedrijven op kleigronden gold de verplichting om voor 1 oktober een vanggewas te zaaien op het niet-grasland areaal tot nu toe niet; dit vergt aanpassing. Op kleigrond wordt doorgaans in het najaar geploegd. Als het vanggewas de gehele winter aanwezig moet zijn, dan zal het tijdstip van de grondbewerking moeten worden aangepast.

³ <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/vergroeningsbetaling/blijvend-grasland>

Voor graasdierbedrijven op veengronden geven 'duurzame bouwplannen' geen additionele verplichtingen, omdat op deze bedrijven meestal 100% van het areaal in grasland ligt; deze bedrijven zullen dus niets merken van 'sturen op duurzame bouwplannen'.

Het is niet duidelijk wat het effect zal zijn van de verplichting dat minimaal 50% van het graslandareaal permanent of meerjarig moet zijn (dus minimaal 35% van het totale areaal van een bedrijf). Dit impliceert dat maximaal 65% van het areaal van het bedrijf voor wisselbouw mag worden gebruikt, waarbij per jaar maximaal 30% van het areaal van het bedrijf mag worden gebruikt voor de teelt van snijmaïs of andere gewassen (inclusief aardappelen, bloembollen en groentegewassen voor akkerbouwers). Dit beperkt de uitwisseling van gewassen tussen akkerbouw- en graasdierbedrijven waarschijnlijk wel op termijn, omdat het areaal dat voor wisselbouw gebruikt kan worden is beperkt tot maximaal 65% van het bedrijf. Wel blijft de mogelijkheid waarschijnlijk bestaan dat een graasdierbedrijf tot 30% van het bedrijf in aardappelen of bloembollen legt en dat de akkerbouwer daarvoor in ruil gras of een ander voedergewas teelt. Ook geldt dat met permanent gras op het bedrijf geroteerd kan worden; een perceel meerjarig gras kan gescheurd worden als een perceel van het wisselbouwdeel de status permanent bereikt heeft (5 jaar), en er voldaan wordt aan de eis dat het aandeel permanent grasland minimaal 35% is.

4.2. Analyse 'duurzame bouwplannen' voor openteeltbedrijven

Het kader van een 'duurzaam bouwplan' voor openteeltbedrijven is dat op alle percelen rustgewassen één keer in drie jaar in de rotatie worden opgenomen, en dat vanggewassen of groenbemesters na de hoofddeelt voor 1 oktober worden gezaaid op 100% van het areaal. Ingeval een wintergraan na een hoofdgewas wordt geteeld, dan geldt als uiterste zaaidatum 31 oktober.

In bijlage 3 is een analyse gemaakt van het aandeel rustgewassen in gangbare akkerbouwbedrijven. Gemiddeld voldoen veel van de gangbare akkerbouwbedrijven reeds aan de eis van minimaal 33% rustgewassen in de rotatie. Momenteel is het gemiddelde aandeel van rustgewassen in het bouwplan in de akkerbouw 43% (Figuur B3.2 in bijlage 3), dus hoger dan de verplichte 33%. Alleen in Flevoland is het aandeel van rustgewassen in het bouwplan gemiddeld genomen circa 33% en in zand-zuid, het gebied waar niet aan nitraatnorm wordt voldaan, is het aandeel rustgewassen <33%. Dit suggereert dat op het grootste deel van het areaal open teelten gemiddeld nu al aan dit criterium wordt voldaan. Er waren voor dit advies geen gegevens beschikbaar om na te gaan of op perceelsniveau wordt voldaan aan de eis van één keer in drie jaar rustgewassen.

Voor gespecialiseerde groenteteeltbedrijven (en bollenteeltbedrijven) vergt de eis van 33% rustgewassen in de rotatie forse aanpassingen, omdat deze bedrijven een veel groter areaal met rustgewassen moeten hebben dan nu het geval is. Dit zijn vaak kleine bedrijven (wat areaal betreft) die een groot deel van het bedrijf in groentegewassen hebben liggen. Veel van deze groentegewassen vallen niet onder de categorie rustgewas. In 2020 werden er op ca. 26000 ha vollegrondsgroenten geteeld in Nederland door ca 2800 gespecialiseerde bedrijven in de opengrondgroenteteelt. Het gemiddeld bedrijfsoppervlakte was 9 ha. Er was geen informatie beschikbaar welk deel van dit areaal geruild wordt met andere landbouwbedrijven. Worden ook bedrijven met akkerbouw-matige

groenteteelt mee genomen dan is het aantal bedrijven ca 7000, met in totaal ca 90000 ha en een gemiddelde bedrijfsoppervlakte van 13 ha⁴.

De kaders voor 'duurzame bouwplannen' gelden voor alle percelen, onafhankelijk van de eigenaar. Dit betekent dat de restricties ook gelden voor percelen die tijdelijk worden gehuurd/geruild met andere bedrijven, zoals akkerbouwbedrijven die gespecialiseerd zijn in de teelt van pootaardappelen, zetmeelaardappelen of bloembollen (en/of groentegewassen). Landruil is een algemeen complicerende factor bij bouwplannen en vruchtwisselingen.

De generieke verplichting om na de hoofdteelt op 100% van het areaal een wintergewas te zaaien voor 31 oktober of een vanggewas (of groenbemester) voor 1 oktober zal op veel akkerbouwbedrijven lastig in te passen zijn. Zeker na de teelt van aardappelen en suikerbieten zal deze verplichting waarschijnlijk op bezwaren stuiten, omdat lang niet alle (zetmeel)aardappelen en suikerbieten voor 1 oktober gerooid zullen zijn, en omdat voor sommige grondsoorten het wenselijk is het land geploegd braak te laten liggen (voor de bodemstructuur en voor het laten 'verwerken' van oogstrestanten).

Opvallend is dat er geen onderscheid is gemaakt tussen grondsoorten bij de verplichting om op 100% van het areaal een wintergewas te zaaien voor 31 oktober of een vanggewas (of groenbemester) voor 1 oktober. De urgentie om op 100% van het areaal een wintergewas te zaaien voor 31 oktober of een vanggewas (of groenbemester) voor 1 oktober is groter op zandgronden dan op kleigronden, bekeken vanuit de opgave om de waterkwaliteit te verbeteren (zie hoofdstuk 2).

⁴ <https://www.agrimatie.nl/SectorResultaat.aspx?subpubID=2232§orID=2246>

5. Discussie en advies

5.1. De keuze van het bouwplan

De keuze van het bouwplan wordt door veel factoren beïnvloed. De financiële opbrengst per ha, de effecten van vruchtwisseling, de kennis en mogelijkheden van de ondernemer, grondsoort en klimaat, de arbeidsbehoefte en -verdeling, cont(r)acten met afnemers en de mechanisatie en inrichting van de gebouwen van een bedrijf zijn meestal de belangrijkste factoren (Bijlage 3.1). Aanpassingen van het bouwplan vinden meestal plaats op basis van strategische en/of tactische overwegingen, en worden dus niet jaarlijks gemaakt. Nieuwe teelten op een bedrijf worden meestal eerst op een klein areaal geprobeerd om daarna te beslissen of de teelt succesvol kan zijn. Prijschommelingen van producten leiden meestal niet direct tot aanpassingen in het bouwplan, maar structurele prijsveranderingen wel. Ook de toeslagen en vergroeningseisen van het Gemeenschappelijke landbouwbeleid hebben invloed op het bouwplan. Door 'sturing op duurzame bouwplannen' via de Nitraatactieprogramma's wenst de overheid het bouwplan ook te beïnvloeden om doelstellingen met betrekking tot waterkwaliteit, bodemkwaliteit en klimaat te kunnen realiseren.

Het financiële saldo van een gewas (opbrengst – toegerekende kosten) bepaalt in belangrijke mate de keuze van de gewassen in een bouwplan. Het gemiddelde saldo per ha verschilt sterk tussen gewassen, vaak wel een factor twee tot vijf (Tabel B3.2); het arbeidsinkomen wordt daardoor meestal ook door de arealen van enkele gewassen bepaald. Het grote belang van het saldo per ha wordt mede bepaald door de hoge landprijzen en relatief hoge arbeidskosten in Nederland. Rooivruchten hebben daardoor een groot aandeel en de zogenoemde rustgewassen (vooral granen) een relatief klein aandeel in het bouwplan in Nederland. Het aandeel rustgewassen is afgenomen in de voorbije 10 jaar (Figuur B3.2). Er zijn dus financiële en/of wettelijke prikkels nodig om het aandeel rustgewassen te verhogen in het bouwplan, omdat het saldo per ha van deze rustgewassen meestal veel lager is dan die van de hoofdgewassen aardappelen, suikerbieten, groentegewassen, bloembollen en uien. Een aanvullende studie van Wageningen Economic Research gaat daar verder op in.

Op melkveebedrijven gaat het meestal niet om het saldo per ha maar om het saldo per melkkoe, dat vooral wordt bepaald door melkopbrengst minus kosten voor aangekocht voer. De kosten voor aangekocht voer worden vooral bepaald door het aantal koeien per ha en de voeropbrengst van het eigen land. Het gemiddelde rantsoen (drogestof) in de melkveehouderij in Nederland in de jaren 2017, 2018 en 2019 bestond voor 50% uit gras(kuil), 20% uit snijmaïskuil en 30% uit aangekochte krachtvoerders. Dit gemiddelde rantsoen komt overeen met een grasland: maïsland verhouding van ongeveer 80:20, aannemende dat de gemiddelde drogestofopbrengst van grasland ca 10 ton en van maïsland ca 16 ton per ha is (Nb. in zuid Nederland wordt relatief meer snijmaïs ten opzichte van grasland verbouwd dan in noord Nederland). De verhouding 80:20 voor grasland:maïsland komt overeen met die van de derogatievergunning⁵. Bij de huidige derogatievergunning brengen de kaders voor duurzame bouwplannen geen verandering teweeg in de grasland:maïsland verhouding.

⁵ Melkveebedrijven met een hoge melkproductie per ha landbouwgrond hebben onvoldoende voer van eigen land en kopen meestal snijmaïs aan (vaak van intensieve veehouderijbedrijven met een klein landoppervlakte); deze bedrijven wensen meestal een lagere grasland:maïsland verhouding te hebben voor het eigen bedrijf dan 80:20. Voor deze bedrijven

Het ministerie onderscheidt rundveebedrijven en openteeltbedrijven. Er zijn in Nederland ook ongeveer 3000 varkensbedrijven met gemiddeld 10 ha land, dat meestal wordt gebruikt voor de teelt van maïs en aardappelen. Veel van de maïs wordt geteeld voor melkveebedrijven. Het ministerie van LNV heeft mondeling aangegeven dat het areaal bij intensieve veebedrijven onder open teelten valt en dat op perceelsniveau zal moeten worden voldaan aan de eisen voor 'duurzame bouwplannen'. Dit impliceert dat op circa 33% van het areaal van deze intensieve veehouderijbedrijven ook rustgewassen en vanggewassen geteeld dienen te worden.

5.2. Effecten van duurzame bouwplannen op water- en bodemkwaliteit

Duurzame bouwplannen zijn bedoeld om de waterkwaliteit en bodemkwaliteit te verbeteren; d.w.z. via duurzame bouwplannen wordt beoogd de nitraatuitspoeling naar het grondwater en de stikstof- en fosfaatuitspoeling en -afspoeling naar het oppervlaktewater te verminderen. De samenstelling van het bouwplan is echter slechts één van de factoren die de uitspoeling en afspoeling van stikstof en fosfaat van landbouwgronden naar grondwater en oppervlaktewater beïnvloedt. Andere belangrijke factoren zijn stikstofbemesting (grootte van de gift, wijze en tijdstip van toediening, type mest en/of meststof), stikstofoverschot (hangt sterk samen met de twee eerder genoemde factoren), grondsoort, de helling van het perceel, weersomstandigheden (neerslagoverschot, temperatuur), grondbewerking en vooral scheuren van grasland, en aanwezigheid van randstroken en bufferstroken.

In het mestbeleid wordt met veel van voornoemde factoren rekening gehouden, via het gebruiksnormenstelsel en de gebruiksvorschriften. De gebruiksnormen zijn grondsoort-specifiek en gewas-specifiek. De gebruiksvorschriften zijn vaak grondsoort-, gewas-, en perceel-specifiek en houden deels ook rekening met weersomstandigheden. Het mestbeleid houdt dus rekening met verschillen tussen gewassen. Echter, er wordt relatief weinig rekening gehouden met verschillen in stikstofnalevering door voorgaande teelten (vanggewassen, gewasresten, scheuren grasland) in het mestbeleid.

Sturen op duurzame bouwplannen conform de aangegeven kaders is gemiddeld genomen goed voor de waterkwaliteit, bodemkwaliteit en waarschijnlijk ook voor het klimaat (vermindering van broeikasgasemissies) in de regio's waar nu nog niet wordt voldaan aan deze kaders. Maar er zijn wel duidelijke verschillen tussen rundveebedrijven en openteeltbedrijven, tussen regio's en tussen grondsoorten. De verbetering van de waterkwaliteit is het grootst op het zuidelijk zand; de benodigde aanpassingen in bouwplan en oogsttijdstippen zijn daar ook het grootst. De verbetering van de waterkwaliteit in de kleiregio's en de veenregio's zijn relatief klein, omdat de gevraagde aanpassingen in bouwplan en oogsttijdstippen daar relatief beperkt zijn, en de samenstelling van het bouwplan en de teelt van vanggewassen daar minder grote effecten hebben op de waterkwaliteit. De onzekerheid in deze conclusies is relatief groot, vooral vanwege een gebrek aan empirische onderzoeksgegevens over de relatie tussen bouwplansamenstelling (en de teelt van vanggewassen)

is de voorgestelde verhouding van 70:30 (kader voor duurzame bouwplannen) welkom. Bij deze grasland:maisland verhouding wordt de verhouding in het rantsoen van gras(kuil):mais:aangekocht voer circa 42:28:30 (aannemende dat het aandeel aangekochte krachtvoerders gelijk blijft). Dit leidt tot een rantsoen met waarschijnlijk minder ruw eiwit, waardoor de stikstofexcretie en ammoniakemissie afnemen, afhankelijk van het ruw-eiwitgehalte van de aangekochte krachtvoerders.

en waterkwaliteit, voor verschillende regio's. Vooral gegevens over de effecten op de kwaliteit van het oppervlaktewater zijn schaars.

Er zijn relatief grote verschillen tussen hoofdgewassen in nitraatuitspoelingsgevoeligheid en in de gemiddelde nitraatconcentraties die in bodemvocht na de teelt van een hoofdgewas worden gemeten (Tabellen B3.7, B3.8, B3.9; Figuur B3.6). Ook rustgewassen verschillen in de gemiddelde nitraatconcentraties in het bodemvocht na de teelt. De gemiddelde nitraatconcentratie in het bodemvocht op zandgrond na de teelt van grasland is lager dan 50 mg per liter, maar die na de teelt van granen op zandgrond ligt gemiddeld in de buurt van 50 mg per liter volgens monitoringsgegevens. Mogelijk speelt hierbij het bemesten van een groenbemester met dierlijke mest na de teelt van granen een rol. Het effect van de vervanging van een deel van het areaal hoofdgewassen door rustgewassen op de waterkwaliteit is bij het bestaande stikstofmanagement (van vooral groenbemesters) dus relatief beperkt. Rustgewassen hebben gemiddeld genomen wel een positief effect op de bodemkwaliteit.

De resultaten van indicatieve berekeningen in bijlage 3.4 geven aan dat de invoering van de verplichting om één keer in de drie jaar rustgewassen in het bouwplan op te nemen (dus op 33% van het areaal) en om vanggewassen in te zaaien per 1 oktober na alle hoofdteelten waarschijnlijk effectief is om de nitraatuitspoeling op zand- en lössgronden in alle regio's te verminderen tot het niveau van de doelstelling (50 mg nitraat per liter). Daarbij is het effect van vanggewassen groter dan het effect van rustgewassen, mits de vanggewassen uiterlijk 1 oktober zijn ingezaaid en bij de stikstofbemesting van volggewassen rekening wordt gehouden met de stikstofnalevering uit de mineralisatie van ondergewerkte vanggewassen. Deze berekeningen geven de potenties weer van de teelt van 33% rustgewassen in het bouwland en de inzaai van vanggewassen vóór 1 oktober voor zand- en lössgronden. Er zijn echter forse aanpassingen in het bouwplan en in de oogsttijdstippen van de hoofdgewassen nodig om deze potenties te realiseren, vooral voor de zuidelijke zandregio.

Grasland is een effectief 'rustgewas' om de nitraatuitspoeling te verminderen, mits er ook eisen worden gesteld aan tijdstip en wijze van scheuren, het volggewas na het scheuren van grasland (stikstofbehoefstig en niet-uitspoelingsgevoelig), en bij de stikstofbemesting van de volggewassen rekening wordt gehouden met de stikstofmineralisatie uit het gescheurde en/of doodgespoten grasland.

De effectiviteit van de teelt van granen om waterkwaliteit te verbeteren kan worden verhoogd door na de teelt een vanggewas te telen in plaats van een bemeste groenbemester. Dit impliceert dat de effectiviteit van duurzame bouwplannen, voor verbetering van de waterkwaliteit, kan worden verhoogd door bij de algemene kaders aanvullende richtlijnen of eisen te stellen, of door de kaders verder te differentiëren en te detailleren.

5.3. Conclusies en advies

Sturen op duurzame bouwplannen volgens de nu gestelde kaders heeft een positief effect op de waterkwaliteit van openteeltbedrijven, omdat de arealen rustgewassen en vanggewassen toenemen. De effecten van één op drie rustgewassen in het bouwplan en van tijdig gezaaide vanggewassen zijn grondsoort- en regiospecifiek omdat i) er verschillen zijn in nitraatuitspoeling tussen grondsoorten en gebieden en ii) een deel van de gebieden nu al voldoen aan de teelt van één op drie rustgewassen in

het bouwplan. Vooral op de zand- en lössgronden in het zuiden hebben duurzame bouwplannen een relatief grote potentie om de nitraatuitspoeling te verminderen. De effecten van duurzame bouwplannen op de waterkwaliteit (nitraatuitspoeling) zijn groter voor openteeltbedrijven dan voor rundveebedrijven, omdat de rundveebedrijven met een derogatie nu globaal al voldoen aan deze kaders. De effecten van duurzame bouwplannen zijn groter voor de zand- en lössgronden dan voor de klei- en veengronden, omdat de nitraatconcentratie in het uitspoelwater momenteel hoger is in zand- en lössregio dan in de klei- en veengebieden. Duurzame bouwplannen hebben vaak ook een positief effect op bodemkwaliteit, door verhoging van de aanvoer van organische stof naar de bodem, en een neutraal tot reducerend effect op de emissie van broeikasgassen.

De kaders van duurzame bouwplannen voor rundveebedrijven komen globaal overeen met de kaders van graasdierveebedrijven met een derogatie. Invoering van duurzame bouwplannen zal voor deze graasdierbedrijven daardoor tot weinig veranderingen leiden. Voor graasdierbedrijven zonder derogatie (gemengde (biologische) bedrijven, en intensieve bedrijven die al dan niet samenwerken met akkerbouwbedrijven en land ruilen), kan de invoering van duurzame bouwplannen leiden tot een verbetering van de waterkwaliteit, door een toename van het areaal grasland tot $\geq 70\%$. Voor graasdierbedrijven met een derogatie op kleigronden, en met bouwland, kan de waterkwaliteit ook verbeteren vanwege de verplichting om een nagewas te telen op het bouwland (die verplichting is er in de derogatie nu niet).

De onzekerheid in de berekende effecten op nitraatuitspoeling naar het grondwater en stikstof- en fosfaatuitspoeling en -afspoeling naar het oppervlaktewater is relatief groot. Die onzekerheid heeft te maken met onduidelijkheden over de uiteindelijke uitvoering en acceptatie van de kaders voor duurzame bouwplannen in de praktijk, maar ook met de complexiteit van de relaties tussen bouwplansamenstelling, vanggewassen en nitraatuitspoeling naar het grondwater en de stikstof- en fosfaatuitspoeling en -afspoeling naar het oppervlaktewater. Er ontbreken empirische onderzoeksgegevens, met name in relatie tot oppervlaktewater.

Vanwege de onzekerheden in de grootte van de effecten van duurzame bouwplannen op waterkwaliteit, en vanwege de verwachte (economische) implicaties van duurzame bouwplannen voor de praktijk, pleit de CDM voor een gefaseerde en gebiedsgerichte invoering van duurzame bouwplannen in de praktijk, afhankelijk ook van de effecten van de economische analyse door WEcR. Het ligt voor de hand de invoering te starten in gebieden met duidelijke knelpunten als het gaat om waterkwaliteit, en in gebieden waar de effecten van duurzame bouwplannen het grootst zijn (meest effectief). Invoering op pilotschaal in het zuidelijk-zandgebied ligt dan voor de hand. Er wordt voorgesteld om met pilots te beginnen, omdat het niet is uit te sluiten dat het nemen van maatregelen op het gebied van duurzame bouwplannen in het zuidelijk-zandgebied tot een verschuiving leidt van bepaalde teelten, zoals groenten en snijmais, naar andere zandgebieden. Dit kan leiden tot een hoger risico elders op nitraatuitspoeling en/of belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfaat in die gebieden. Afhankelijk van de uitvoering van duurzame bouwplannen in de praktijk zal daarom mogelijk niet overal de doelstelling van de nitraatnorm gerealiseerd worden, waardoor aanvullende maatregelen om uitspoeling te beperken overwogen moeten worden (bijvoorbeeld op het gebied van bemesting).

De CDM adviseert de invoering van duurzame bouwplannen via pilots te laten vergezellen met een adequate monitoring, opdat kwantitatieve onderzoeksgegevens kunnen worden verzameld over de relaties tussen bouwplansamenstelling op perceelsniveau, vanggewassen en nitraatuitspoeling naar het grondwater en de stikstof- en fosfaatuitspoeling en -afspoeling naar het oppervlaktewater. Parallel daaraan is het gewenst dat er specifiek naar hoofdgewassen, rustgewassen en vanggewassen wordt gekeken, om sturen op duurzame bouwplannen effectiever te maken. Alle rustgewassen zijn nu over één kam geschoren, maar het ene rustgewas past beter in een bouwplan dan het andere. Rustgewassen verschillen ook in de bijdragen aan de vermindering van de nitraatuitspoeling en aan de verbetering van de bodemkwaliteit; het is belangrijk dat deze verschillen duidelijker in kaart worden gebracht. Ook het effect van bouwplan op het beheersen van ziekten en plagen zou hierbij meegenomen moeten worden. Hierbij zijn er waarschijnlijk ook verschillen tussen regio's.

De verplichting om een vanggewas te zaaien vóór 1 oktober na de oogst van alle hoofdgewassen vergt forse aanpassingen van de praktijk, zoals vervroeging van de oogst. De CDM adviseert ook hier een gefaseerde en gebiedsgerichte invoering; op lichte zandgronden zijn de verwachte effecten het grootst en daarom adviseert de CDM om prioriteit te geven aan de zuidelijk zandregio. Ook adviseert de CDM dat een groenbemester niet wordt bemest met stikstof indien het doel is nitraatuitspoeling tegen te gaan. De behoefte aan groenbemesters vermindert waarschijnlijk als er meer rustgewassen worden geteeld.

De CDM adviseert dat expliciet duidelijk wordt gemaakt hoe gemengde en biologische rundveebedrijven moeten omgaan met de regels rond duurzame bouwplannen; mogelijk kunnen deze bedrijven onder de kaders van openteeltbedrijven vallen. De kaders voor 'duurzame bouwplannen' gelden voor alle percelen, onafhankelijk van de eigenaar. Dit betekent dat de restricties ook gelden voor percelen die tijdelijk worden gehuurd/geruild met andere bedrijven. Landruil is een algemeen complicerende factor bij bouwplannen en vruchtwisselingen en vraagt aandacht bij verdere uitwerking van 'duurzame bouwplannen'.

Grasland wordt gezien als een rustgewas dat tot een sterke vermindering van nitraatuitspoeling kan leiden, maar het scheuren van grasland leidt echter tot verhoogde nitraatuitspoeling leiden, indien bij de keuze van het volggewas en de bemesting daar onvoldoende rekening mee wordt gehouden. De CDM adviseert om aanvullende eisen te stellen aan het type volggewas na het scheuren van grasland (dus een stikstofbehoefstig gewas) en om de stikstofgebruiksnorm voor het volggewas te beperken.

6. Referenties

Aerts, Th.G.F.M. (1989) Bouwplan en vruchtopvolging. Publikatie 44. Proefstation en Consulentschap in Algemene Dienst voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond. Lelystad.

Berge, ten H.F.M., H.G. van der Meer, L. Carlier, T. Baan Hofman, and J.J. Neeteson (2002) Limits to nitrogen use on grassland. *Environmental Pollution* 118, 225–238.

Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, M.B.H. Ros, G.L. Velthof, J. Vonk en T. van der Zee (2021). Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2019. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOt-technical report 203. 238 p.

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.

CDM (2017a) Advies 'Groenbemesters'

CDM (2017b) Advies 'Beperking nitraatuitspoeling bij scheuren en herinzaai van grasland'

CDM (2017c) Advies 'Relatie organische stofgehalte in de bodem en nitraatuitspoeling'

CDM (2020a) Advies 'Bouwplan en nitraatuitspoeling'

CDM (2020b) Advies 'Milieueffecten bij geen derogatie van de Nitraatrichtlijn'

Connor, D.J., R.S Loomis and K.G. Cassman 2011. *Crop Ecology – Productivity and Management in Agricultural Systems*. 2nd Edition. Cambridge University Press, 562 pp.

Corré WJ, Van Beek CL, Van Groenigen JW (2014) Nitrate leaching and apparent recovery of urine-N in grassland on sandy soils in the Netherlands. *NJAS -Wageningen Journal of Life Sciences* 70, 25–32.

De Haan, W. van Geel, H. Verstegen en W. van den Berg (2017) Bodemkwaliteit op zand. Voorlopige Rapportage 2012-2015. Effect van aanvoer van organische stof op nitraatuitspoeling, opbrengst en bodemkwaliteit. In voorbereiding.

Dijk, W. van, J.J. Schröder (2006). Adviezen voor stikstofgebruiksnormen voor akker- en tuinbouwgewassen op zand- en lössgrond bij verschillende uitgangspunten. *Praktijkonderzoek Plant en Omgeving*, publicatie nr. 371.

Dijk, van W., J. Spruijt, W. Runia en W. van Geel. (2012). Verruiming vruchtwisseling in relatie tot mineralenbenutting, bodemkwaliteit en bedrijfseconomie op akkerbouwbedrijven. Publicatie 527. *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving*, onderdeel van Wageningen UR.

Duijnen, van R., P.W. Blokland, A. Vrijhoef, D. Fraters, G.J. Doornewaard en C.H.G. Daatselaar (2021) Landbouwpraktijk en waterkwaliteit op landbouwbedrijven aangemeld voor derogatie in 2019. RIVM-rapport 2021-0057.

Enckevort, van P.L.A., J.R. van der Schoot & W. van den Berg (2002) Estimation of residual soil mineral N in arable crops and field vegetables at standard recommended N rates. In: *In: A base-line survey of indicators for nitrate loss from cropping and farming systems in the Netherlands*, H.F.M. ten Berge (ed), 77-90.

Fraters, B., A.E.J. Hooijboer, A. Vrijhoef, A.C.C. Plette, N. Van Duijnhoven, J.C. Rozemeijer, M. Gosseling, C.H.G. Daatselaar, J.L. Roskam & H.A.L. Begeman (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 Nitraatrichtlijnactieprogramma's. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, RIVM rapport 2020-0121.

Gu, JX, Yuan, MX, Liu, JX, Hao, YX, Zhou, YT, Qu, D, Yang, XY (2017) Trade-off between soil organic carbon sequestration and nitrous oxide emissions from winter wheat-summer maize rotations: Implications of a 25-year fertilization experiment in Northwestern China. *Science of the Total Environment* 595 371-379.

Guenet, B, Gabrielle, B, Chenu, C, et al. Can N₂O emissions offset the benefits from soil organic carbon storage? *Glob Change Biol.* 2020; 27: 237– 256. <https://doi.org/10.1111/gcb.15342>

Haan, J.J. de; Geel, W.C.A. van; Verstegen, H.A.G.; Hendriks-Goossens, V.J.C. (2010). Nutriënten Waterproof: Nitraatnorm op zand verdraagt geen intensieve landbouw. Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., (PPO / rapport).

Hoving, I. E., & Velthof, G. L. (2006). Landbouw- en milieukundige effecten van graslandvernieuwing op zand- en kleigrond. Praktijkonderzoek Rundvee, Animal Sciences Group. PraktijkRapport Rundvee 83.

Leendertse, P., A. Blok, E. Hees en E. van Well (2020) Bijdrage van luzerne aan Europese milieu en klimaatdoelstellingen, CLM, publicatienummer 1047.

Lesschen, J.P., C. Hendriks, T. Slier, R. Porre, G. Velthof, R. Rietra (2021). De potentie voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw. Rapport Wageningen Environmental Research (In druk).

Lugato, E, Leip, A, Jones, A (2018) Mitigation potential of soil carbon management overestimated by neglecting N₂O emissions. *Nature Climate Change* 8 (3), 219-

Mazoyer M and L. Roudart (2006) A History of World Agriculture – from the neolithic age to the current crisis. EarthScan, London, 528 pp.

Munch, J.C. and Velthof, G.L. (2007) Denitrification and agriculture. In: *Biology of the Nitrogen Cycle*. Bothe, H, Ferguson, SJ, Newton, WE, Amsterdam : Elsevier, - p. 331 - 341.

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

Noij, G-J., & ten Berge, H. (2019). Rapportage project Nitraatwijzer Fase I. (Rapport / Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde; No. WPR-917). Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde.

Salm, C., van der, Dolging, J., van Groenigen, J. W., Heinen, M., Koopmans, G. F., Oenema, J., Pleijter, M., & van den Toorn, A. (2006). Diffuse belasting van het opervlaktewater met nutriënten vanuit grasland op een zware kleigrond; monitoring van nutriëntenemissies op een melkveehouderijbedrijf in Waardenburg. *Alterra-rapport*; No. 1266.

Schröder, J.J., Aarts, H.F.M., Bode, M.J.C. de, Dijk, W. van, Middelkoop, J.C. van, Haan, M.H.A. de, Schils, R.L.M., Velthof, G.L. en Willems, W.J. (2004) Gebruiksnormen bij verschillende landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten. Rapport / Plant Research International : 79

Schröder, J.J.; Visser, D.W.; Assinck, F.B.T.; Velthof, G.L. (2013) Effects of short-term nitrogen supply from livestock manures and cover crops on silage maize production and nitrate leaching. *Soil Use Management*, 29, 151–160.

Schröder, J.J., F. B. T. Assinck, D. Uenk and G. L. Velthof (2009) Nitrate leaching from cut grassland as affected by the substitution of slurry with nitrogen mineral fertilizer on two soil types. *Grass and Forage Science*, 65, 49–57.

Schröder, J.J., W. van Dijk & W.J.M. de Groot (1996) Effects of cover crops on the nitrogen fluxes in a silage maize production system. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 44, 293-315.

Smit, B. en J. Jager (2018) Schets van de akkerbouw in Nederland: Structuur-, landschaps- en milieukeurmerken die een relatie hebben tot biodiversiteit. Notitie Wageningen Economic Research.

Van Loon, C.D., C.B. Bus, A. Veerman, A. Mulder en L.J. Turkensteen (2003) Teelt van zetmeelaardappelen. Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Velthof, G.L. & O. Oenema (2001). Effects of ageing and cultivation of grassland on soil nitrogen. Wageningen, Alterra-rapport 399. 56 pp

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

Velthof G.L. (red.), 2005. Randvoorwaarden aan het scheuren van grasland met betrekking tot volggewas, periode en bemesting, Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1204. 98 blz

Velthof, G. L., van Schooten, H. A., & van Dijk, W. (2020). Optimization of the Nutrient Management of Silage Maize Cropping Systems in The Netherlands: A Review. *Agronomy*, 10(12), [1861].

Verhoeven, J., C. Bus, W. van Dijk, W. van Geel, H. van Schooten, J. Schröder & R. Wustman, 2011. Teeltvervroeging bij consumptieaardappel en snijmaïs op zand ten behoeve van vanggewassen. Deskstudie naar mogelijkheden en beperkingen. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving.

Verloop, J., L.J.M. Boumans, H. van Keulen, J. Oenema, G.J. Hilhorst, H.F.M. Aarts and L.B.J. Sebek (2006) Reducing nitrate leaching to groundwater in an intensive dairy farming system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 74:59–74.

VLM (2017) Nitraatresidue-rapport 2017. Resultaten van de nitraatresidumetingen in Vlaanderen tot en met de staalnamecampagne van 2016. VLM.

Wijnands, F.G. en J. Holverda (2003) Op weg naar een goede biologische praktijk – resultaten en ervaringen uit BIOM. Praktijkonderzoek plant en omgeving, Lelystad.

De Wit, J., N. van Eekeren en G.J. van der Burgt (2006) Optimalisatie van stikstofbenutting na het scheuren van grasklaver. Bioveem rapport 15.

Bijlage 1. Adviesaanvraag



Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit

> Retouradres Postbus 20401 2500 EK Den Haag

Commissie Deskundigen Meststoffenwet
t.a.v. voorzitter prof. dr. ir. O. Oenema
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
0000001858272854000

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

Behandeld door
A.M.E. van Rixel

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

Ons kenmerk
DGA-SKI / 21133047

Uw kenmerk

Bijlage(n)

Datum **- 28 MEI 2021 -**

Betreft Adviesaanvraag effecten duurzame bouwplannen op waterkwaliteit

Geachte heer Oenema,

In het 7^{de} en 8^{ste} Actieprogramma (AP) Nitraatrichtlijn overweegt de minister van LNV te gaan sturen op het realiseren van duurzame bouwplannen om daarmee bij te dragen aan de wateropgave voor zowel grondwater (Nitratrichtlijn) als oppervlaktewater (Kaderrichtlijn Water (KRW)). Daarnaast moeten duurzame bouwplannen ook in het kader van duurzaam bodembeheer en de klimaatopgave een rol gaan spelen.

Er wordt een groeimodel van duurzame bouwplannen voorzien tijdens de looptijd van het 7^e AP, om vervolgens tijdens het 8^e AP verplicht te worden. Met het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW) en het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) moet de overgang naar duurzame bouwplannen gefaciliteerd en financieel ondersteund worden. Ook voor ketenpartijen ligt er een uitdaging om duurzame bouwplannen met een overgangsfase mogelijk te maken (hierbij wordt bijvoorbeeld gedacht aan vroeger oogstbare rooigewassen).

LNV wil een heldere inkadering geven aan duurzame bouwplannen voor zowel de rundveehouderij en de openteelten, waarbinnen ondernemers ruimte behouden voor een eigen invulling. Dit binnen het huidige stelsel van gebruiksnormen. Hiertoe zijn op dit moment de volgende kaders opgesteld:

Voor rundveebedrijven, onafhankelijk van derogatie:

- Minimaal 70% grasland waarvan minstens de helft langjarig grasland (>5 jaar, niet scheuren, wel doorzaai), en
- 100% vanggewassen op het niet grasareaal.

Voor openteeltbedrijven:

- Rustgewassen in de rotatie 1x in de drie jaar op alle percelen, en
- Vanggewassen/groenbemesters na de hoofdteelt op 100% areaal, of toepassen van winterteelt.

Rustgewassen zijn hierbij dieper wortelende hoofdgewassen die zorgen voor een goede nutriëntenopname en zo bijdragen aan verbetering van de bodemkwaliteit en waterkwaliteit. Daarbij wordt het gewas niet gerooid bij het oogsten. Dit zijn in elk geval grassen en granen.

Directoraat-generaal Agro
Directie Strategie, Kennis en
Innovatie

Ons kenmerk
DGA-SKI / 21133047

Winterteelten zijn hierbij gewassen die pas vanaf februari geoogst worden en door de winter – mits de temperatuur dat toestaat – doorgroeien en daarbij nutriënten opnemen.

Voor vanggewassen worden de huidige regels qua datum gehanteerd als bij mais op zand en löss. Wintergraan en gras zijn vanggewas en winterteelt in een. Behalve voor wintergraan (uiterste zaaidatum op 31/10) is de uiterste inzaaidatum voor andere vanggewassen (inclusief gras) 1 oktober.

Voor de hoofdteelten gaan we er vanuit dat door middel van veredeling en aanpassing van oogstschema's vanuit ketenpartijen, vroeger oogstbare rassen beschikbaar komen, zodat tijdig een vanggewas of winterteelt kan worden gezaaid.

Adviesaanvraag

Op basis van de geschetste context, verzoek ik de Commissie Deskundigen Meststoffenwet (CDM) in te gaan op de volgende vraag:

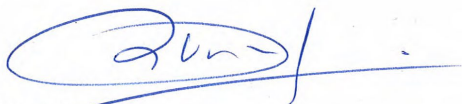
Wat is het effect van duurzame bouwplannen voor de wateropgave (Nitraatrichtlijn en Kaderrichtlijn Water (KRW)) wat betreft NO₃, N en P in het oppervlaktewater ten opzichte van de huidige situatie voor de rundveehouderij en de openteelten voor verschillende bodemtypes en/of regio's?

Ik verzoek u om hierbij te bekijken of andersoortige rustgewassen dan zoals voorgaand genoemd, zoals bepaalde vlinderbloemige of eiwitgewassen, van belang kunnen zijn om mee te nemen in het berekenen van bovenstaande effecten omdat zij mogelijk een vergelijkbaar effect teweeg kunnen brengen.

Separaat aan deze adviesaanvraag aan de CDM wordt WEcR gevraagd om de financiële impact van duurzame bouwplannen voor agrarische bedrijven (rundvee, akkerbouw en vollegrondsgroenten) in beeld te brengen. Ik wil u verzoeken om die impact en ook andere effecten op bijvoorbeeld bodemkwaliteit en koolstofvastlegging in de bodem te benoemen in het advies om een integraal beeld te kunnen vormen.

Ik verzoek de CDM om voor deze adviesaanvraag uiterlijk 1 juli 2021 een advies op te leveren. U kunt het op te leveren advies tevens richten aan de plv. directeur F. Kooiman van de directie Plantaardige Agroketens en Voedselkwaliteit. Voor inhoudelijke informatie over dit verzoek kunt u contact opnemen met mevr. G. Haenen.

Hoogachtend,

b/a 

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

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
	Beleidsformaties 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

B3.1. Bouwplannen in Nederland

Een bouwplan geeft aan welke gewassen op een bedrijf worden geteeld, met bijbehorende arealen en percelen (Tabel B3.1). Een bouwplan geeft daarmee ook de vruchtwisseling weer, d.w.z. de specifieke volgorde van gewassen in de tijd op een perceel (stuk grond). Als de vruchtwisseling consistent en onveranderd is, dan is het bouwplan ieder jaar gelijk. In de akkerbouwpraktijk is dat meestal niet het geval omdat ondernemers reageren op veranderingen in de markt (vraag en prijs van producten) en hun bouwplan daarop aanpassen. Op graasdierbedrijven en andere gespecialiseerde veehouderijbedrijven wordt meestal niet over een bouwplan en vruchtwisseling gesproken, maar over het percentage grasland (of voedergewassen) van het totale areaal van het bedrijf en over wisselbouw. Meestal is een deel van het grasland op graasdierbedrijven aanwezig als meerjarig (permanent) grasland en een ander deel als tijdelijk grasland, in wisselbouw met snijmaïs.

Na de specialisatie in de landbouw in de 2^{de} helft van de 20^{ste} eeuw (zie Box 1) telen de meeste veehouderijbedrijven (naar areaal landbouwgrond gaat het hier voornamelijk over melkveebedrijven) enkel nog voedergewassen voor graasdieren: grasland en snijmaïs (soms ook korrelmaïs, triticale en/of voederbieten). In geval van een derogatievergunning is het areaal grasland op melkveebedrijven minimaal 80% vanwege de verplichtingen die ten grondslag liggen aan de derogatievergunning (op de overige 20% van het areaal wordt meestal snijmaïs verbouwd). Op intensieve bedrijven (bedrijven die veel melk per ha produceren) zonder derogatievergunning is het areaal grasland meestal fors minder dan 80% en het areaal snijmaïs veel groter dan 20%. De redenen is dat snijmaïs gemiddeld genomen een hogere drogestofopbrengst heeft dan grasland, en veel intensieve bedrijven streven naar een rantsoen waarvan circa de helft van het ruwvoer uit gras(kuil) en de andere helft uit snijmaïs bestaat.

In de akkerbouw wordt de keuze van een bouwplan bepaald door een groot aantal factoren, zoals (i) het saldo van een gewas en de mogelijkheid tot afzet (benutting) van de geoogste producten (via handelshuizen en verwerkende industrie), (ii) noodzaak tot vruchtwisseling, onderdrukking van ziekten, plagen en onkruid, en behoud van de bodemvruchtbaarheid, (iii) kennis en mogelijkheden van de ondernemer, (iv) grondsoort en klimaat, (v) de arbeidsbehoefte, de arbeidsverdeling, de mechanisatie en de inrichting van de gebouwen van een bedrijf, (vi) de waarde van een voorvrucht, en (vii) mogelijke wettelijke bepalingen en EU-regelingen (Aerts, 1989).

Het saldo van een gewas (opbrengst minus toegerekende kosten) bepaalt in belangrijke mate de keuze van de gewassen in een bouwplan. Gewassen met een hoog saldo hebben duidelijk de voorkeur en worden zoveel als mogelijk opgenomen in het bouwplan. Het saldo komt tot stand door de geldelijke opbrengsten van hoofdproduct, bijproduct en toeslagen (vanwege het gemeenschappelijk landbouwbeleid) te verminderen met de voor het gewas gemaakte specifieke kosten. Aardappelen (waarbij saldo pootaardappel > consumptieaardappel > zetmeelaardappel) geven meestal het hoogste saldo per ha en granen het laagste. Bloembollen hebben ook een hoog saldo per ha (Tabel B3.2). Ook de noodzaak tot vruchtwisseling speelt een belangrijke rol bij de keuze van het bouwplan.

Tabel B3.1. Lijst van enkele begripsomschrijvingen (naar Aerts, 1989; Van Dijk et al., 2012).

Begrip	Omschrijving
Bouwplan	Overzicht van de te telen gewassen met bijbehorende arealen en percelen op een bedrijf.
Vruchtwisseling	Het afwisselend telen van bepaalde gewassen op een bepaald perceel
Verruiming vruchtwisseling	Toename van het aantal verschillende gewassen in de vruchtwisseling, of afname van het percentage 'niet-zelfverdraagzame gewassen' in de vruchtwisseling
Vruchtopvolging	Volgorde waarin de gewassen na elkaar op een perceel worden geteeld
Gewasrotatie	Een periodiek terugkerende reeks van gewassen op een perceel
Wisselbouw	Het afwisselend gebruik van een perceel als bouwland en als grasland
Zelfverdraagzame gewassen	Gewassen die bij vaak terugkeren op een perceel weinig of geen opbrengstdaling geven (b.v. rogge is een zelfverdraagzaam gewas).
Voorvrucht	Het gewas dat in de vruchtopvolging aan een bepaald gewas voorafgaat
Voorvruchteffect	Het effect dat een gewas uitoefent op het volgende gewas. Er zijn ongewenste voorvruchteffecten, vaak een gevolg van ziekten en plagen (aaltjes, grondvirussen, insecten, schimmels), en gewenste voorvruchteffecten, vaak een gevolg van ziekte- en/of onkruid-onderdrukkende effecten en bodemvruchtbaarheidseffecten.
Hoofdgewassen	Hoog-salderende gewassen, d.w.z. gewassen met een hoog saldo per ha die veel input en veel van de grond vragen; meestal wortel- of rooigewassen.
Rustgewassen	Gewassen die vooral worden geteeld om hoog-salderende gewassen te kunnen blijven telen. Vaak zijn het maaigewassen (granen, graszaad, handelsgewassen, peulvruchten, groenbemestingsgewassen, grasland en groenvoedergewassen). Zijn gunstig voor de structuur, gezondheid en het organisch stofgehalte van de bodem. Er is nog geen formele lijst van rustgewassen voor duurzame bouwplannen. In Tabel B3 staat een conceptlijst met rustgewassen in het GLB (Bron LNV).
Uitspoeling-gevoelige gewassen	Gewassen waarbij de nitraatuitspoeling bij toepassing van gangbare de landbouwkundige bemestingsadviezen leidt tot overschrijding van de grenswaarde van 50 mg nitraat per l in het uitspoelend water. Dit zijn vooral aardappelen, veel groentegewassen en snij- en korrelmaïs.
Niet-uitspoelings-gevoelige gewassen	Gewassen waarbij de nitraatuitspoeling bij toepassing van gangbare de landbouwkundige bemestingsadviezen niet leidt tot overschrijding van de grenswaarde van 50 mg nitraat per l in het uitspoelend water. Vooral granen (wintertarwe, zomertarwe, wintergerst, zomergerst, winterrogge, haver), pootaardappel, zaaiui, cichorei, voederbiet, erwten (vers en rijp zaad), tuinbonen (vers), winter/waspeen, bospeen, schorseneer, witlof en luzerne
Vanggewassen	Gewas dat na een hoofdgewas wordt geteeld, vooral met de bedoeling uitspoeling (en afspoeling) van stikstof en fosfaat tegen te gaan. Kan ook schadelijke organismen, zoals insecten en aaltjes lokken en er zo voor zorgen dat het hoofdgewas niet of minder aangetast wordt. Heeft vaak ook gunstig effect op bodemstructuur.
Stikstofbehoefte gewassen	Gewassen met een bemestingsadvies van meer dan 120 kg N per ha, die geteeld mogen worden na het scheuren van grasland.
Groenbemesters	Gewassen die enkel geteeld worden om de vruchtbaarheid, structuur en weerbaarheid (tegen ziektes en extreme weersomstandigheden) van de bodem te verbeteren.
Winterteelten	Gewassen die in nazomer of herfst worden gezaaid en in het voorjaar of vroege zomer worden geoogst. Bijvoorbeeld winterkoolzaad, wintertarwe en bepaalde groentegewassen (winterprei, broccoli)
Monocultuur	Teelt van één enkel gewas op een perceel
Mengteelt	Teelt van twee of meer gewassen tegelijkertijd op een perceel, breedwerpig gezaaid of in rijen.
Rijenteelt	Het zaaien van een gewas in rijen (in plaats van breedwerpig)
Strokenteelt	Het telen van meerdere gewassen als monoculturen afwisselend in stroken van enkele meters breed op een perceel. Feitelijk is dit een vorm van intercropping
Intercropping	Het telen van meerdere gewassen afwisselend in parallelle rijen (of smalle stroken)

Box 1. Korte geschiedenis van de ontwikkeling van vruchtwisseling en bouwplannen

Het voordeel van vruchtwisseling voor de opbrengst van gewassen is al duizenden jaren bekend, hoewel lang het onderliggende mechanisme van het vruchtwisselingseffect onduidelijk was (Mazoyer en Roudart, 2006). De eerste vorm van vruchtwisseling was de teelt van een gewas afgewisseld met een jaar braak, waarin geen gewas werd geteeld maar veelal de grond wel werd bewerkt (om het onkruid in bedwang te houden en de mineralisatie van organisch gebonden stikstof te stimuleren). Dit vormde het zogenoemde 'tweeslagstelsel'; in jaar één werd de ene helft van het land (of bedrijf) bebouwd en het andere deel lag braak, terwijl in jaar twee dat werd omgedraaid, enzovoort. Door de toename van de bevolking (en de vraag naar voedsel) en door de toename van de inzichten in vruchtwisselingseffecten (en gezonde voeding) veranderde het tweeslagstelsel in het drieslagstelsel, waarbij het land werd opgedeeld in drie delen (met twee gewassen plus een jaar zwarte braak). De ontwikkeling van het 'vierslagstelsel' lag aan de basis van de zogenoemde tweede landbouwrevolutie⁶ (of zoals de Britten zeggen 'Britse landbouwrevolutie') in de 17^e t/m 19^e eeuw. In dit vierslagstelsel werden meestal tarwe, knolraap, gerst en gras/klaver in sequentie geteeld, waarbij de gras/klaver werd beweid en gebruikt als voedergewas, en zwarte braak dus werd verlaten. De verbetering van de ploeg heeft hierbij ook een rol gespeeld. Vooral in de 19^e eeuw nam de landbouwkundige kennis over vruchtwisseling sterk toe (deels ook door trial and error, zoals de geschiedenis van de Ierse hongersnood en aardappelziekte van 1845 tot 1855 ons doen leren).

Tijdens de derde landbouwrevolutie of groene revolutie in de tweede helft van de 20^e eeuw nam de noodzaak tot vruchtwisseling af, door het beschikbaar komen van verbeterde gewasvariëteiten, kunstmest, gewasbeschermingsmiddelen en machines. Daardoor werd een verdere vernauwing van de vruchtwisseling mogelijk (vernauwing van het bouwplan). Bij toepassing van grondontsmetting en resistente variëteiten konden aardappelen 1 op 3 en in de Veenkoloniën zelfs 1 op 2 worden geteeld. Dat heeft niet lang geduurd, omdat de toepassing van grondontsmettingsmiddelen tot ongewenste gezondheid- en milieueffecten leidde, en veel van deze middelen door de overheid werden verboden. Door de groene revolutie nam ook de behoefte aan vlinderbloemigen (leguminosen) in het bouwplan van akkerbouwbedrijven en in het grasbestand van graasdierbedrijven af. Ook de noodzaak van het gemengde bedrijf, met akkerbouw en veeteelt, en de noodzaak van samenwerking tussen akkerbouwbedrijven en veeteeltbedrijven verdween door de komst van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen; er trad specialisatie op. Dit is veel minder het geval in de biologische landbouw, waar de teelt van vlinderbloemigen, de aanvoer van dierlijk mest (voor de fosfaat en kalium en andere nutriënten), en een ruime vruchtwisseling essentieel zijn om de gewassen duurzaam te laten groeien. Biologische akkerbouwbedrijven hebben vaak een rotatie van 1 op 6 of 1 op 7, bijvoorbeeld aardappelen-gras/klaver-bieten-granen-peen-erwten (Wijnands en Holverda, 2003).

Het gewasbeschermingsbeleid en het mestbeleid vanaf circa 1990 hebben dus bijgedragen tot een verruiming van het bouwplan in de gangbare landbouw, en tot meer samenwerking tussen akkerbouw- en veeteeltbedrijven. Door samenwerking tussen akkerbouwbedrijven en graasdierbedrijven kunnen akkerbouwers een groter areaal hoog-salderende gewassen (aardappelen, bloembollen) telen en graasdierbedrijven een groter areaal ruwvoer oogsten (en meer melkkoeien aanhouden) en gelijktijdig dierlijke mest afzetten. Wisselbouw neemt hierdoor weer toe. De ontwikkelingen in de markten voor aardappelen en bloembollen spelen hierbij een grote rol.

⁶ De ontwikkeling van landbouw in het land van de Eufraat en Tigris tien duizend jaar geleden wordt algemeen de eerste landbouwrevolutie genoemd (Mazoyer en Roudart, 2006)

Tabel B3.2. Gemiddeld saldo per gewas over de jaren 2017, 2018 en 2019, in euro per ha. (Bron: <https://www.agrimatie.nl/Binternet.aspx?ID=14&Bedrijfstype=11&SelectedJaren=2020@2019@2018@2017&GroteKlassen=Alle%20bedrijven>).

Gewassen	Saldo, Euro per ha
Tarwe	1262
Gerst	896
Pootaardappel	7276
Consumptieaardappel	4761
Zetmeelaardappel	2134
Suikerbiet	2411
Zaaiui	5513

Vruchtwisseling heeft twee hoofdfuncties: 1) het voorkomen en/of beheersbaar maken van ziekten, plagen en onkruiden en 2) het in stand houden en/of verbeteren van de bodemvruchtbaarheid. Een goede vruchtwisseling vervult beide functies optimaal en legt daarmee de basis voor gezonde gewassen en een hoge gewasopbrengst.

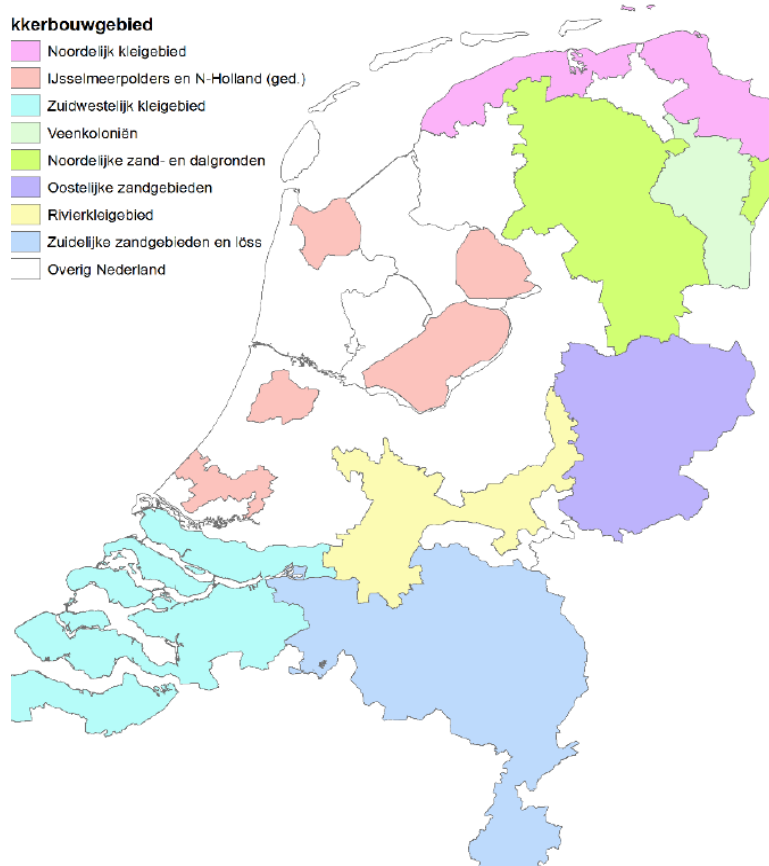
De waarde van een voorvrucht wordt bepaald door (i) de ziekten en plagen die eventueel op het volgende gewas kunnen overgaan, (ii) het tijdstip waarop het gewas het veld ruimt, en (iii) de toestand waarin de voorvrucht de grond achterlaat (inclusief de onkruidbezetting). De waarde van een voorvrucht is niet steeds gelijk; vroeg gerooide aardappelen hebben een andere voorvruchtw waarde dan laat gerooide. Ook maakt het verschil of bieten of aardappelen worden geteeld na een graangewas met of zonder groenbemester.

Voor het bepalen van een mogelijke vruchtopvolging worden gewassen per familie ingedeeld. Voldoende afwisseling van families voorkomt aantasting van ziekten die zich binnen een familie kunnen voordoen (Tabel B3.3). In het Handboek Bodem en Bemesting⁷ worden schema's gegeven voor de teelt van gewassen, als functie van de aanwezigheid van aaltjes in de bodem, bodemschimmels en bodemplagen, en hoe deze aaltjes, schimmels en plagen kunnen worden beheerst.

Tabel B3.3. Gangbare families van geteelde gewassen in Nederland.

Amarantenfamilie:	kroot, spinazie, snijbiet, suikerbiet.
Grasachtigen:	grassen, granen.
Komkommerfamilie:	komkommer, courgette, augurk, pompoen, meloen.
Kruisbloemigen:	bloemkool, boerenkool, broccoli, radijs, raapstelen, koolraap,
Nachtschadefamilie:	aardappel, tomaat, paprika, aubergine.
Samengesteldbloemigen:	sla, andijvie, witlof.
Schermbloemigen:	wortel, selderij, peterselie, pastinaak, dille.
Vlinderbloemigen:	erwt, boon, tuinboon, klaver, luzerne.
Uienfamilie:	ui, prei, knoflook, sjalot, bieslook.

⁷ <https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Vruchtwisseling.htm>



Figuur B3.1. Acht onderscheiden akkerbouwgebieden in Nederland, met grondsoort-specifieke bouwplannen (Tabel B3.4). (Smit en Jager, 2018).

Vanwege de vele factoren die de keuze van een bouwplan bepalen, hebben vrijwel alle akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijven een eigen specifiek bouwplan. De variatie tussen bedrijven in bouwplansamenstelling is dus groot, al zijn er wel een aantal karakteristieke akkerbouwgebieden in Nederland te onderscheiden, op basis van grondsoort-specifieke factoren en bouwplannen (Figuur B3.1; Tabel B3.4).

Het dominante bouwplan in Nederland is het '1 op 4 bouwplan' met aardappelen – wintertarwe - suikerbieten – zomergerst/groentegewassen/zaaiui/graszaad/bloembollen. Aardappel wordt wel de kurk van de Nederlandse akkerbouw genoemd, omdat gemiddeld 50% van het inkomen in de akkerbouw uit de teelt van dit gewas voortkomt. De teelt van aardappel vraagt een hoog kennisniveau en inzet van hoogwaardige apparatuur (Smit en Jager, 2018). In de Veenkoloniën worden zetmeelaardappelen (meestal resistente rassen) in een '1 op 2 of 1 op 3 bouwplan' geteeld met suikerbieten en wintertarwe/zomergerst (Tabel B3.4), zonder dat de opbrengst van aardappelen door bodemgebonden ziekten onder druk komt te staan (Van Loon et al, 2003). Gemiddeld genomen is 35-40% van het akkerbouwareaal in de Veenkoloniën beteeld met aardappelen.

Tabel 3.4. Overzicht van de dominante grondsoorten, totaal areaal akkerbouwgewassen, gemiddelde bedrijfsgrootte en karakteristieke bouwplannen van gespecialiseerde akkerbouwbedrijven in de acht onderscheiden gebieden (Smit en Jager, 2018). In groen is aangegeven welke bouwplannen voldoen aan de eis van een rustgewas één keer in de drie jaar, in rood welke bouwplannen niet voldoen en in geel worden de bouwplannen aangegeven die voldoen als er geen zaaiuien maar graszaad of zomergerst wordt geteeld.

Gebied	Grondsoort	Totaal areaal akkerbouw (1000 ha) *)	Bedrijfs-grootte (ha)	Karakteristieke bouwplannen**)
Noordelijk kleigebied	Zeeklei/zavel	66 (15%)	77	pootaardappel – wintertarwe – suikerbiet – wintertarwe. ***)
IJsselmeer-polders & Noord Holland	Zeeklei/zavel	70 (16%)	57	pootaardappel/consumptieaardappel – zomergerst/zaaiui – suikerbiet - wintertarwe
Zuidwestelijk kleigebied	Zeeklei/zavel	131 (30%)	48	consumptieaardappel – graszaad/zaaiui – suikerbiet - wintertarwe
Veenkoloniën	Zand/dalgrond	44 (10%)	75	zetmeelaardappel - zomergerst/wintertarwe – suikerbieten - zetmeelaardappel - wintertarwe
Noordelijke zand- en dalgronden	Zand/dalgrond	36 (8%)	47	consumptieaardappel/zetmeelaardappel -zomergerst – suikerbiet - wintertarwe
Oostelijke zandgebieden		17 (4%)	16	consumptieaardappel -zomergerst – suikerbiet - wintertarwe
Rivierkleigebied	Rivierklei	11 (2)	31	consumptieaardappel -zomergerst – suikerbiet - wintertarwe
Zuidelijk zandgebied en lössgronden	Zand/ löss	46 (10%)	22	consumptieaardappel -zomergerst – suikerbiet - groente
Overig Nederland		26 (6%)	26	divers
Totaal		446 (100%)	42	

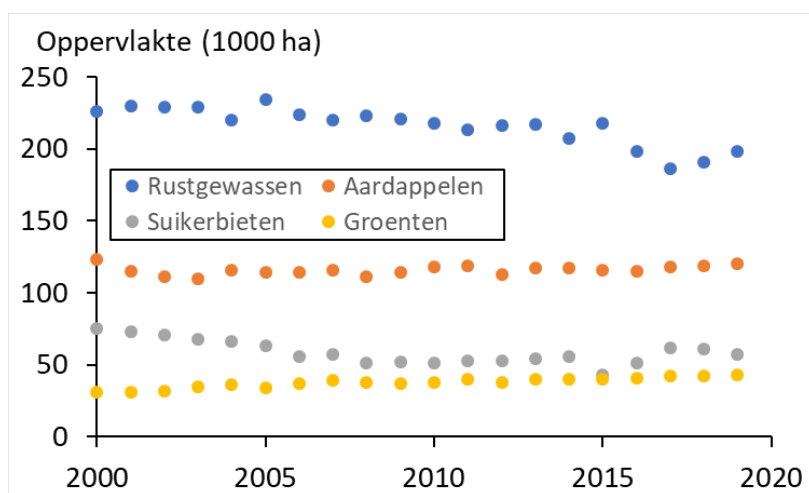
*) tussen haakjes het percentage van het totaal areaal akkerbouw in Nederland

**) In de Flevoland & Noord Holland, ZW-kleigebied en Zuidelijk zandgebied worden ook veel groentegewassen geteeld.

***) In Oldambt op zware klei bijna continue wintertarwe met enige koolzaad, suikerbiet en aardappel

Op veel akkerbouwbedrijven worden ook groentegewassen (inclusief uien), handelsgewassen (blauwmaanzaad, cichorei, hennep, karwijzaad, koolzaad, raapzaad, lijnzaad, sojabonen, vlas, zonnebloemen) en peulvruchten geteeld; gemiddeld genomen is het gezamenlijke aandeel van deze gewassen in het bouwplan circa 20%. Vooral in Noord Holland en Flevoland is het areaal bloembollen (vooral tulpen) gestaag toegenomen in de voorbije 20 jaar, omdat dit gewas een relatief hoog saldo per ha heeft. Bloembollen worden meestal 1 op 7 of 1 op 8 geteeld met akkerbouwgewassen (al dan niet in wisselbouw met grasland). Het totale areaal bloembolgewassen in Nederland was ca 27000 ha in de voorbije jaren.

Het areaal aardappelen is in de voorbij 20 jaar constant gebleven (Figuur B3.2), terwijl het areaal akkerbouw is afgenomen in Nederland. Het areaal suikerbieten is afgenomen, omdat de suikerprijzen onder druk staan en de suikeropbrengst (per ha) gestaag zijn toegenomen. Het areaal groentegewassen neemt geleidelijk toe (met ca 2% per jaar). Het aandeel rustgewassen in het bouwplan van de Nederlandse akkerbouwbedrijven is de afgelopen jaren afgenomen (Figuur B3.2), van bijna 50% aan het begin van de 21^{ste} eeuw tot 43% in 2019. Granen, graszaad, handelsgewassen, peulvruchten, groenbemestingsgewassen, grasland en groenvoedergewassen (exclusief snijmais) zijn hierbij aangemerkt als rustgewassen. Binnen het areaal rustgewassen zijn granen de belangrijkste teelt (64% in 2019) gevolgd door grasland (22%⁸). Het aandeel rustgewassen in het bouwplan is relatief laag in de IJsselmeerpolders (ca 30%) en het zuidelijk zandgebied.



Figuur B3.2. Veranderingen in de arealen aardappelen, suikerbieten, groenten en zogenoemde rustgewassen. (Bron:

<https://www.agrimatie.nl/PublicatiePage.aspx?subpubID=2525&themaID=2286§orID=3534>.

De biologische akkerbouw is een kleine sector in Nederland. Het aandeel bedrijven met biologische teelt ligt de afgelopen jaren rond de 3%. In 2017 werd er op circa 10.900 ha biologische akkerbouwgewassen geteeld. De akkerbouwgroenten en granen zijn gemeten in hectare de grootste gewasgroepen in de biologische landbouw. Het aantal biologische bedrijven was circa 550 in de laatste 10 jaar. Het totaal aantal biologische bedrijven in de landbouw neemt wel gestaag toe; vooral de biologische veestapel nam toe. In 2019 waren er in totaal ca 2000 gecertificeerde biologische bedrijven die gezamenlijk 60 duizend ha landbouwgrond biologisch bewerkten. In de biologische sector is een 1 op 7 of 1 op 6 of 1 op 5 bouwplan meestal standaard (Wijnands, 2000; Wijnands en Holverda, 2003; Agrimatie⁹).

Gemiddeld genomen hebben akkerbouwbedrijven in Nederland een relatief groot areaal wortel- en rooivruchten in het bouwplan, die een hoog saldo geven maar ook veel van de grond en het management van de boer vergen. Dit heeft mede te maken met de hoge prijzen voor

⁸ Bron: Agrimatie op basis van CBS-Landbouwteiling.

<https://www.agrimatie.nl/PublicatiePage.aspx?subpubID=2525&themaID=2286§orID=3534>.

⁹ <https://www.agrimatie.nl/SectorResultaat.aspx?subpubID=2232§orID=2233&themaID=2267>

landbouwgrond, de export-oriëntatie van de handelshuizen en verwerkende industrie, en deels ook met het hoge kennisniveau van de akkerbouwers. De specialisatie op één of enkele hoog-salderende gewassen en het zo efficiënt mogelijk benutten van de mechanisatie heeft in de akkerbouwpraktijk geleid tot nauwe vruchtwisselingen met een afnemend areaal rustgewassen in het bouwplan. De keerzijde van deze nauwe vruchtwisselingen is een hoge druk van ziekten en plagen, en risico's van een verslechterende bodemkwaliteit en lage nutriëntenefficiëntie (De Haan et al., 2010). Daardoor kan de opbrengst en kwaliteit van de hoog salderende gewassen negatief worden beïnvloed, wat een verslechtering van het economisch resultaat betekent.

De juiste keuze van de vruchtwisseling is een zoektocht naar slimme rotaties die een goede combinatie vormen van economisch rendement, behoud van bodemkwaliteit en minimale emissies naar het milieu. In toenemende mate wordt die verruiming gezocht in samenwerking met graasdierbedrijven, die vaak 1 ha 'maagdelijk grasland' voor de teelt van aardappelen of bloembollen willen ruilen voor 1,5 of 2 ha bouwland voor de teelt van gras. Bij verhuur van grond voor de teelt van aardappelen of bollen bedraagt de huur 3000 tot 4000 euro per ha per jaar, d.w.z. een factor 3 of 10 hoger dan de huur voor langdurige pacht.

Bij samenwerking tussen akkerbouw en graasdierbedrijven worden de rotaties van de beide bedrijven in elkaar geschoven waardoor op perceelsniveau de teeltfrequentie van aardappelen en/of bloembollen daalt, terwijl deze voor het totale akkerbouwareaal (op bedrijf akkerbouwer en melkveehouder) stijgt. Dat laatste is het geval wanneer bijvoorbeeld graan wordt vervangen door hoger renderende gewassen (aardappelen en/of bloembollen). Landruil met een melkveehouder is een aantrekkelijke optie voor akkerbouwbedrijven om de teelt van gewassen met een hoog saldo uit te breiden en tegelijk het bouwplan niet te vernauwen (Van Dijk et al., 2012).

Sommige akkerbouwers kiezen bewust voor een ruime vruchtwisseling, omdat er onvoldoende mogelijkheden zijn om de nadelen van een intensief bouwplan op te heffen, of om de best salderende gewassen een zo gunstig mogelijke uitgangspositie te verschaffen zodat deze zo goed mogelijk presteren (Van Dijk et al., 2012). Verruiming van de vruchtwisseling met meer graan is gunstig voor de bodemkwaliteit en vaak ook voor de mineralenbenutting, maar is ongunstig voor het economisch bedrijfsresultaat (Tabel B3.5). Met name op bedrijven met pootgoedaardappelen zijn forse opbrengststijgingen nodig om het inkomensverlies door verruiming van het bouwplan met rustgewassen of andere gewassen te compenseren. Ook kan de verruiming gezocht worden in de teelt van vroeg geoogste bloembolgewassen of groenten, waardoor nog een goede groenbemester kan worden geteeld (Verhoeven et al., 2011).

De aanvoer van de aanvoer effectieve organische stof (EOS¹⁰) wordt mede bepaald door het type dierlijke mest dat wordt gebruikt (rundveemest versus varkensmest) en door de mogelijkheden om een groenbemester te telen na de oogst van een vroeg gewas. Verruiming van de vruchtwisseling leidde in vrijwel alle varianten tot een toename van de aanvoer van EOS (Tabel B3.5). Ook het stikstofoverschot nam in de meeste gevallen af door verruiming van de vruchtwisseling, behalve als het areaal groentegewassen toenam. Effecten van verruiming van het bouwplan op nitraatuitspoeling zijn niet meegenomen in de studies van Van Dijk et al (2012) en Verhoeven et al (2011).

¹⁰ Effectieve Organische Stof is de organische stof die één jaar na toediening aan de bodem nog niet is afgebroken

Tabel B3.5. Veranderingen door verruiming van het bouwplan op saldo, stikstof- en fosfaatoverschotten en de aanvoer effectieve organische stof (EOS) ten opzichte van referentiebouwplannen (vetgedrukt) voor zes akkerbouwregio's in Nederland. Per regio werden 2 tot 4 varianten doorgerekend (Bron: Van Dijk et al., 2012).

Regio ¹	Variant	Beschrijving	Bouwplansaldo ² (€/ha)	Stikstofoverschot ² (kg N/ha)	Fosfaatoverschot ² (kg P ₂ O ₅ /ha)	EOS-aanvoer ³ (kg EOS/ha)
NZK	NZK-S	1:3 pootgoed	3570	50	5	1695
	<i>NZK-1</i>	<i>1:4 pootgoed, 10% meer graan, pootgoedland bijhuren</i>	<i>-365</i>	<i>+1</i>	<i>-2</i>	<i>+220</i>
	<i>NZK-2</i>	<i>1:4 pootgoed, verhuur tulp+broccoli, pootgoedland bijhuren</i>	<i>-105</i>	<i>+18</i>	<i>+12</i>	<i>+65</i>
	<i>NZK-3</i>	<i>1:3 pootgoed, 10% minder suikerbiet, 10% meer graan</i>	<i>-80</i>	<i>-3</i>	<i>+2</i>	<i>+130</i>
CZK (NOP)	CZKN-S	1:3 pootgoed	4845	37	13	1415
	<i>CZKN-1</i>	<i>1:6 pootgoed, 1:6 peen+witlof erbij, pootgoedland bijhuren</i>	<i>-585</i>	<i>-1</i>	<i>0</i>	<i>-50</i>
	<i>CZKN-2</i>	<i>1:6 pootgoed, 1:6 graan erbij, pootgoedland bijhuren</i>	<i>-770</i>	<i>+5</i>	<i>-4</i>	<i>+115</i>
CZK (Flev)	CZKF-0	1:4 cons aard	2820	57	-1	1505
	<i>CZKF-1</i>	<i>1:5 cons aard en groenten, 10% meer graan</i>	<i>-325</i>	<i>0</i>	<i>-2</i>	<i>+185</i>
	<i>CZKF-2</i>	<i>1:5 cons aard en groenten, 1:5 verhuur tulp erbij</i>	<i>+85</i>	<i>+9</i>	<i>+9</i>	<i>-185</i>
	<i>CZKF-3</i>	<i>Ruil met veehouder, extra cons aard+ui i.p.v. graan</i>	<i>+1255</i>	<i>-10</i>	<i>+8</i>	<i>-355/+725⁴</i>
ZWK	ZWK-0	1:5 cons aard	2225	80	3	1740
	<i>ZWK-1</i>	<i>1:5 verhuur tulp erbij ten koste van graan</i>	<i>+410</i>	<i>+10</i>	<i>+11</i>	<i>-360</i>
NON	NON-0	1:2 aardappel	1195	65	15	1545
	<i>NON-1</i>	<i>1:3 aardappel, 17% zomergerst erbij</i>	<i>-100</i>	<i>-15</i>	<i>-3</i>	<i>+225</i>
	<i>NON-2</i>	<i>1:3 aardappel, 17% snijmaïs/cichorei/waspeen erbij</i>	<i>+20</i>	<i>-16</i>	<i>-2</i>	<i>-35</i>
	<i>NON-3</i>	<i>1:3 aardappel, 17% rustgewas erbij</i>	<i>-220</i>	<i>-12</i>	<i>-4</i>	<i>+260</i>
	<i>NON-4</i>	<i>1:2aardappel, 10% verhuur lelie i.p.v. zomergerst</i>	<i>+110</i>	<i>+9</i>	<i>+2</i>	<i>-160</i>
ZON	ZON-0	1:4 cons aard	2380	54	8	1090
	<i>ZON-1</i>	<i>Zomergerst i.p.v. snijmaïs</i>	<i>-85</i>	<i>-4</i>	<i>+2</i>	<i>+360</i>
	<i>ZON-2</i>	<i>Zomergerst i.p.v. snijmaïs, groenbemester i.p.v. stamslaboon</i>	<i>-185</i>	<i>-12</i>	<i>+4</i>	<i>+415</i>
	<i>ZON-3</i>	<i>Ruil met veehouder, extra cons aard i.p.v. verhuur lelie</i>	<i>+370</i>	<i>-19</i>	<i>-4</i>	<i>+225/+1305⁴</i>
	<i>ZON-4</i>	<i>Vroege rassen consumptieaardappel en snijmaïs</i>	<i>-20</i>	<i>-15</i>	<i>+5</i>	<i>+270</i>

1) NZK = noordelijk zeeklei, CZK = centrale zeeklei, ZWK = zuidwestelijk zeeklei, NON = noordelijk zand, ZON = zuidoostelijk zand

2) inclusief bijgehuurd land

3) EOS-aanvoer op eigen land, inclusief dierlijke mest

4) Effect zonder en met vervanging van varkensdrijfmest door runderdrijfmest

Samenvattend, de meeste graasdierbedrijven op klei- en zandgronden in Nederland hebben een relatief 'vast bouwplan' van ca 80% grasland en 20% snijmaïs, dat bepaald wordt door de voederbehoefte van het aanwezige vee en de derogatievergunning. Op veengronden hebben graasdierbedrijven meestal enkel grasland omdat de teelt van snijmaïs (en andere éénjarige voedergewassen) niet goed mogelijk is. In de akkerbouw wordt de samenstelling van het bouwplan door verschillende factoren bepaald, vooral door het saldo per ha, grondsoort, noodzaak tot vruchtwisseling, kennis en interesse van de ondernemer, en de arbeids- en mechanisatiebehoefte. Door deze factoren zijn er relatief veel verschillen tussen bedrijven in de samenstelling van het bouwplan. Veel ondernemers wensen het areaal hoofdgewassen met een relatief hoog saldo per ha (aardappelen, bloembolgewassen, groenten, suikerbieten in afnemende volgorde) zo groot mogelijk te laten zijn, omdat vooral deze gewassen het inkomen bepalen. Het areaal rustgewassen is daardoor de voorbije 20 jaar gestaag gedaald, mede door meer samenwerking tussen akkerbouw- en graasdierbedrijven.

B3.2. Effecten landbouwpraktijk op de waterkwaliteit in landbouwgebieden

B3.2.1. Inleiding

De uitspoeling en afspoeling van stikstof en fosfaat van landbouwgronden naar grondwater en oppervlaktewater worden door veel factoren beïnvloed. Belangrijke factoren zijn stikstofbemesting (grootte van de gift, wijze en tijdstip van toediening, type mest en/of meststof), bouwplan (aandeel stikstof uitspoelingsgevoelige gewassen), stikstofoverschot (verschil tussen totale stikstofbemesting en afvoer van stikstof met het geoogste gewas), grondsoort, oppervlakte morfologie van het perceel, weersomstandigheden (neerslagoverschot, temperatuur), nagewas (tijdstip van inzaai van nagewas of groenbemester), grondbewerking en vooral scheuren van grasland, en aanwezigheid van randstroken en bufferstroken. De samenstelling van het bouwplan is slechts één van die factoren die invloed heeft op de waterkwaliteit.

In het mestbeleid wordt met veel van de voornoemde factoren rekening gehouden via het gebruiksnormenstelsel en de gebruiksvorschriften, zoals ook weergegeven in het zesde Nitraatactieprogramma van de Nitraatrichtlijn. De gebruiksnormen zijn grondsoort-specifiek en gewas-specifiek, en de gebruiksvorschriften zijn vaak grondsoort-, gewas-, en perceel-specifiek en houden deels ook rekening met weersomstandigheden. Het mestbeleid houdt rekening met verschillen tussen gewassen, maar stuurt tot noch toe niet op de teelt van specifieke gewassen anders dan nagewassen. Ook wordt niet op bouwplan gestuurd.

In de monitoring van de stikstof- en fosfaatverliezen naar grondwater en oppervlaktewater wordt onderscheid gemaakt naar bedrijfstypen (akkerbouwbedrijven, vollegrondsgroentebedrijven, melkveebedrijven, intensieve veeteeltbedrijven) en grondsoort en regio. Er wordt ook onderscheid naar type weergesteldheid in een bepaald jaar (nat/droog/koud/warm). Daardoor is informatie beschikbaar over de grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit per regio, grondsoort en bedrijfstype. Door data-analyse kan ook een beschouwing worden gemaakt over de waterkwaliteit als functie van het type gewas. Maar er is weinig betrouwbare informatie beschikbaar over de waterkwaliteit als functie van bouwplan.

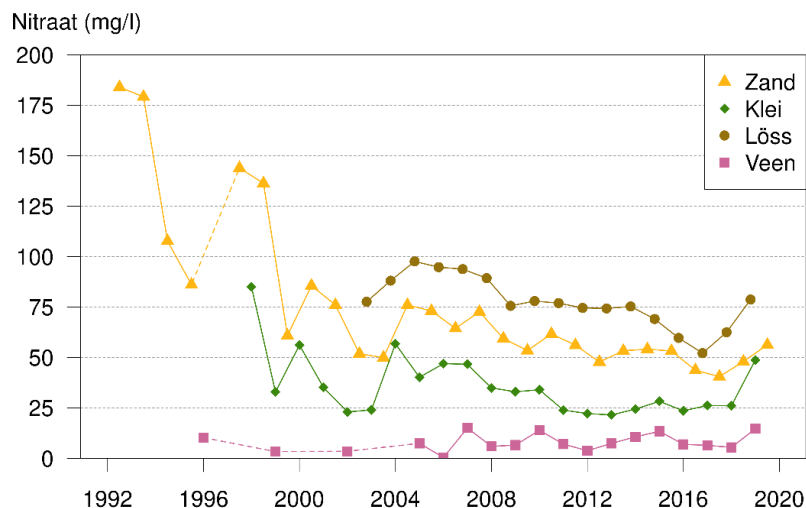
In deze paragraaf wordt de beschikbare informatie over de monitoring van de waterkwaliteit als functie van grondsoort (regio) en gewas samengevat. Het doel van dit overzicht is om inzicht te verschaffen in de grondsoorten (regio's) en gewastypen waar momenteel knelpunten zijn met betrekking tot de waterkwaliteit, en waar een mogelijke sturing op 'duurzame bouwplannen' nuttig zou kunnen zijn.

B3.2.2. Nitraatconcentratie in het water dat uit de wortelzone spoelt

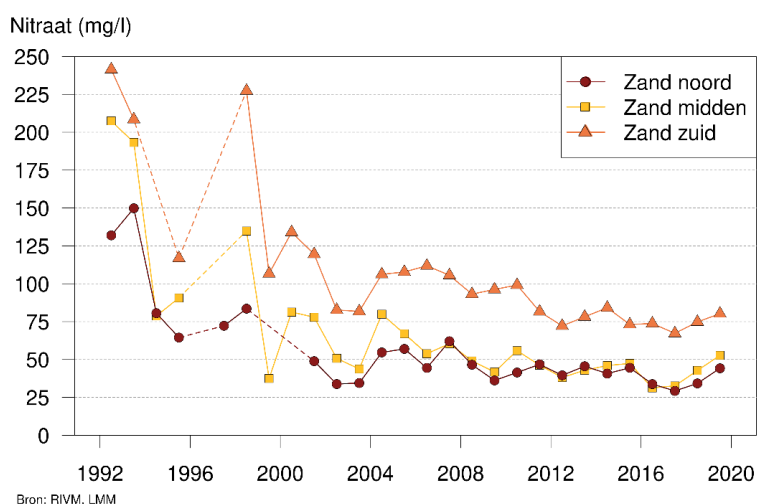
De nitraatconcentratie in het water dat uitspoelt uit de wortelzone op landbouwbedrijven in de zand-, veen-, löss- en kleiregio van het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid (LMM) laat een dalende trend zien, waarbij de sterkste daling in de jaren '90 is opgetreden (Figuur B3.3). Dit is het effect van het mestbeleid. Tijdens de jaren 2018-2019 waren de nitraatconcentratie relatief hoog, vanwege de droogte in 2018.

De nitraatconcentratie neemt toe in de volgorde veengrond < kleigrond < zandgrond < lössgrond. De nitraatconcentratie in de regio Zand zuid is hoger dan in de regio's Zand midden en noord (Figuur

B3.4). De verschillen in nitraatconcentratie tussen de drie zandgebieden zijn voor een groot deel te verklaren uit de verdeling van de grondwatertrappen die voorkomen (er zijn relatief meer droge, uitspoelingsgevoelige zandgronden in Zand-zuid) en doordat het aandeel grasland in Zand-zuid lager is dan in de andere zandgebieden. Volgens de BasisRegistratiePercelen van 2018 was 39% van het landbouwareaal in Zand-zuid in gebruik als grasland, Voor Zand-noord bedraagt dit 49% en voor Zand-midden 70%. Grasland heeft een relatief grote stikstofopname, lang groeiseizoen en hoge denitrificatiecapaciteit van de bodem, waardoor de nitraatuitspoeling relatief gering is (vooral als het grasland niet of slechts beperkt wordt beweid).



Figuur B3.3. Nitraatconcentraties (mg NO₃ per 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 B3.4. Nitraatconcentraties (areaal-gewogen jaargemiddelde van gemeten concentratie in mg NO₃ per l) 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).

De verschillen in nitraatconcentratie tussen grondsoorten worden vooral veroorzaakt door de verschillen in denitrificatie. Denitrificatie is het microbiologisch proces waarbij nitraat wordt afgebroken tot gasvormige stikstofverbindingen (stikstofgas, lachgas, stikstofoxide). Denitrificatie treedt op onder zuurstofloze omstandigheden en er moet gemakkelijk afbreekbare organische stof aanwezig zijn als energiebron voor denitrificerende bacteriën.

In LMM worden zowel de nitraatuitspoeling als de stikstofoverschotten op de bodembalans bepaald. De uitspoelfractie is het aandeel van het stikstofoverschot dat als nitraat uitspoelt (Tabel B3.6). Het resterende deel van het overschot op de stikstofbodembalans gaat door denitrificatie verloren (het stikstofoverschot is al gecorrigeerd voor stikstofverliezen door ammoniakvervluchtiging uit mest en kunstmest). De lagere uitspoelfracties voor (i) veengronden t.o.v. minerale gronden, (ii) kleigronden t.o.v. zandgronden, (iii) natte zandgronden t.o.v. droge zandgronden, en (iv) grasland t.o.v. bouwland zijn verklaarbaar op basis van de condities voor het optreden van denitrificatie.

Tabel B3.6. 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)

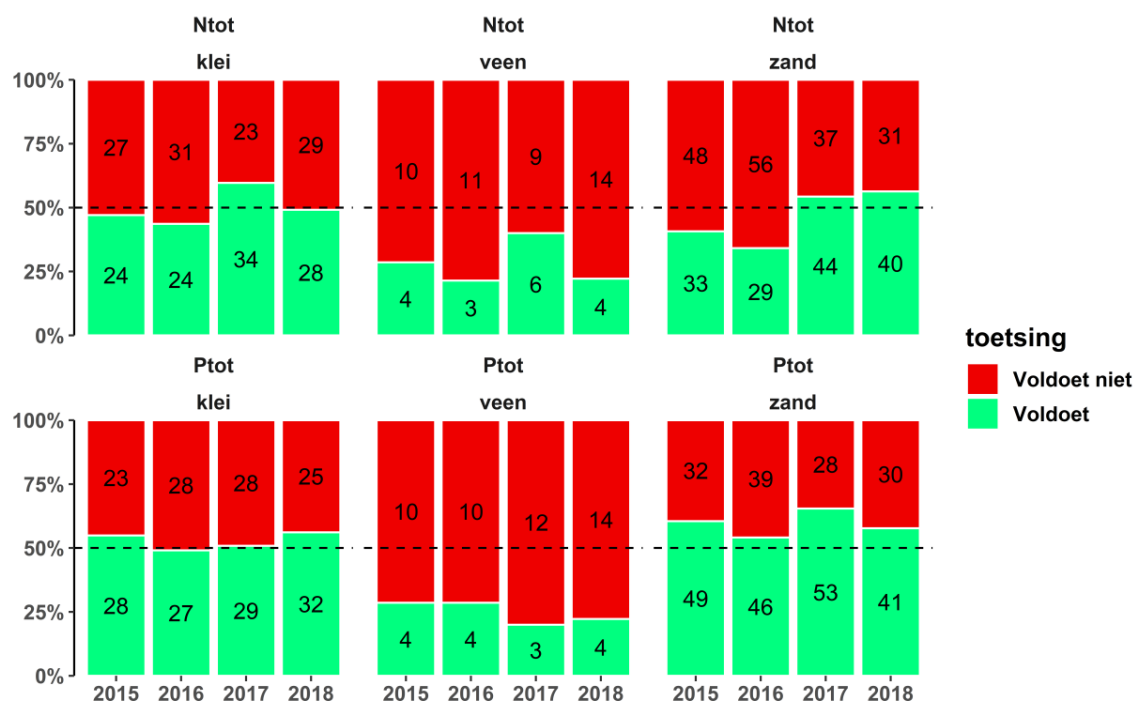
B3.2.3. Stikstof- en fosforconcentraties in het oppervlaktewater

Het Meetnet Nutriënten Landbouwspecifiek Oppervlaktewater (MNLISO) is in 2010-2012 opgezet om de waterkwaliteit te monitoren in gebieden met 'landbouw-specifiek' oppervlaktewater (Buijs et al., 2020), d.w.z. de samenstelling van het oppervlaktewater wordt in deze gebieden vooral beïnvloed door landbouw en landbouwgronden. In MNLISO zijn meetlocaties van alle waterschappen geselecteerd waarvan verwacht wordt dat landbouw de belangrijkste antropogene bron van nutriënten is.

Voor de kleinere wateren die niet als KaderrichtlijnWater-lichaam zijn aangewezen en die ook wel 'overige wateren' worden genoemd, is een methodiek ontwikkeld ter beoordeling van de waterkwaliteit (Buijs et al., 2020). Deze methodiek wordt door waterbeheerders gebruikt voor het afleiden van de nutriëntennormen voor de MNLISO-meetlocaties die niet in een KRW waterlichaam liggen ('waterschapsnormen').

Voor de jaren 2015 tot en met 2018 zijn de meetgegevens van N-totaal en P-totaal in het MNLISO-meetnet getoetst aan de waterschapsnormen (Figuur B3.5). Het percentage dat aan de norm voldoet, varieert voor stikstof tussen 36% in 2016 en 49% in 2018 en voor fosfor tussen 49% (2016) en 55% (2015 en 2017). Voor N-totaal komen normoverschrijdingen in het hele land voor en voor P-totaal treden de meeste normoverschrijdingen op in het westen van het land (Buijs et al., 2020). In

de kleiregio is het percentage meetlocaties dat aan de N-totaal-norm voldoet hoger dan in de andere grondsoortregio's, behalve in 2018 (Figuur B3.5). Het percentage meetlocaties dat voldoet aan de P-totaal-norm is het hoogst in de zandregio. In de veenregio is het percentage meetlocaties dat voldoet aan de norm lager dan in de andere regio's, zowel voor N-totaal als P-totaal.



Figuur B3.5. Staafdiagrammen voor N-totaal (boven) en P-totaal (onder) per regio met op de x-as het jaar en op de y-as het percentage meetlocaties dat voldoet aan gestelde normen. Binnen het diagram staat het aantal corresponderende MNSLO-meetlocaties vermeld (Buijs et al., 2020).

B3.2.4 Effecten van gewastype op uitspoeling

Het gewastype heeft een effect op de nitraatuitspoeling. Hierbij spelen verschillende factoren een rol, zoals de totale hoeveelheid stikstof die door het gewas wordt opgenomen/kan worden opgenomen, de lengte van de stikstofopnameperiode, de afstemming van de stikstofbemesting op de stikstofbehoefte van het gewas, de benutting van stikstof die in de bodem aanwezig is, de hoeveelheid stikstof in niet geoogste gewasresten, en het effect van het gewas (en gewasresten) op stikstofomzettingen in de bodem (zoals stikstofmineralisatie en -immobilisatie en denitrificatie). In deze paragraaf worden resultaten van de monitoring van de waterkwaliteit op gewasniveau samengevat

Voor grasland op melkveebedrijven in LMM is de mediane nitraatconcentratie in het water dat uitspoelt relatief laag (< 20 mg nitraat per l; Tabel B3.7). Grasland heeft een relatief hoge stikstofopnamecapaciteit en een lang groeiseizoen. Veldproeven laten zien dat gemaaid grasland wel 400 tot 600 kg N per ha per jaar kan opnemen (bijvoorbeeld Schröder et al., 2009). Naast stikstofopname in de bovengrondse delen van grasland wordt er ook stikstof vastgelegd in wortels en

stoppels. De hoeveelheid stikstof die netto wordt vastgelegd per jaar is sterk afhankelijk van de leeftijd van de graszode. In jong grasland kan jaarlijks meer dan 100 kg N worden vastgelegd. In oud grasland treedt er vrijwel geen vastlegging van N meer op (Velthof en Oenema, 2001). Uit proefveldonderzoek uit de jaren '80 en '90 blijkt dat op gemaaid grasland tot 300-400 kg werkzame N per ha per jaar kan worden toegediend zonder dat de hoeveelheid residuaire minerale N in de bodem in de herfst veel toeneemt (Ten Berge et al., 2002). De hoeveelheid residuaire minerale N in de bodem in de herfst is een indicator voor de stikstofverliezen door nitraatuitspoeling en denitrificatie tijdens de winter.

In beweid grasland is het risico op nitraatuitspoeling groter dan op gemaaid grasland, vanwege de slechte benutting van stikstof in feces en urine van weidend vee (Corré et al., 2014; Verloop et al., 2006). Het risico op nitraatuitspoeling neemt toe naarmate er later in het jaar wordt beweid. Door de relatief hoge nitraatuitspoeling op beweid grasland (t.o.v. van gemaaid grasland) kan er minder dierlijke mest (drijfmest + weidemest) worden toegediend zonder overschrijding van de nitraatnorm voor grondwater. Dit geldt vooral voor droge zandgronden, waar het risico op nitraatuitspoeling relatief groot is.

Het denitrificatievermogen (potentiële denitrificatie) in de bovenste bodemlaag is hoger in grasland dan in bouwland en hoger in veengronden dan in minerale gronden (Munch en Velthof, 2007; Velthof, 2003). In de bovenste bodemlaag vindt aanvoer plaats van gemakkelijk afbreekbare organische stof door gewasresten en mest. Het deel van het stikstofoverschot dat als nitraat uitspoelt is door het hogere denitrificatievermogen lager op grasland dan op bouwland (Tabel B3.6).

Voor de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt wordt onderscheid gemaakt tussen 'uitspoelingsgevoelige' en 'niet-uitspoelingsgevoelige' gewassen. Uitspoelingsgevoelige gewassen zijn gedefinieerd als gewassen waarvan de nitraatuitspoeling bij toepassing van de landbouwkundig bemestingsadviezen (uit 2006) leidt tot overschrijding van 50 mg nitraat per l in het uitspoelend water (Van Dijk en Schröder, 2007). Tot de uitspoelingsgevoelige gewassen behoren aardappelen, groenten en maïs (snij- en korrelmaïs). Tot de niet-uitspoelingsgevoelige gewassen behoren granen (wintertarwe, zomertarwe, wintergerst, zomergerst, winterrogge, haver), pootaardappel, zaaiui, cichorei, voederbiet, erwten (vers en rijp zaad), tuinbonen (vers), winter/waspeen, bospeen, schorseneer, witlof en luzerne. De stikstofgebruiksnormen voor uitspoelingsgevoelige gewassen zijn sinds 2014 (implementatie van het Vijfde ActieProgramma Nitraatrichtlijn) lager voor zand- en lössgronden in het zuidelijk zand- en lössgebied dan in de overige zandgebieden¹¹.

Snijmaïs heeft een relatief korte stikstofopnameperiode (begin juni tot eind augustus) waardoor de benutting van toegediende stikstof door snijmaïs relatief laag is. Experimenteel onderzoek in Nederland laat zien dat de benutting van stikstof in drijfmest door snijmaïs 24–65% bedraagt en dat de benutting van stikstof uit kunstmest zo'n 44–74% is, bij giften van 100–150 kg N per ha (Velthof et al., 2020). Door de geringe benutting van de toegediende stikstof en de lange periode dat er geen stikstofopname (en gewasverdamping) plaatsvindt op maïspercelen is de mediane nitraatconcentratie in het water dat uitspoelt uit maïspercelen hoger dan 50 mg nitraat per l op melkveebedrijven in zowel de löss- als zandregio's (Tabel B3.7).

¹¹ <https://zoek.officiëlebezoekingen.nl/stcrt-2014-22547.html>

Tabel B3.7. Nitraatconcentraties (mg nitraat per L) in het bovenste grondwater (bij lössgronden in het bodemvocht direct onder de bewortelde bodemlaag) per bedrijfscategorie, gewasgroep en grondsoortregio voor de periode 2009-2017, bepaald met de nitraatsneltest. Weergegeven zijn de mediane waarde en de 25% en 75% percentielen voor gewassen in grondsoortregio's, waarbij er minimaal 10 puntmetingen per meetjaar en 10 bedrijven over de landbouwpraktijkjaren 2009-2017 beschikbaar zijn (Bron: LMM)¹².

Bedrijfscategorie	Gewasgroep	Grondsoortregio	Nitraatconcentratie (mg/l)		
			Mediaan (50%)	Eerste kwartiel (25%)	Derde kwartiel (75%)
Melkvee	Aardappel ¹	Zand	42	6	122
	Gras	Klei	7	5	15
	Gras	Löss	18	7	41
	Gras	Veen	6	5	8
	Gras	Zand	7	5	37
	Maïs	Klei	37	10	91
	Maïs	Löss	77	44	116
	Maïs	Veen	8	6	37
	Maïs	Zand	62	8	117
	Akkerbouw	Aardappel	Löss	75	37
Aardappel		Zand	45	6	97
Blad- en stengelgroente		Zand	113	42	168
Gerst		Löss	54	21	107
Gerst		Zand	48	9	83
Gras ²		Löss	17	5	41
Gras ²		Zand	38	7	84
Maïs		Löss	99	64	177
Maïs		Zand	68	7	132
Suikerbiet		Löss	52	25	102
Suikerbiet		Zand	49	7	95
Tarwe		Löss	61	31	114
Tarwe		Zand	51	6	107

¹Aardappelteelt op melkveebedrijven komt in het LMM enkel voor in de zandregio.

¹² In het LMM wordt de waterkwaliteit op agrarische bedrijven per grondsoortregio en bedrijfstype gemonitord. De laboratoriumanalyses van mengmonsters van meerdere monsterpunten worden gerapporteerd. De nitraatconcentratie op individuele boorpunten wordt daarnaast bepaald met de Nitrachek-methode (grondwatermonsters) of in het laboratorium (bodemvocht). De individuele puntmetingen zijn door RIVM gekoppeld aan de gewasinformatie van het voorgaande groeiseizoen uit de BasisRegistratie Gewaspercelen.

[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))

Bij veel akkerbouwgewassen ligt de mediane nitraatconcentratie in de zandregio (ver) boven de 50 mg nitraat per l (Tabel B3.7). De gemiddelde nitraatconcentraties zijn niet opgenomen in deze tabel, maar aangezien er sprake is van hoge uitschieters, zal de gemiddelde waarde (veel) hoger zijn dan de mediaan. De mediane nitraatconcentratie ligt bij maïs in de akkerbouw ook boven de 50 mg nitraat per l. De mediane nitraatconcentraties liggen bij aardappel, gerst, suikerbiet en tarwe rond de 50 mg nitraat per l. In de lössregio gronden ligt de mediane concentratie boven de 50 mg nitraat per l bij aardappel, gerst, maïs, tarwe en, in mindere mate, suikerbiet. De mediane nitraatconcentratie bij tarwe, een van de rustgewassen, is 61 mg nitraat per l in het lössgebied en 51 mg nitraat per l in het zandgebied. De mediane concentratie bij gerst is 54 mg nitraat per l in het lössgebied en 48 mg nitraat per l in het zandgebied. Deze resultaten geven aan dat de mediane nitraatconcentraties in het uitspoelingswater bij granen weliswaar lager zijn dan die bij groenten en maïs, maar dat ze hoger zijn dan die bij grasland, en vaak de norm van 50 mg nitraat per l overschrijden.

Vollegrondsgroentebedrijven zitten vanwege het beperkte aandeel in het totale landbouwareaal niet in het LMM, waardoor groentegewassen zijn onderbelicht in Tabel B3.7.

De stikstof in gewasresten kan in de herfst en winter mineraliseren; dit kan leiden tot een toename in nitraatuitspoeling. De hoeveelheid stikstof in gewasresten varieert sterk tussen gewassen, van minder dan 50 kg N per ha voor uien, snijmaïs, gerst en zetmeelaardappelen tot meer dan 100 kg N per ha voor gewassen als pootaardappelen, suikerbieten, broccoli en bepaalde koolsoorten (Tabel B3.8).

Tabel B3.8. Hoeveelheid stikstof in bovengrondse en ondergrondse gewasresten als functie van gewassoort (Van Bruggen et al., 2021).

Hoeveelheid stikstof in gewasresten	Gewassen
< 50 kg N per ha	Vlas; Uien; Groenbemester na maïs; Snijmaïs incl. energiemaïs; Hennep; Bruine bonen; Tuinbonen (groen te oogsten); Asperges; Rogge; Kapucijners; Blauwmaanzaad; Aardbeien; Zomergerst; Groene erwten en schokkers; Haver; Wintergerst; Triticale; Cichorei; Andijvie; Veld- en tuinbonen; Aardappelen; Zetmeelaardappelen; Karwijzaad; Spinazie
50 - 100 kg N per ha	Zomertarwe; Overige akkerbouwgewassen; Sla; Graszaad; Wintertarwe; Witlofwortel; Schorseneren; Koolzaad incl. raapzaad; Groenbemestingsgewassen; Groenbemester na akkerbouwgewas; Was- en bospeen; Stokbonen; Korrelmaïs; Corn Cob Mix; Winterpeen; Augurken; Prei; Knolselderij; Luzerne; Stam(sperzie-) bonen Overige groenten
100-150 kg N per ha	Pootaardappelen; Kroten; Suikerbieten; Sluitkool; Bewaarkool; Voederbieten; Erwten Bloemkool
> 150 kg N per ha	Broccoli; Spruitkool

In Vlaanderen wordt de hoeveelheid nitraat in de bodem in de laag 0-90 cm na de oogst (oktober – november) bepaald op praktijkpercelen: het nitraatresidu. Daarbij wordt aangenomen dat het nitraatresidu in het de bodem na de oogst grotendeels verloren gaat door uitspoeling en denitrificatie. Voor het nitraatresidu gelden waarschijnlijk vergelijkbare uitspoelfracties als voor het bodemoverschot (Tabel B3.6), om de nitraatuitspoeling te kunnen berekenen. Naarmate het nitraatresidu hoger is, zal er meer nitraatuitspoeling naar het grondwater optreden, met name op

zand- en lössgronden. Omdat er zeer veel metingen zijn van het nitraatresidu per gewastype is het aantrekkelijk om deze resultaten te vergelijken met de nitraatconcentraties zoals gemeten in LMM.

In Tabel B3.9 staan de nitraatgehalten na de oogst van belangrijke gewassen in de periode 2004 – 2016 in Vlaanderen. Opgemerkt wordt dat op het moment dat het nitraatresidu bepaald wordt, een (groot) deel van de gewasresten nog niet zijn gemineraliseerd. Voor gewassen met veel gewasresten (Tabel B3.8) kan dus nog extra nitraat in de bodem vrijkomen.

De belangrijkste resultaten:

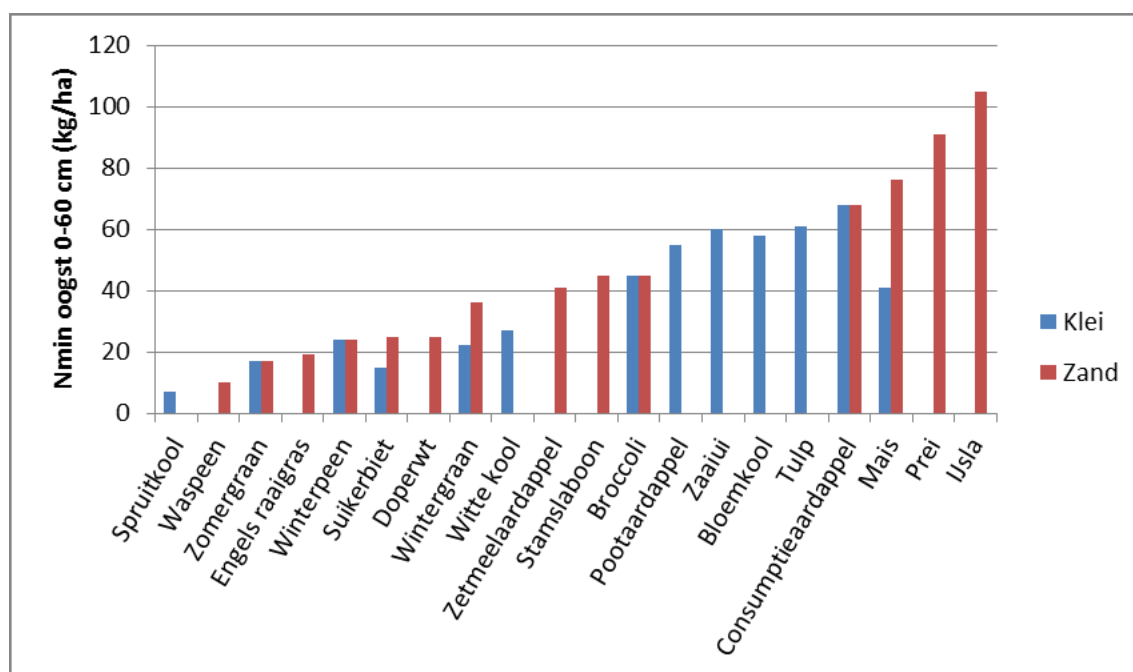
- Lage waarden voor het nitraatresidu worden gevonden bij bieten, grasland en spruitkool;
- Hoge waarden voor nitraatresidu worden gevonden bij aardappelen, prei, bloemkool, sierteelt en boomkweek; en
- De hoeveelheid nitraatresidu bij wintertarwe is relatief hoog (hoger dan grasland en vergelijkbaar met maïs). Een mogelijke verklaring voor de hoge waarden is dat direct na de oogst van wintertarwe vaak mest wordt toegediend (voor de groenbemester).

In Nederland wordt geen vergelijkbare nitraatresidu-monitoring als in Vlaanderen uitgevoerd. In het kader van het project Sturen op Nitraat zijn gegevens van de hoeveelheid minerale N (nitraatstikstof + ammoniumstikstof) na de oogst in een groot aantal veldproeven van voor 2000 geanalyseerd (Van Enckevort et al., 2002). Op basis van deze resultaten is de hoeveelheid minerale N (N_{min}) berekend die na de oogst van het gewas in de bodem achterblijft (Figuur B3.6). Relatief hoge waarden werden gevonden bij aardappelen, snijmaïs, uien, tulp en groentegewassen als bloemkool, prei en ijssla. Lage N_{min} waarden werden gevonden bij suikerbiet, (zomer)graan, graszaad, peen en spruitkool.

Samenvattend, de resultaten van de meting van het nitraatresidue in Vlaanderen en van N_{min} in veldproeven komen relatief goed overeen met die van de nitraatconcentraties in het uitspoelingswater in LMM in Tabel B3.7.

Tabel B3.9. Gemiddelde nitraatresidu in de 0-90 cm bodemlaag in de monitoring van praktijkpercelen in Vlaanderen in de periode 2004-2016 (VLM, 2017).

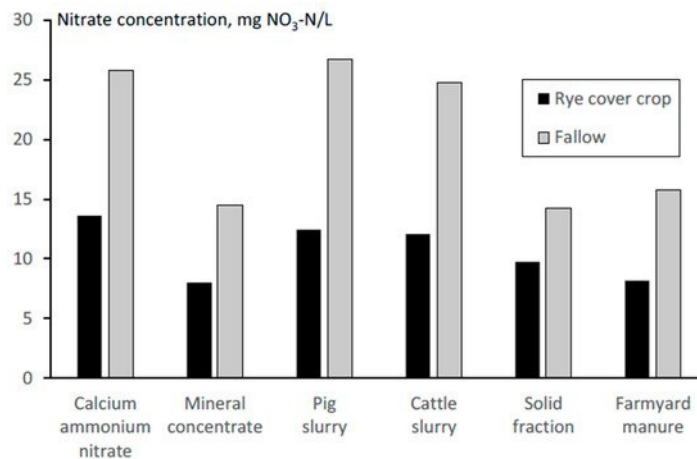
Gewas	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Grasland	93	81	78	53	54	83	50	53	36	42	44	43	47
Maïs	147	120	107	93	82	91	82	107	62	69	73	81	64
Silomaïs	151	117	110	95	86	88	87	109	63	76	76	83	67
Korrelmaïs	132	130	103	90	74	94	71	103	60	57	68	76	58
Bieten	59	78	69	52	48	54	47	51	32	33	37	38	37
Suikerbieten	60	79	70	51	49	60	51	50	31	37	36	39	38
Voederbieten	51	70	67	54	46	40	38	58	35	27	39	37	36
Graangewassen	123	111	108	80	79	89	67	72	57	55	56	52	66
Wintertarwe	123	111	108	82	81	96	68	74	58	53	56	51	72
Aardappelen	/	/	178	97	114	156	106	127	85	82	93	112	106
Aardappelen (niet-vroege)	/	/	/	/	/	158	105	127	91	86	94	113	109
Aardappelen (vroege)	/	/	/	/	/	138	105	126	73	74	92	109	101
Groenten	43	75	185	115	100	179	103	133	73	66	81	104	94
Prei	/	/	/	148	121	226	135	165	86	62	98	130	119
Bloemkool	/	/	/	130	116	186	104	152	77	62	91	103	97
Spruitkool	43	65	57	36	42	25	22	54	27	25	27	26	42
Fruit	/	/	69	42	41	100	60	48	48	52	53	56	59
Sierteelt en boomkweek	/	/	118	149	108	154	123	107	101	89	95	103	78
Overige teelten	/	/	115	56	54	140	59	65	54	53	63	63	57
Totaal	106	98	107	71	75	90	66	84	52	55	59	66	62



Figuur B3.6. Minerale N in de bodem (0-60 cm, kg per ha) na de oogst van een groot aantal hoofdgewassen bij adviesbemesting (berekende waarden gebaseerd op veldproeven). Bron: Project Sturen op Nitraat (Van Enckevort et al, 2002).

B3.2.5. Effecten van vanggewassen op nitraatuitspoeling

De teelt van een effectief vanggewas na de teelt van maïs op zand- en lössgronden kan de nitraatuitspoeling beperken. In veldonderzoek van Schröder et al. (1996; 2013) halveerde de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater als er een vanggewas werd geteeld na snijmaïs (Figuur B3.7).



Figuur B3.7. Gemiddelde nitraatconcentratie in mg N per l onder maïsland op zandgrond bij toepassing van verschillende meststoffen en met en zonder vanggewas (winterrogge). Gemiddelde van twee jaar. Velthof et al., (2020) op basis van Schröder et al. (2013). Concentraties in NO₃ zijn een factor 4,4 hoger dan concentraties in NO₃-N.

De stikstofopname van een vanggewas neemt in het najaar sterk af als de daglengte en temperatuur afnemen. Op basis van resultaten van onderzoek uit de jaren negentig is een relatie afgeleid tussen de bovengrondse N-opname en de temperatuursom in de periode tussen inzaaien en inwerken van het vanggewas (Schröder et al., 1996; Tabel B3.10). Een vanggewas is vooral zinvol bij tijdige inzaai. In het Zesde Actieprogramma is opgenomen dat inzaai van een vanggewas uiterlijk 1 oktober moet plaatsvinden. Om dit mogelijk te maken, moet snijmaïs in september worden geoogst, wat niet altijd lukt. Signalen uit de landbouwpraktijk laten zien dat de teelt van vroege maïsrassen in opkomst is. Ook kan onderzaai van gras of een ander vanggewas worden toegepast bij de teelt van snijmaïs.

Een verplicht vanggewas (of onbemeste groenbemester) in de akkerbouw is vooral zinvol bij tijdige inzaai en na gewassen die relatief veel minerale N in de bodem nalaten (Tabel B3.11). Gewassen die relatief veel minerale N in de bodem achterlaten zijn meestal gewassen die ook relatief laat worden geoogst: consumptieaardappelen, zetmeelaardappelen, en snijmaïs. Deze gewassen beslaan bovendien een groot areaal. Afhankelijk van de rassenkeuze wordt er meestal vanaf de tweede helft van september geoogst. Uitzondering hierop zijn pootaardappelen; deze worden voor 1 september geoogst. Pootaardappelen worden met name geteeld op kleigronden. Ook groentegewassen die eind augustus worden geoogst zoals sla, bloemkool broccoli, laten relatief veel N in de bodem na en ook relatief veel N in gewasresten.

Na het onderploegen van het vanggewas in het voorjaar, komt de opgenomen N grotendeels weer vrij door mineralisatie. De bemesting van het hoofdgewas kan conform het landbouwkundig

bemestingsadvies worden gekort voor de N-levering uit het ondergeploegde vanggewas. Dit kan de nitraatuitspoeling uit het volggewas beperken. In het stikstofgebruiksnormenstelsel wordt geen rekening gehouden met de stikstofnalevering door vanggewassen. De CDM adviseert om dat wel te doen.

Op kleigrond wordt doorgaans in het najaar geploegd. Het is dan niet zinvol om op 1 oktober nog een groenbemester of vanggewas te zaaien. Afhankelijk van het ploegtijdstip is het in dat geval logischer uit te gaan van een uiterste zaaidatum van bijvoorbeeld 1 september (bij ploegen in oktober) of 15 september (bij ploegen in november) in plaats van 1 oktober.

Gewasresten mineraliseren voor een deel in de winter (afhankelijk van de temperatuur). Een vanggewas of wintergewas zal gedurende de winter weinig van de uit gewasresten vrijgekomen stikstof kunnen opnemen, omdat de stikstofopname beperkt is door de lage temperatuur en korte dagen. De nitraatuitspoeling uit gewasresten kan dus slechts deels worden ondervangen door de teelt van een vanggewas.

De maatregel uit het Zesde ActieProgramma Nitraatrichtlijn over een verplicht vanggewas uiterlijk op 31 oktober na consumptie- en fabrieksaardappelen op zuidelijke zand- en lössgronden (per 1 januari 2021) is uiteindelijk niet ingevoerd, omdat vanuit de sector naar voren werd gebracht dat dit tot praktische problemen kan leiden met aardappelopslag. Bij de inzaai van een vanggewas worden achtergebleven aardappelen meer ingewerkt (en blijven dus minder boven op de bodem liggen), waardoor ze mogelijk meer beschermd zijn tegen vorst. Aardappelopslag is lastig in volggewassen (extra onkruid) en de vermeerdering van aaltjes gaat door. Dit geeft duidelijk aan dat op de weg naar de verplichte inzaai van een vanggewas per 1 oktober hobbels zullen worden aangetroffen.

Tabel B3.10. Berekende gemiddelde N-opname (kg per ha) van een vanggewas (boven- en ondergronds) in relatie tot zaaitijdstip (berekend op basis van relatie tussen bovengrondse N-opname en temperatuursom tussen zaai en inwerken zoals afgeleid in Schröder et al (1996) voor een gemiddeld weerjaar, en de aanname dat de ondergrondse N-opname 15% van de bovengrondse opname bedraagt). Berekeningen zijn gedaan voor Noord en Zuid-Nederland (Bron: CDM, 2017a).

Zaaitijdstip	Noord	Zuid	Gem. Noord en Zuid
10 aug	108	116	112
20 aug	88	95	91
1 sept	68	74	71
10 sept	51	57	54
20 sept	36	42	39
1 okt	22	28	25
10 okt	11	16	13
20 okt	2	7	4
1 nov	0	0	0

Tabel B3.11. Gewassen die na de oogst relatief veel N in de bodem achterlaten, en waarvoor een verplicht vanggewas zonder N-bemesting kan worden overwogen (CDM, 2017a)

Gewasgroep	Gewas
Akkerbouwgewassen	Consumptieaardappel, Pootaardappel, Zetmeelaardappelen, Uien
Vollegrondgroenten	Spinazie, Andijvie, Selderij, Prei, Spitskool, Bloemkool, Broccoli, Chinese kool, Aardbei, Stamslaboon, Doperwt, Knolselderij, Knolvenkel, Koolrabi, Kroten, Rabarber, Radijs
Bloembolgewassen	Tulp, Hyacint, Narcis, Krokus, Iris

B3.2.6 Effecten van het scheuren van grasland op nitraatuitspoeling

Er wordt jaarlijks 1 à 2% van het areaal permanent grasland (in 2019: 691.000 ha) gescheurd en opnieuw ingezaaid (Van Bruggen et al., 2021). Op zandgrond wordt grasland vaker vernieuwd dan op kleigrond en veengrond. Daarenboven wordt jaarlijks ongeveer 6000 ha grasland doorgezaaid en zo'n 46.000 ha grasland wordt jaarlijks omgezet in bouwland (Van Bruggen et al., 2020). Er wordt geschat dat de graszode dood wordt gespoten op 90% van het areaal bij herinzaai en doorzaai, en op 50% van het areaal bij omzetting naar bouwland (Van Bruggen et al., 2021).

Als grasland gescheurd wordt, dan komt de stikstof uit de graszode en bodem weer vrij door mineralisatie. Dit kan dan leiden tot extra nitraatuitspoeling en lachgasemissie (CDM, 2017b). Scheuren en herinzaai van grasland in het vroege voorjaar (maart-april) heeft de voorkeur indien het streven is om de nitraatuitspoeling te minimaliseren. Zowel scheuren en herinzaai van grasland in het najaar als scheuren in het voorjaar, in combinatie met maïs als tussengewas en herinzaai in het najaar, leiden tot meer nitraatuitspoeling. Opgemerkt wordt dat de verhoogde nitraatuitspoeling in maïsland na het scheuren van grasland in de cijfers voor snijmaïs in Tabel B3.7 zijn opgenomen. De slagingskans van scheuren en herinzaai is groter in het najaar dan in het voorjaar, omdat de onkruiddruk dan lager is en het risico op droogte kleiner. Daardoor zal er bij scheuren en herinzaai in het najaar minder frequent graslandvernieuwing hoeven plaats te vinden.

In onderzoek van Hoving en Velthof (2006) leidde doodspuiten met doorzaaien zonder grondbewerking tot een vergelijkbare nitraatuitspoeling als bij de combinatie doodspuiten, grondbewerking en herinzaai. Dus het vernietigen van de graszode is de handeling die leidt tot verhoogde stikstofmineralisatie. Het risico op afspoeling van stikstof en fosfaat is waarschijnlijk groter na scheuren van grasland in het najaar dan na scheuren in het voorjaar, omdat in het najaar de bodem veel natter is en daardoor het risico op afspoeling groter is.

In de kaders voor 'duurzame bouwplannen' is ook een verplichting opgenomen voor de teelt rustgewassen op bouwland in de melkveehouderij. Dit betekent dat het niet mogelijk is om permanent snijmaïs te telen. Snijmaïs moet in rotatie met grasland worden geteeld. Analyse van LMM-gegevens¹³ laat zien dat bij een rotatie van gras en maïs de uitspoeling van nitraat hoger is dan bij permanente teelten van gras en snijmaïs. Het scheuren van grasland verhoogt het risico op nitraatuitspoeling bij maïs, omdat er veel stikstof vrijkomt uit het gescheurde grasland. Daarnaast duurt het enige jaren na inzaai voordat de nitraatconcentratie weer gedaald is en de graszode voldoende is opgebouwd om nitraat op te nemen. Een lange periode achtereen maïs verbouwen kan ongunstig zijn voor de maisopbrengst en het gehalte aan organische stof in de bodem. Dit zou in

¹³ <https://edepot.wur.nl/449841>

theorie ook weer tot meer nitraatuitspoeling kunnen leiden bij onveranderde bemesting.

Na het scheuren van grasland moet een stikstofbehoefte gewas worden geteeld. Deze gewassen zijn in het mestbeleid vastgesteld (Tabel B3.12). Stikstofbehoefte gewassen zijn gewassen met een bemestingsadvies hoger dan 120 kg N per ha. Deze lijst is gebaseerd op een studie waarin de mineralisatie van gescheurd grasland (gemiddeld 194 kg N per ha) en bouwland (gemiddeld 75 kg N per ha) is berekend (Velthof, 2007)

In het mestbeleid worden nu drie groepen met gewassen onderscheiden: de uitspoelingsgevoelige gewassen (Tabel B3.11), de stikstofbehoefte gewassen (Tabel B3.12) en de rustgewassen. In Tabel B3.13 staat een conceptlijst met rustgewassen weer gegeven die in het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid mogelijk worden gehanteerd. Het wordt geadviseerd om deze lijsten met gewassen te actualiseren en waar mogelijk te integreren en op elkaar af te stemmen.

Tabel B3.12. Stikstofbehoefte gewassen; na vernietigen grasland moet een van deze gewassen worden geteeld (Bron: RVO.nl).

Aardappelen	Courgette	Knolvenkel	Muscari	Spinazie	Wintergerst
Aardbei	Fritillaria imperialis	Koolraap	Narcis	Spitskool	Winterrogge
Acidanthera	Gladiaal	Koolrabi	Paksoi	Spruitkool	Wintertarwe
Andijvie	Gras	Koolzaad	Plantui, 2e jaars	Stam- en stokbonen	Winterui
Anemone coronaria	Graszaad	Krokus	Pompoen	Suikerbiet	Witte kool
Augurk	Graszoden	Kroten	Prei	Suikermaïs	Zaaiui
Bleek- en groenselderij	Hyacint	Kruiden	Raapstelen	Tagetes ¹	Zomertarwe
Bloemkool	Iris	Laanbomen: opzetters	Rabarber	Triticale	
Boerenkool	Japane haver	Landbouwstambonen	Rode kool	Tulp	
Broccoli	Karwij	Lelie	Savooikool	Vaste planten	
Buitenbloemen	Knolbegonia	Maïs	Schorseneren	Venkel	
Chinese kool	Knolselderij	Meloen	Sla	Voederbiet	

¹ Tagetes moet u op uiterlijk 16 juli telen.

Tabel B3.13. Conceptlijst met rustgewassen in het GLB (Bron LNV).

Gewas	Gewas	Gewas	Gewas
Wintergerst	Lijnzaad	Veldbeemdgras	overige granen ('oer granen' (Emmer enz)
Zomergerst	Luzerne	Vezelvlas	Grasland, tijdelijk met kruiden
Graszaad	Raapzaad	Wortelpeterselie	Grasland, tijdelijk gras/klaver
Haver	Rietzwenkgras	Peterselie	Grasland, tijdelijk
Hennepvezel	Rogge	Blauwmaanzaad	
Italiaans raaigras	Sorghum	Rode klaver	
Karwijzaad	Winter tarwe	Witte klaver	
Engels raaigras	Zomer tarwe	Miscanthus	
Winter koolzaad	Teff	Spelt	
Zomer koolzaad	Triticale	Quinoa	

B3.2.7. Effecten van gewastype op uit- en afspoeling van stikstof en fosfaat naar oppervlaktewater

Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen gewassen en tussen grondsoorten in de uitspoelingsgevoeligheid van fosfaat. Het fosfaatgebruiksnormenstelsel differentieert naar de fosfaattoestand van bouwland en grasland. Er worden hierbij twee indicatoren voor de fosfaattoestand toegepast: P-CaCl₂ en P-AL. Er is weinig informatie over de relatie tussen enerzijds P-CaCl₂ en/of P-AL-getal en anderzijds het risico op fosfaatverliezen naar het oppervlaktewater. In het algemeen geldt dat hoe hoger het P-CaCl₂ en/of P-AL-getal, hoe groter het risico op fosfaatverliezen door uitspoeling en afspoeling. De huidige waardering van de fosfaattoestand en bijbehorende fosfaatgebruiksnormen leidt er toe dat de fosfaattoestand zal dalen bij een hoge toestand, en zal toenemen als de fosfaattoestand relatief laag is.

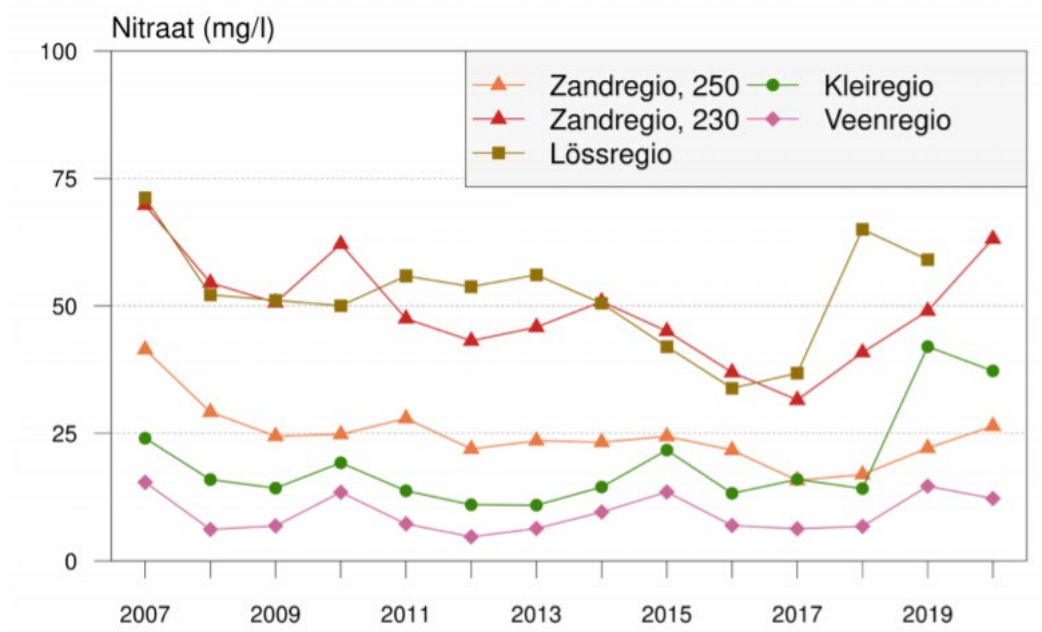
In het landbouwkundig bemestingsadvies van akkerbouwgewassen wordt bij de advisering van fosfaatbemesting onderscheid gemaakt tussen gewasgroepen met verschillen in fosfaatbehoefte. Consumptieaardappelen behoren tot de fosfaatbehoefteige gewassen en granen tot de gewassen met een lage fosfaatbehoefte. In een gewasrotatie zal binnen de fosfaatgebruiksruimte meer fosfaat worden toegediend aan consumptieaardappelen dan aan granen. Dit leidt tot een hoger risico op fosfaatafspoeling bij consumptieaardappelen dan bij granen. Dit verschil wordt versterkt doordat bij consumptieaardappelen de bodem onbedekt is in de winter, terwijl er bij wintergranen een gewas aanwezig is.

Bij grasland is de bodem het gehele jaar bedekt met een gewas, hetgeen het risico op oppervlakkige afspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater beperkt. Maar dit neemt niet weg dat ook bij grasland oppervlakkige afspoeling kan optreden, vooral in natte perioden. Metingen van oppervlakkige afspoeling in grasland op kleigrond lieten zien dat een groot deel van de belasting van het oppervlaktewater werd veroorzaakt door natte omstandigheden vlak na bemesting in het voorjaar (Van der Salm et al., 2006). Bij maïsland is het risico op oppervlakkige afspoeling groter dan bij grasland. Een tijdig ingezaaid vanggewas kan het risico op oppervlakkige afspoeling beperken.

Er zijn geen resultaten beschikbaar om gefundeerd uitspraken te kunnen doen over de relatie tussen gewastype (of bouwplan) en belasting (of kwaliteit) van het oppervlaktewater.

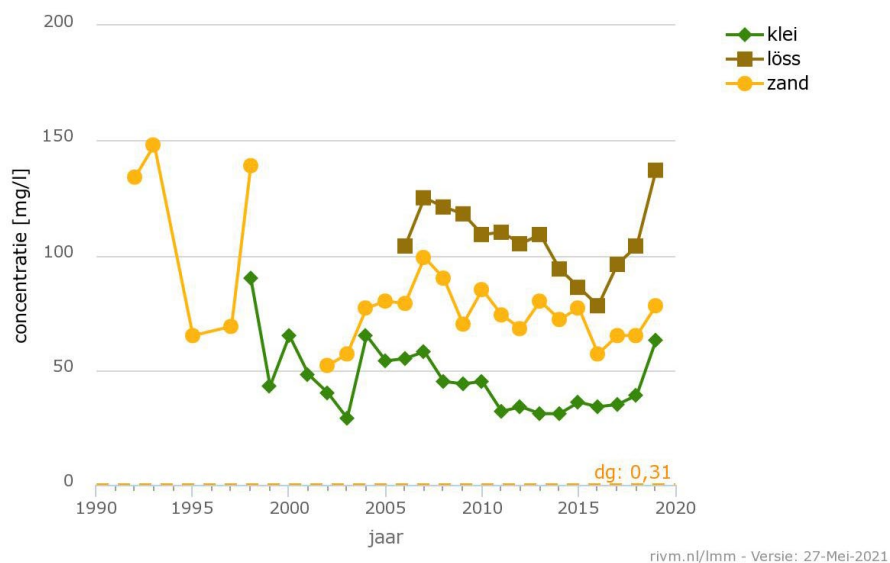
B3.2.8. Overzicht van nitraatconcentraties in het grondwater op bedrijfsniveau

De gemiddelde nitraatconcentratie van bedrijven met een derogatie, voor het grootste deel bestaande uit melkveebedrijven met minimaal 80% grasland, laat vanaf 2007 een dalende trend zien en lag in de periode 2014-2018 voor alle grondsoorten op of onder de 50 mg nitraat per l (Figuur B3.8). Na het droge jaar 2018 is de nitraatconcentratie van derogatiebedrijven in de Lössregio gestegen tot boven de 50 mg/l en die van derogatie bedrijven in de gebieden Zand Midden en Zand Zuid met een derogatie van 230 kg N per ha (Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord-Brabant of Limburg) was ongeveer gelijk aan 50 mg per l. De gemiddelde nitraatconcentratie van derogatiebedrijven in de gebieden Zand West en Zand Noord en in de Klei- en Veengregio ligt onder de 50 mg nitraat per l. Ook de nitraatconcentratie van melkveebedrijven zonder derogatie ligt gemiddeld onder de 50 mg nitraat per l (Bron: LMM).



Figuur B3.8. Gemiddelde nitraatconcentratie (mg NO₃ per l) 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 2007-2020 (Van Duijnen et al, 2021).

De gemiddelde nitraatconcentraties in het bovenste grondwater zijn hoger op akkerbouwbedrijven dan op melkveebedrijven. Op zand- en lössgronden ligt de gemiddelde nitraatconcentratie in de gehele tijdreeks van LMM boven de 50 mg nitraat per l op akkerbouwbedrijven (Figuur B3.9). De nitraatconcentraties is na het droge jaar 2018 sterk toegenomen op alle grondsoorten en ligt in 2019 ook voor kleigrond boven de 50 mg nitraat per l.



Figuur B3.9. Gemiddelde nitraatconcentraties (mg NO₃ per l) in het bovenste grondwater van akkerbouwbedrijven voor de periode 1991-2019 (Bron: LMM).

B3.2.9 Analyse van de uitspoelingsgevoeligheid en waterkwaliteit van akkerbouwgewassen

Uitspoelingsgevoelige gewassen zijn gedefinieerd als gewassen waarvan de berekende nitraatuitspoeling bij toepassing van de landbouwkundig bemestingsadviezen (uit 2006) leidt tot overschrijding van 50 mg nitraat per l in het uitspoelend water op zand- en lössgronden (Van Dijk en Schröder, 2007). Tot uitspoelingsgevoelige gewassen behoren aardappelen, groenten, maïs (snij- en korrelmaïs), graszaad, bloembolgewassen en koolzaad. Tot de niet-uitspoelingsgevoelige gewassen behoren granen, pootaardappel, zaaiui, cichorei, voederbiet, erwten, tuinbonen, winter/waspeen, bospeen, schorseneer, witlof en luzerne.

De mediane nitraatconcentratie in het uitspoelingswater van zand- en lössgronden in het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) ligt bij maïs in de akkerbouw op zandgrond boven de 50 mg nitraat per l. De mediane nitraatconcentraties bij aardappel, gerst, suikerbiet en tarwe ligt op zandgrond rond de 50 mg nitraat per l. De mediane nitraatconcentraties zijn vooral hoog op lössgronden; voor bij aardappel, gerst, maïs, tarwe en, in mindere mate, suikerbiet ligt de mediane concentratie boven de 50 mg nitraat per l. De relatief hoge nitraatconcentraties bij granen wordt mogelijk veroorzaakt door bemesting met dierlijke mest na de teelt van graan (daarna wordt een groenbemester ingezaaid).

De stikstof in gewasresten kan in de herfst en winter mineraliseren; dit kan leiden tot een toename in nitraatuitspoeling. De hoeveelheid stikstof in gewasresten varieert sterk tussen gewassen, van minder dan 50 kg N per ha voor oa. uien, snijmaïs, gerst en zetmeelaardappelen tot meer dan 100 kg N per ha voor gewassen als pootaardappelen, suikerbieten, broccoli en bepaalde koolsoorten.

In Vlaanderen wordt de hoeveelheid nitraat in de 0-90 cm laag na de oogst (oktober – november) bepaald op praktijkpercelen: het nitraatresidu. De nitraat in het de bodem na de oogst zal grotendeels verloren gaan door uitspoeling en denitrificatie. Het laagste nitraatresidu wordt gevonden bij bieten, grasland en spruitkool. Hoge waarden voor nitraatresidu worden gevonden bij aardappelen, prei, bloemkool, en sierteelt en boomkweek. De hoeveelheid nitraatresidu bij wintertarwe is relatief hoog (hoger dan grasland en vergelijkbaar met maïs)

In Nederland wordt geen vergelijkbare monitoring als in Vlaanderen uitgevoerd. In het project Sturen op Nitraat zijn gegevens van de hoeveelheid minerale N (nitraatstikstof + ammoniumstikstof) na de oogst in een groot aantal veldproeven van voor 2000 geanalyseerd (Van Enckevort et al., 2002). Relatief hoge waarden werden gevonden bij aardappelen, snijmaïs, uien, tulp en groentegewassen als bloemkool, prei en ijssla. Lage minerale N-waarden werden gevonden bij suikerbiet, (zomer)graan, graszaad, peen en spruitkool. De hoeveelheid minerale N na de oogst heeft geen rol gespeeld bij vaststellen uitspoelingsgevoelige gewassen in Nederland.

Wintertarwe is een rustgewas en volgens de berekeningen een niet-uitspoelingsgevoelig gewas (Van Dijk en Schröder, 2007). De mediane nitraatconcentratie bij tarwe was 61 mg nitraat per l in het lössgebied en 51 mg nitraat per l in het zandgebied. De mediane concentratie bij gerst was 54 mg nitraat per l in het lössgebied en 48 mg nitraat per l in het zandgebied. Deze resultaten geven aan dat de nitraatconcentratie in het uitspoelingswater bij granen weliswaar lager zijn dan die bij groenten en maïs, maar dat ze hoger zijn dan die bij grasland, en vaak de norm van 50 mg nitraat per l

overschrijden. Ook de resultaten van het nitraatresidu bij wintertarwe in Vlaanderen was relatief hoog (Tabel B3.9). Een mogelijke oorzaak voor de relatief hoge nitraatconcentraties bij wintertarwe is dat er vaak dierlijke mest wordt toegediend na wintertarwe. Er mag drijfmest worden toegediend in de periode 1 augustus tot en met 15 september, mits er uiterlijk 15 september een groenbemester is gezaaid (Bron: RVO.nl). Een deel van de drijfmest kan als nitraat uitspoelen.

Koolzaad, graszaad en triticale zijn rustgewassen die in het zandgebied ook uitspoelingsgevoelig zijn, volgens de berekeningen van Van Dijk en Schröder (2007). Deze ogenschijnlijke tegenstrijdigheden geven aan dat de lijsten van rustgewassen en uitspoelingsgevoelige gewassen een kritische analyse nodig hebben en dat de opname van bepaalde gewassen op de lijsten mogelijk heroverwogen dient te worden.

B3.2.10 Eiwitgewassen en vlinderbloemigen

Het ministerie van LNV heeft de CDM ook gevraagd in hoeverre eiwitgewassen en vlinderbloemigen (gewassen in staat om elementaire stikstof (N₂) te binden) tot rustgewassen kunnen worden gerekend. Eiwitgewassen zijn vlinderbloemige gewassen met een relatief hoog eiwitgehalte, zoals luzerne, sojabonen, (niet-bittere) lupinen, veldbonen en voedererwten die worden geteeld voor menselijke consumptie, als diervoeder of als groenbemester.

Van de eiwitgewassen is vooral luzerne belangrijk (7500 ha van in totaal 9100 ha eiwithoudende gewassen in 2020¹⁴). Luzerne wordt gebruikt als veevoer en als groenbemester. Luzerne is een meerjarige vlinderbloemige met een diep en intensief wortelstelsel. Luzerne kan efficiënt nutriënten opnemen uit de bodem, een verdichte ondergrond doorwortelen, en onkruid onderdrukken. Luzerne is een meerjarig gewas en draagt bij aan een verhoogd organisch stofgehalte in de bodem. Door gewasresten achter te laten op het perceel kan het organische stofgehalte nog meer toenemen. De input van effectieve organische stof van luzerne is in het eerste jaar circa 1350 kg/ha en in de jaren daarna circa 2050 kg/ha (Leendertse et al., 2020). Dit zijn eigenschappen die passen bij een rustgewas. Luzerne scoort beter dan tarwe als rustgewas (Leendertse et al., 2020).

Luzerne kan veel stikstof binden (tot wel 380 kg N per ha; Schröder et al., 2004). Tijdens de groei van luzerne is het risico op nitraatuitspoeling beperkt. Echter, de gewasresten van luzerne bevatten veel stikstof dat na onderploegen vrijkomt. In de bemestingsadviezen wordt uitgegaan dat de stikstof nawerking enkele jaren duurt. Door de grote hoeveelheid stikstof die vrijkomt na onderploegen van luzerne is het risico op nitraatuitspoeling relatief groot, vooral als geen stikstofbehoefstig volggewas wordt geteeld na het onderploegen van de luzerne.

Ook klaver is een vlinderbloemige en goed voor bodemvruchtbaarheid. Of klaver (en andere vlinderbloemigen) daadwerkelijk stikstof uit de lucht bindt en de mate waarin is afhankelijk van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem. Vlinderbloemigen kunnen minerale stikstof opnemen uit de bodem en zullen dan minder stikstof uit de lucht binden. Onder optimale omstandigheden en zonder bemesting kan een combinatie van gras-klaver veel stikstof binden (zo'n 40 kg N per ton

¹⁴ <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2020/40/nederland-teelt-minder-eiwitgewassen>

drogestof klaver), waardoor totale stikstofbinding wel 300 kg N per ha kan bedragen. De stikstofnalevering van meerjarige grasklaver kan het eerste jaar na scheuren circa 300 kg N per ha bedragen. Dit leidt tot een hoog risico op nitraatuitspoeling, vooral als geen stikstofbehoefte volggewas wordt geteeld.

Ook veldbonen en voedererwten worden geteeld als voedergewassen. Andere vlinderbloemige akkerbouwgewassen zijn bruine bonen, veldbonen en erwten. De berekende stikstofbinding in de praktijk varieert van vrijwel nul (0 kg N per ha) voor stamslabonen en bruine bonen tot 105 – 160 kg N per ha voor doperwten, tuinbonen, droge erwten en veldbonen, en tot 380 kg N per ha voor luzerne (Schröder et al., 2004). Sojabonen en lupinebonen worden in Nederland nu vooral geteeld voor menselijke consumptie, bijvoorbeeld als grondstof voor vleesvervangers. Voor een deel van de eiwitgewassen, bijvoorbeeld sojabonen, is nog onderzoek nodig om de opbrengst te verhogen en de teelt aantrekkelijk te maken voor de praktijk.¹⁵

Witte en rode klaver en wikke zijn vlinderbloemige groenbemesters, die relatief veel stikstof bevatten, dat na onderwerken snel beschikbaar kan komen voor het volggewas, maar daardoor ook gevoelig is voor uitspoeling. De hoeveel effectieve organische stof die wikke nalaat is relatief laag ten opzichte van andere groenbemesters (Tabel B3.14). De stikstofnalevering van vlinderbloemige groenbemesters is gemiddeld ongeveer 20 kg N per ha hoger dan die van andere groenbemesters¹⁶.

In het algemeen kan worden gesteld dat eiwitgewassen en vlinderbloemigen positieve effecten hebben op de bodemvruchtbaarheid. Ze leveren organische stof en binden luchtstikstof en sommige vlinderbloemigen wortelen diep of intensief; dit geldt met name voor luzerne en gras-klaver. Vanuit het effect op bodemkwaliteit worden eiwitgewassen en vlinderbloemigen daarom vaak gezien als een geschikt rustgewas.^{17, 18, 19} Ook leidt de teelt van eiwitgewassen en vlinderbloemigen tot een geringe behoefte aan stikstofkunstmest, dat vanuit klimaat oogpunt positief is (productie van stikstofkunstmest vraagt veel energie en er komt veel CO₂ bij vrij).

Bij de toepassing van rustgewassen in het kader van duurzame bouwplannen speelt reductie van nitraatuitspoeling en stikstof- en fosfaatbelasting van het oppervlaktewater een belangrijke rol. Eiwitgewassen en vlinderbloemigen hebben stikstofrijke gewasresten en de stikstof uit deze gewasresten kan snel vrijkomen na onderploegen, waardoor er risico op nitraatuitspoeling ontstaat als bij het volggewas geen rekening wordt gehouden met deze hoge nalevering. Daarom is het belangrijk dat stikstofbehoefte en niet-uitspoelingsgevoelige volggewassen worden geteeld, die weinig of niet met stikstof worden bemest.

Geadviseerd wordt om eiwitgewassen en vlinderbloemigen wel op te nemen als mogelijk rustgewas. Het risico op nitraatuitspoeling na de teelt van eiwitgewassen en vlinderbloemigen dient te worden beperkt door de teelt van stikstofbehoefte en niet-uitspoelingsgevoelige volggewassen, die weinig

¹⁵ <https://www.resource-online.nl/index.php/2021/04/17/100-000-hectare-hollands-eiwitgewas-is-ambitieuw/>

¹⁶

<https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Bemesting/Stikstof/N-korting-na-onderwerken-van-groenbemesters-en-oogstresten/Groenbemesters.htm>

¹⁷ <https://www.boerenbusiness.nl/artikel/10877995/groei-voor-teelt-eiwitgewassen>

¹⁸ <https://www.lgseeds.nl/rendabel-eiwitgewas>

¹⁹ <http://www.akkerbouw-van-nu.nl/gewassen-teelt/gewassen/bouwplan-en-gewasrotatie/>

of niet met stikstof worden bemest. Er is onderzoek nodig om de beste volggewassen en bemestingsmaatregelen te bepalen.

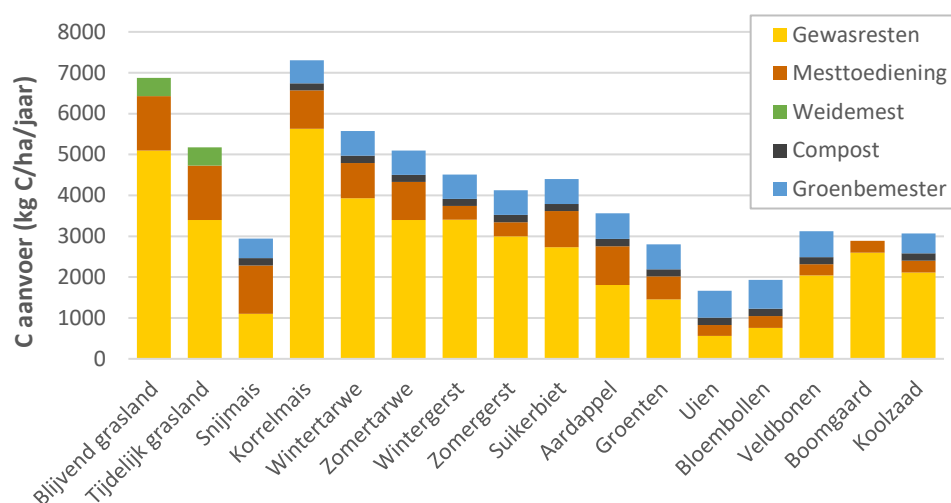
B3.3. Effecten landbouwpraktijk op bodemkwaliteit en klimaat

In de kaders voor 'duurzame bouwplannen' zal ook een verplichting gelden voor de teelt rustgewassen in de melkveehouderij. Dit betekent dat het niet mogelijk is om permanent snijmaïs te telen. Snijmaïs moet in rotatie worden geteeld. Een lange periode permanent maïs verbouwen is ongunstig voor het gehalte aan organische stof en vruchtbaarheid van de bodem. Daarnaast is gewasrotatie een middel om ziekten en plagen tegen te gaan.

Gewasresten zijn een belangrijke bron van organische stof in de bodem en de aanvoer van organische stof via gewasresten is meestal groter dan die van andere bronnen, zoals organische meststoffen (Figuur B3.10). De hoeveelheid effectieve organische stof (EOS) uit gewasresten kan worden gebruikt als indicator voor het effect van een gewas op het organische stofgehalte van landbouwgronden. Grasland, graszaad, granen zonder afvoer van stro, korrelmaïs, luzerne en spruitkool zijn gewassen met gewasresten die relatief veel EOS (> 2000 kg) achterlaten (Bron: Handboek Bemesting). Ook groenbemesters en vanggewassen zijn een bron van EOS (Tabel B3.13; Figuur B3.10), maar de hoeveelheid is meestal lager dan die van genoemde hoofdgewassen. Het zaaitijdstip van een groenbemester/vanggewas bepaalt de hoeveelheid EOS die achter blijft. Vanggewassen, groenbemesters en rustgewassen zijn belangrijke bronnen voor vastlegging van koolstof in de bodem (Figuur B3.11).

Organische stof in de bodem heeft effect op de fysische, biologische en chemische bodemkwaliteit, en beïnvloedt stikstofomzettingen (mineralisatie, immobilisatie en denitrificatie), de stikstofbenutting door het gewas (stikstofopname) en het stikstoftransport (nitraatuitspoeling) in de bodem. De relatie tussen het organische stofgehalte en nitraatuitspoeling wordt bepaald door de kwaliteit van de organische stof, de grondsoort en grondwaterstand, het bouwplan, het management en de weersomstandigheden. Het effect van organische stof in de bodem op nitraatuitspoeling is niet eenduidig, omdat veel factoren en interacties een rol spelen (CDM, 2017c).

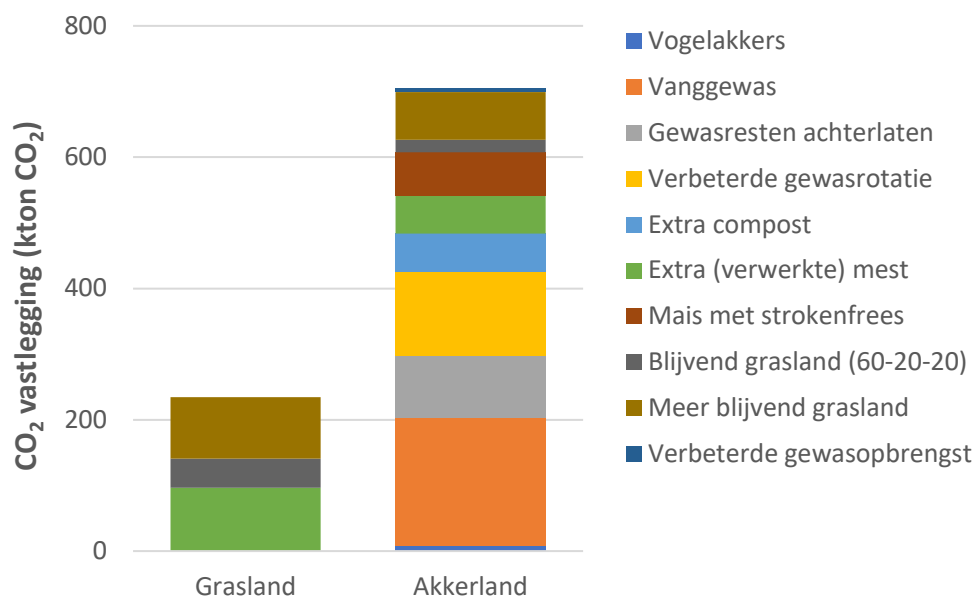
Toediening van organische stof heeft ook een effect op de emissie van het broeikasgas lachgas (N_2O). Organische stof kan leiden tot een toename van N_2O -emissie, omdat gemakkelijke afbreekbare organische stof een energiebron is voor denitrificerende bacteriën en omdat afbraak van organische stof leidt tot verhoogde zuurstofconsumptie; daardoor kan de N_2O -productie bij nitrificatie en denitrificatie toenemen. Studies in de internationale literatuur laten zien dat de toename van N_2O -emissie door organische stof een forse reductie geeft van het effect van koolstofvastlegging in landbouwgronden (Guenet et al., 2020; Lugato et al., 2018). Sommige studies geven zelfs aan dat het effect van N_2O -emissie groter is dan dat van koolstofopslag (Gu et al., 2017). In dat geval heeft toevoer van organische stof aan landbouwgronden zelfs een negatief effect op de netto broeikasgasemissie.



Figuur B3.10. Gemiddelde C-aanvoer naar de bodem voor grasland en belangrijkste akkerbouwgewassen (Lesschen et al., 2021).

Tabel B3.14 Verschillende groenbemesters, de effectieve organische stof (EOS) die ze toevoegen aan de bodem (afhankelijk van de zaaitijd) en de C aanvoer naar de bodem (gebaseerd op 45% C gehalte in de OS van de groenbemesters) (Lesschen et al., 2021).

Groenbemester	Zaaitijd	EOS (kg/ha)			C aanvoer (kg/ha)
		Blad	Wortel	Totaal	
Bladrammenas	Juli	2100	550	2650	4232
	Augustus	900	500	1400	2254
	September	500	250	750	1206
Gele mosterd	Juli	1300	800	2100	2418
	Augustus	850	300	1150	1336
	September	500	150	650	757
Voederwikke	Augustus	500	400	900	1293
	September	250	100	350	553
Tagetes (afrikaantjes)	Juli	1450	1000	2450	3321
	Augustus	700	700	1400	1875
Japanse Haver	Juli	1550	-	-	3036
	Augustus	850	550	1400	1681
	September	400	250	650	781
Italiaans raaigras	Augustus	700	1000	1700	3418
Mengsel (3 soorten)	Juli	2100	1000	2650	4144
	Augustus	900	1000	1700	2532
	September	500	250	750	1003
Mengsel (12 soorten)	Juli	2100	1000	2650	4239
	Augustus	900	1000	1700	2551
	September	500	250	750	1025



Figuur B3.11. Totale potentiële CO₂-vastlegging door maatregelen op grasland en akkerland (Lesschen et al., 2021).

B3.4. Indicatieve berekeningen voor open teelten in het zand- en lössgebied

De CDM heeft in 2020 indicatieve berekeningen uitgevoerd naar effecten van bouwplansamenstelling op de nitraatuitspoeling in de drie zandregio's en de lössregio (CDM, 2020c). Daarbij is gebruik gemaakt van de gewasarealen in de zand- en lössregio's in 2018 van RVO.nl. De tientallen gewassen uit het bestand van RVO.nl zijn in dat advies gegroepeerd naar de volgende gewasgroepen: Aardappelen, Boomteelt, Graan, Groenten, Korrel en overig maïs, Overig akkerbouw (inclusief bloembollen), Overig ruwvoer, Permanent grasland, Snijmaïs, Suikerbieten en Tijdelijk grasland.

Op basis van de lijst uitspoelingsgevoelige gewassen uit de Meststoffenwet, de indeling van nitraatuitspoelingsgevoelige gewassen volgens Van Dijk en Schröder (2007) en expertkennis over nitraatuitspoeling is geschat dat de nitraatconcentratie in het ondiepe grondwater voor de volgende gewasgroepen op zand- en lössgronden gemiddeld meer dan 50 mg nitraat per liter is, bij toepassing van de huidige landbouwkundige bemestingsadviezen²⁰: Aardappelen, Groenten, Korrel en overig maïs en Snijmaïs. Deze gewasgroepen zijn in het voornoemde CDM-advies (CDM, 2020c) als nitraatuitspoelingsgevoelig beschouwd.

Vervolgens is in het voornoemde CDM-advies per gewasgroep en per regio een nitraatconcentratie toegekend (CDM, 2020c). Met de aan de gewasgroepen toegekende nitraatconcentraties zijn berekeningen uitgevoerd om de vragen over effecten van veranderingen in arealen van gewasgroepen in het bouwplan te beantwoorden. De resultaten geven alleen een globale indicatie van de effecten, gezien de aannames in de berekeningen.

Deze benadering is ook gevolgd in het onderhavige advies. De nitraatconcentraties zijn geactualiseerd op basis van LMM-gegevens op regioniveau en de mediane concentraties per gewas (Tabel B3.7). Opgemerkt wordt dat de gemiddelde concentraties hoger zijn dan de mediane concentraties, omdat er hoge uitschieters aanwezig zijn in de data-set met nitraatconcentratie per gewas.

Er zijn berekeningen uitgevoerd naar de effecten van veranderingen in de arealen van rustgewassen en vanggewassen op de nitraatconcentratie in het uitspoelingswater in open teelten in de zand- en lössregio's. De volgende stappen zijn gevolgd.

- In Tabel B3.15 wordt de uitgangssituatie aangegeven.
- In Tabel B3.16 zijn alleen de openteelt gewassen opgenomen. Daarbij is aangenomen dat al het permanent en tijdelijk grasland, overig ruwvoer en 90% van het snijmaïs areaal tot de melkveehouderij horen. Ook natuur/braak is uit de berekening weggelaten.
- In Tabel B3.17 staan de arealen GLB-rustgewassen weergegeven in drie zandregio's en de lössregio in 2018. Tijdelijk grasland is ook een rustgewas, maar niet meegenomen in deze analyse omdat tijdelijk grasland bij de melkveehouderij hoort.
- In Tabel B3.18 worden de arealen en nitraatconcentraties voor rustgewassen en niet-rustgewassen weergegeven. Het aandeel rustgewassen (excl. tijdelijk grasland) in het bouwplan

²⁰ volgens de Commissie Bemesting Grasland en Voederteelt (CBGV) en Commissie Bemesting Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt (CBAV)

van open teelten is gemiddeld 8% in de regio Zand zuid, 17% in de regio Zand midden, 23% in de regio Zand noord en 39% in de lössregio. In de lössregio wordt dus gemiddeld al voldaan aan het criterium van 33% rustgewassen in het bouwplan.

- In Tabel B3.19 is het aandeel rustgewassen in de zandregio's verhoogd naar 33% (1 op 3) van het bouwplan in de drie zandregio's (evenredig verdeeld over alle gewassen). Bij de gehanteerde aannames daalt de nitraatconcentratie van open teelten in de regio zand zuid van 80 mg nitraat per l naar 72 mg nitraat per l, in de regio zand midden van 71 mg nitraat per l naar 66 mg per l en in de regio zand noord van 62 naar 59 mg nitraat per l. De nitraatconcentratie in de openteelt in de lössregio is 68 mg nitraat per l (en blijft onveranderd omdat de lössregio al voldoet aan de eis van 33% rustgewassen in het bouwplan). Het verhogen van het aandeel rustgewassen in het bouwplan tot 33% leidt dus tot een daling van de nitraatconcentratie in de zandregio's met 3 (noord) tot 8 (zuid) mg nitraat per l. Bij de rustgewassen (excl. tijdelijk grasland) wordt uitgegaan van een gemiddelde nitraatconcentratie van 50 mg nitraat per l. Deze relatief hoge nitraatconcentratie volgens de monitoringsresultaten wordt bij granen waarschijnlijk veroorzaakt doordat er met dierlijke mest is bemest in augustus (voor inzaai groenbemester).
- Het effect van vanggewassen is berekend bij drie inzaaidata: 15 september, 1 oktober en 15 oktober. Er is hierbij aangenomen dat de stikstofopname van vanggewassen na de teelt van akkerbouwgewassen gelijk is aan die van de vanggewassen die na snijmaïs worden geteeld (Tabel B3.10; CDM, 2017a). Uit Tabel B3.10 blijkt dat de stikstofopnames verschillen tussen de verschillende regio's, maar de verschillen in stikstofopname zijn beperkt (minder dan 6 kg N per ha tussen regio's) voor de inzaaidata van 15 september - 15 oktober. In onderhavige berekeningen is een gemiddelde stikstofopname voor een vanggewas aangenomen voor alle regio's: 50 kg N per ha bij inzaai op 15 september, 25 kg N per ha bij inzaai op 1 oktober en 5 kg N per ha bij inzaai op 15 oktober. Verder is aangenomen dat de vanggewassen in het vroege voorjaar worden vernietigd/ondergeploegd. Er is geen rekening gehouden met korting van de N-bemesting (N-gebruiksnorm) van het gewas dat na het vanggewas wordt geteeld op basis van de hoeveelheid stikstof die in het vanggewas zit (rekening houdend met een bepaalde stikstofgebruiksefficiëntie) passend bij een ondergeploegd vanggewas. Voor de drie regio's worden uitspoelfracties gehanteerd die zijn afgeleid in LMM (Noij en Ten Berge, 2020). Er wordt hierbij uitgegaan dat de zandgronden in de regio Zuid gevoeliger zijn voor nitraatuitspoeling dan die in Midden en Noord. De volgende aannames zijn gemaakt in de berekeningen:

Inzaaidatum	Stikstofopname kg N per ha	Uitspoelfractie, % van het N-overschot			
		Zand Zuid	Zand Midden	Zand Noord	Löss
15 september	50	60	40	40	83
1 oktober	25	60	40	60	83
15 oktober	5	60	40	40	83

Verder is er uitgegaan van een gemiddeld neerslagoverschot voor akkerbouwgewassen van 340 mm (Van Dijk en Schröder, 2007).

Op basis van de stikstofopname per inzaaidatum, de uitspoelfractie en het neerslagoverschot is de reductie in nitraatuitspoeling berekend door inzaai van een vanggewas. Er is aangenomen dat bij alle gewassen in de open teelten een vanggewas wordt geteeld. Er is dus geen rekening gehouden

met de haalbaarheid (bijvoorbeeld op de oogstdatum) en effectiviteit (een vanggewas is vooral effectief bij gewassen die veel minerale N na laten; Tabel B3.11).

Reductie in nitraatuitspoeling in mg nitraat per l, door inzaai van een vanggewas bij alle gewassen in de open teelten in de drie zandregio's en lössregio (zie tekst voor de aannames die hierbij gelden).

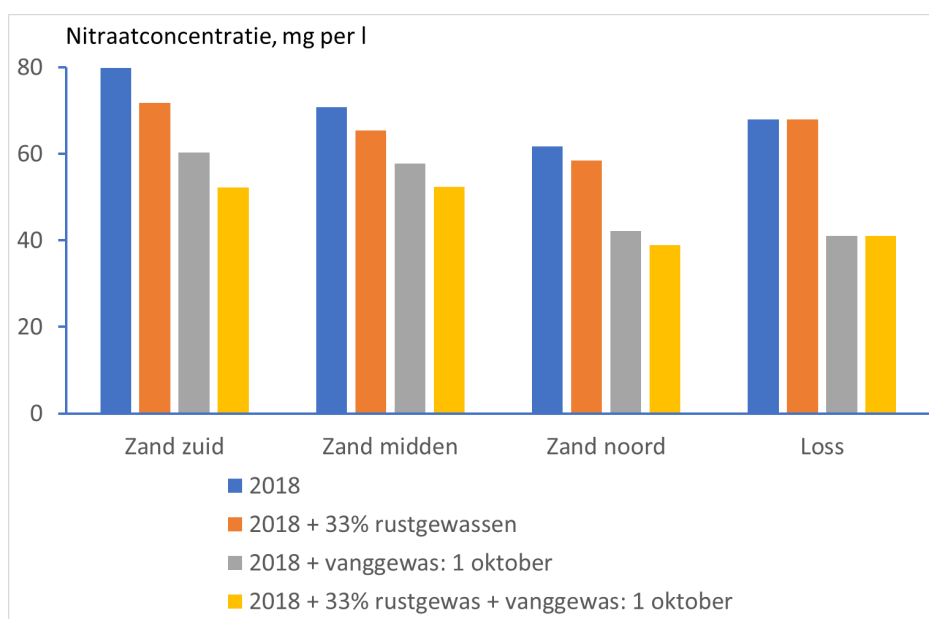
	Reductie uitspoeling, mg nitraat per l			
	Zand Zuid	Zand Midden	Zand Noord	Löss
Inzaaidatum 15 september	39	26	26	54
Inzaaidatum 1 oktober	20	13	20	27
Inzaaidatum 15 oktober	4	3	3	5

Uit deze indicatieve berekeningen blijkt een groot effect van inzaaidatum op de nitraatconcentraties. Bij inzaai op 15 september kan een forse reductie worden gerealiseerd (daling nitraatconcentratie met 26 – 54 mg nitraat per l), terwijl bij inzaai op 15 oktober de nitraatconcentratie slechts met 3 – 5 mg nitraat per l afneemt. Het effect van een vanggewas op vermindering nitraatuitspoeling wordt op langere termijn alleen blijvend gerealiseerd indien de N-bemesting (N-gebruiksnorm) van het gewas dat geteeld wordt na het vanggewas, wordt gekort met een hoeveelheid die overeenkomt met de hoeveelheid N die vrijkomt uit de mineralisatie van het onderploegde vanggewas. Als dat niet gebeurt, dan is het effect van een vanggewas veel minder op termijn.

In onderstaande tabel en figuur worden de resultaten weergegeven van de gemiddelde nitraatconcentratie van open teelten bij de volgende berekeningen: i) referentiejaar 2018, ii) 2018 en aanname van 33% rustgewassen, iii) 2018 en aanname dat op het gehele areaal open teelten op 1 oktober een vanggewas wordt ingezaaid, en iv) 2018 en aanname van 33% rustgewassen en dat op het gehele areaal open teelten op 1 oktober een vanggewas wordt ingezaaid.

Nitraatconcentratie mg nitraat per l bij verschillende scenario's in de open teelten in de drie zandregio's en lössregio. Resultaten indicatieve berekeningen

Regio	Referentie (jaar 2018)	33% rustgewassen	Vanggewassen per 1 oktober	33% rustgewassen + vanggewas per 1 oktober
Zand zuid	80	72	60	52
Zand midden	71	65	58	52
Zand noord	62	58	42	39
Löss	68	68	41	41



Conclusies van indicatieve berekeningen:

- Met 33% rustgewassen en vanggewassen ingezaaid vóór 1 oktober bij alle open teelten kan waarschijnlijk de nitraatnorm van 50 mg nitraat per l globaal bereikt worden in de zand- en lössregio's.
- Het effect van vanggewassen alleen is groter dan het effect van rustgewassen alleen, mits de vanggewassen uiterlijk 1 oktober zijn ingezaaid.
- Het effect van een vanggewas op vermindering nitraatuitspoeling wordt op langere termijn alleen blijvend gerealiseerd indien de N-bemesting (N-gebruiksnorm) van het gewas dat geteeld wordt na het vanggewas, wordt gekort met een hoeveelheid die overeenkomt met de hoeveelheid N die vrijkomt uit de mineralisatie van het onderploegde vanggewas. Als dat niet gebeurt, dan is het effect van een vanggewas veel minder op termijn.
- Deze berekeningen geven de potenties weer van de teelt van 33% rustgewassen in het bouwland en de inzaai van vanggewassen vóór 1 oktober voor alle open teelten. Er zijn forse aanpassingen in het bouwplan en in de oogsttijdstippen van de hoofdgewassen nodig om deze potenties te realiseren. Dit geldt vooral voor zand zuid, omdat daar de benodigde aanpassingen het grootst zijn.

Tabel B3.15. Arealen in 2018 en aangenomen nitraatconcentraties per gewas in de zand- en lössregio's.

Gewas	Zand Zuid			Zand Midden			Zand Noord			Totaal zand			Löss		
	ha	Nitraat, mg/l	%	ha	Nitraat, mg/l	%	ha	Nitraat, mg/l	%	ha	Nitraat, mg/l	%	ha	Nitraat, mg/l	%
Aardappelen	16645	100	8	12042	90	4	44765	81	17	73452	87	9	2216	130	9
Bloembollen	2623	100	1	9976	90	3	2793	81	1	15392	90	2	21	110	0
Groenten	12433	150	6	812	135	0	427	122	0	13672	148	2	97	165	0
Korrel en overig maïs	6897	100	3	2750	90	1	1394	81	1	11042	95	1	465	110	2
snijmaïs	53192	80	24	60237	72	19	30823	65	12	144253	73	18	3255	100	13
Totaal uitspoelingsgevoelig	91791	95	42	85816	78	27	80203	75	31	257810	83	33	6055	113	23
Boomteelt	9158	20	4	2146	18	1	658	16	0	11961	19	2	1316	22	5
Braak/natuur	11016	15	5	10442	14	3	10816	12	4	32273	14	4	1570	17	6
Graan	5110	50	2	7314	45	2	19564	41	8	31988	43	4	5033	55	19
Overig akkerbouw	14962	50	7	5884	45	2	6627	41	3	27473	47	3	889	55	3
Overig ruwvoer	851	35	0	416	32	0	264	28	0	1531	33	0	182	39	1
Permanent grasland	38685	25	18	150833	23	48	92939	20	36	282457	22	36	5704	28	22
Suikerbieten	8487	50	4	3326	45	1	18464	41	7	30278	44	4	3084	55	12
Tijdelijk grasland	40148	30	18	47382	27	15	28735	24	11	116265	27	15	2152	33	8
Totaal niet uitspoelingsgev.	128417	31	58	227743	25	73	178066	25	69	534225	26	67	19930	39	77
Totaal	220208	58	100	313559	39	100	258269	41	100	792035	45	100	25984	57	100
Grasland + snijmaïs		49			35			30			37			50	
Akkerbouw + groenten		108			70			62			77			73	

Tabel B3.16. Arealen in 2018 en aangenomen nitraatconcentraties per gewas in de open teelten in de zand- en lössregio's.

	Zand Zuid			Zand Midden			Zand Noord			Totaal zand			Löss		
	ha	Nitraat, mg/l	%	ha	Nitraat, mg/l	%	ha	Nitraat, mg/l	%	ha	Nitraat, mg/l	%	ha	Nitraat, mg/l	%
Aardappelen	16645	100	20	12042	90	24	44765	81	46	73452	87	32	2216	130	16
Bloembollen	2623	100	3	9976	90	20	2793	81	3	15392	90	7	21	110	0
Groenten	12433	150	15	812	135	2	427	122	0	13672	148	6	97	165	1
Korrel en overig maïs	6897	100	8	2750	90	5	1394	81	1	11042	95	5	465	110	3
Boomteelt	9158	20	11	2146	18	4	658	16	1	11961	19	5	1316	22	10
Graan	5110	50	6	7314	45	15	19564	41	20	31988	43	14	5033	55	37
Overig akkerbouw	14962	50	18	5884	45	12	6627	41	7	27473	47	12	889	55	7
10% areaal snijmaïs	5319	80	7	6024	72	12	3082	65	3	14425	73	18	326	100	0
Suikerbieten	8487	50	10	3326	45	7	18464	41	19	30278	44	13	3084	55	23
Totaal open teelten	81635	80	100	50273	71	100	97774	62	100	229682	70	111	13447	68	98

Tabel B3.17. Arealen GLB-rustgewassen in 2018

	Zand zuid	Zand Midden	Zand Nood	Löss
Blauwmaanzaad	0	2	64	0
Engels raaigras	12	80	23	0
Gerst, winter-	843	527	497	791
Gerst, zomer-	1536	2725	11879	373
Granen, overig	111	108	3	5
Grasland, tijdelijk	38243	46931	28118	2145
Graszaad	280	361	330	16
Haver	60	290	337	101
Hennep, vezel-	95	80	1748	0
Italiaans raaigras	72	17	22	4
Klaver, rode	347	122	89	20
Klaver, witte	7	3	4	1
Koolzaad, winter (incl. boterzaad)	44	85	129	18
Koolzaad, zomer (incl. boterzaad)	6	91	83	7
Luzerne	493	290	171	161
Miscanthus (olifantsgras)	17	45	23	4
Peterselie, productie	12	10	1	0
Quinoa	4	0	7	0
Raapzaad	2	0	0	0
Rietzwenkgras, anders dan voor industrie gras	0	19	0	0
Rogge (geen snijrogge)	315	771	388	51
Spelt	51	67	10	127
Tarwe, winter-	1622	1453	3115	3347
Tarwe, zomer-	463	966	3131	204
Teff	0	5	5	0
Triticale	219	508	201	38
Veldbeemdgras	0	2	0	0
Vlas, vezel-	0	65	1	0
Wortelpeterselie	8	1	0	0
Totaal rustgewassen, ha	44863	55628	50379	7414
Totaal rustgewassen, excl. tijdelijk grasland, ha	6620	8697	22261	5269

Tabel B3.18. Arealen en aangenomen nitraatconcentraties per gewas in de open teelten in de zand- en lössregio's; gewassen zijn gecategoriseerd in rustgewassen en niet-rustgewassen. Situatie in 2018.

	Zand Zuid			Zand Midden			Zand Noord			Totaal zand			Löss		
	ha	Nitraat, mg/l	%	ha	Nitraat, mg/l	%	ha	Nitraat, mg/l	%	ha	Nitraat, mg/l	%	ha	Nitraat, mg/l	%
Niet rustgewassen															
Aardappelen	16645	100	20	12042	90	15	44765	81	55	73452	87	32	2216	130	16
Bloembollen	2623	100	3	9976	90	12	2793	81	3	15392	90	7	21	110	0
Groenten	12433	150	15	812	135	1	427	122	1	13672	148	6	97	165	1
Korrel en overig maïs	6897	100	8	2750	90	3	1394	81	2	11042	95	5	465	110	3
Boomteelt	9158	20	11	2146	18	3	658	16	1	11961	19	5	1316	22	10
Overige akkerbouw	13452	50	16	4501	45	6	3930	41	5	21883	47	10	653	55	5
10% areaal snijmaïs	5319	80	7	6024	72	7	3082	65	4	14425	73	6	326	100	2
Suikerbieten	8487	50	10	3326	45	4	18464	41	23	30278	44	13	3084	55	23
<i>Totaal</i>	75015	82	92	41576	76	51	75513	68	93	192104	75	84	8178	76	61
Rustgewassen															
Graan	5110	50	6	7314	45	15	19564	41	20	31988	43	14	5033	55	37
Overige akkerbouw	1510	50	2	1383	45	3	2697	41	3	5590	47	2	236	55	2
<i>Totaal</i>	6620	50	8	8697	45	17	22261	41	23	37578	44	16	5269	55	39
Totaal open teelten	81635	80	100	50273	71	68	97774	62	115	229682	70	100	13447	68	100

Tabel B3.19. Arealen en aangenomen nitraatconcentraties per gewas in de open teelten in de zand- en lössregio's; gewassen zijn gecategoriseerd in rustgewassen en niet-rustgewassen, waarbij het areaal rustgewassen nu is toegenomen (t.o.v. Tabel B3.17) tot 33% en dat van de niet rustgewassen is afgenomen tot 67%.

	Zand Zuid			Zand Midden			Zand Noord			Totaal zand			Loss		
	ha	Nitraat, mg/l	%	ha	Nitraat, mg/l	%	ha	Nitraat, mg/l	%	ha	Nitraat, mg/l	%	ha	Nitraat, mg/l	%
Niet rustgewassen															
Aardappelen	12137	100	15	9756	90	19	38834	81	40	60727	87	26	2216	130	16
Bloembollen	1912	100	2	8082	90	16	2423	81	2	12417	90	5	21	110	0
Groenten	9066	150	11	657	135	1	370	122	0	10094	148	5	97	165	1
Korrel en overig maïs	5029	100	6	2228	90	4	1209	81	1	8467	95	4	465	110	3
Boomteelt	6677	20	8	1738	18	3	571	16	1	8986	19	4	1316	22	10
Overige akkerbouw	9808	50	12	3647	45	7	3409	41	3	16864	47	8	653	55	5
10% areaal snijmaïs	3878	80	5	4880	72	10	2674	65	3	11432	73	5	326	100	2
Suikerbieten	6188	50	8	2695	45	5	16018	41	16	24901	44	11	3084	55	23
<i>Totaal</i>	54695	82	67	33683	76	67	65509	68	67	153887	75	67	8178	76	61
Rustgewassen															
Graan	20793	50	25	13953	45	28	28356	41	29	63102	43	28	5033	55	37
Overige akkerbouw	6146	50	8	2637	45	5	3910	41	4	12693	47	5	236	55	2
<i>Totaal</i>	26940	50	33	16590	45	33	32265	41	33	75795	44	33	5269	55	39
Totaal open teelten	81635	72	100	50273	66	100	97774	59	100	229682	65	100	13447	68	100

B3.5. Indicatieve berekeningen voor de kleigebieden

Analoog aan de indicatieve berekeningen van de effecten van rustgewassen en vanggewassen op de nitraatconcentraties in het uitspoelingswater in de zand- en lössregio's in bijlage B3.4, worden in deze bijlage (B3.5) de resultaten van berekeningen gepresenteerd van de effecten van de teelt van vanggewassen op de uit- en afspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater in de kleiregio's.

In Tabel B3.19 staan de arealen per gewas in de kleiregio's (bron: BRP2019) en de berekende nitraatconcentratie per gewas. Hiervoor zijn aan de hand van de resultaten van het model STONE regressierelaties afgeleid tussen de uit- en afspoeling van stikstof en het stikstofoverschot (NOverschot) op de bodembalans van bouwland (Groenendijk, persoonlijke mededeling). De regressieanalyses zijn per regio uitgevoerd.

Rivierkleiregio	Uit- en afspoeling = $14.3418 + 0.0197 \times \text{NOverschot}$
Noordelijke zeekleiregio	Uit- en afspoeling = $18.3309 + 0.0262 \times \text{NOverschot}$
Centrale zeekleiregio	Uit- en afspoeling = $32.0344 + 0.0321 \times \text{NOverschot}$
Zuidwestelijke zeekleiregio	Uit- en afspoeling = $30.1858 + 0.0379 \times \text{NOverschot}$

Het gemiddelde stikstofoverschot op de bodembalans bedroeg in de periode 2015 – 2017 op akkerbouwbedrijven in de Kleiregio ca 110 kg ha^{-1}

(<https://www.agrimatie.nl/SectorResultaat.aspx?subpublID=2232§orID=2233&themaID=2282&indicatorID=2775>).

Dit gemiddelde N-overschot is vertaald naar een N-overschot per gewas op basis van gegevens over de nitraatconcentraties in het uitspoelingswater per gewas in het CDM-advies (CDM, 2020a).

De berekeningen geven aan dat de gemiddelde nitraatconcentratie in het uitspoelingswater (grasland en open teelten) per regio varieert van 18 mg nitraat per l in de regio met rivierklei tot 31 mg nitraat per l in regio zeeklei centraal (Tabel B3.19). Gemiddeld is de nitraatconcentraties in de kleiregio's 25 mg nitraat per l. Het vervangen van aardappelen en groenten door graan leidt tot een vermindering van de gemiddelde nitraatconcentraties van 25 naar 18 mg nitraat per l.

Vervolgens is nagegaan na welke bouwland gewassen een vanggewas geteeld kan worden en is een schatting gemaakt wat het effect zou zijn van een vanggewas op het N-overschot per gewas op basis van

- de resultaten uit PlanMER (Van Boekel et al, 2021, in prep),
- het bemestingsadvies voor korting op de N-gift bij onderwerken van een goed ontwikkelde groenbemester in het voorjaar (40 kg/ha voor kruisbloemigen en grasachtigen; 60 kg/ha voor vlinderbloemigen) en
- het advies voor de halve korting bij onderwerken van een minder goed ontwikkelde groenbemester in het voorjaar.

Er is aangenomen dat het N-overschot 20 kg per ha lager is voor een bouwlandgewas dat voor medio september geogst kan worden. Aangezien late aardappels later dan medio september worden geogst is aan de groep 'aardappels' de helft van de vermindering toegekend. De groep 'overig akkerbouw' bestaat uit een grote variatie van verschillende gewassen. Voor een aantal gewassen wordt de teelt van een wintergewas al vaak toegepast (bijv. bloembollen) en bij meerjarige

gewassen ligt de teelt van een wintergewas niet in de rede. Bieten worden meestal te laat geoogst voor het laten slagen van een vanggewas. Een deel van de groep “groenten” wordt meerdere malen per jaar geoogst en de oogsttijdstippen liggen verspreid in het jaar. Aan deze categorie is een groter effect op het N-overschot (30 kg per ha) toegekend. De effecten van de aannames op het stikstofoverschot staan in tabel B3.21 weergegeven.

Met de gebiedsgemiddelde veranderingen in het N-overschot en de bovengenoemde regressierelaties is het effect op de uit- en afspoeling berekend (Tabel B3.22). Het effect van de teelt van vanggewassen op de uit- en afspoeling op kleigronden bedraagt 1,2 – 1,8%. De relatief hoge waarden van het intercept van de regressierelaties duiden erop dat een groot deel van de uit- en afspoeling op de korte termijn niet door het N-overschot direct is te beïnvloeden. Niet uitgesloten kan worden dat dit een artefact is van de dataset van modeluitkomsten die hiervoor zijn gebruikt. Er zijn veeljarige experimentele waarnemingen nodig om betrouwbare relaties op te stellen tussen N-bemesting – N-overschot – Nuitspoeling en -afspoeling.

Tabel B3.20. Resultaten indicatieve berekeningen op kleigrond. Arealen per gewas en gemiddelde nitraatconcentraties in het uitspoelingswater op kleigronden per regio. Onderaan de tabel is aangegeven wat de gemiddelde nitraatconcentratie in het uitspoelingswater is indien aardappelen en groenten in het bouwplan zouden worden vervangen door granen..

Gewassen (conform CDM-advies)	Regio's										Nitraat- concentratie (mg/L)
	Rivier-klei		Zeeklei noord		Zeeklei centraal		Zeeklei zuidwest		Gezamenlijk kleiregio's		
	Opper- vlak (ha)	%	Opper- vlak (ha)	%	Opper- vlak (ha)	%	Opper- vlak (ha)	%	Opper- vlak (ha)	%	
Aardappelen	3030	1,9	18157	9,0	28105	15,2	34452	16,9	83744	11,2	63
Boomteelt en boomg,	9964	6,4	82	0,0	2752	1,5	6307	3,1	19105	2,6	11
Graan	7354	4,7	33157	16,4	23647	12,8	47595	23,3	111753	15,0	21
Groenten	778	0,5	1731	0,9	14128	7,6	7902	3,9	24539	3,3	90
Korrel en overig maïs	826	0,5	24	0,0	254	0,1	1511	0,7	2615	0,3	53
Overig akkerbouw	2717	1,7	5323	2,6	30886	16,7	31656	15,5	70582	9,4	24
Overig ruwvoer	508	0,3	1287	0,6	2613	1,4	3039	1,5	7447	1,0	19
Permanent grasland	92060	59,0	111320	55,2	35130	18,9	29374	14,4	267884	35,8	9
snijmaïs	19661	12,6	5899	2,9	6488	3,5	8734	4,3	40783	5,5	53
Suikerbieten	2754	1,8	8509	4,2	13503	7,3	19182	9,4	43948	5,9	26
Tijdelijk grasland	16374	10,5	16207	8,0	27945	15,1	14525	7,1	75051	10,0	12
Gemiddelde nitraatconcentratie (mg/L)		17,8		19,3		31,0		30,7		25,0	
Nitraat bij vervangen van aardappelen en groenten door graan (mg/L)		16,7		14,9		19,4		21,0		18,0	

Tabel B3.21. Gemiddeld stikstofverschot van bouwland op kleigrond per regio in de uitgangssituatie en bij teelt van vanggewassen

Regio	Rivierklei	Zeeklei noord	Zeeklei centraal	Zeeklei zuid	Gezamenlijke kleiregio's
N-overschot uitgangssituatie, kg/ha	107	105	120	105	110
N-overschot bij teelt van vanggewassen, kg/ha	93	91	107	93	97
Procentuele vermindering, %	13	14	11	12	12

Tabel B3.22. Gemiddelde stikstofuitspoeling en afspoeling naar het oppervlaktewater van bouwland op kleigrond per regio in de uitgangssituatie en bij teelt van vanggewassen

Regio	Rivierklei	Zeeklei noord	Zeeklei centraal	Zeeklei zuid
Uit- en afspoeling stikstof - uitgangssituatie, kg/ha	16	21	36	34
Uit- en afspoeling stikstof bij teelt vanggewassen, kg/ha	16	21	35	34
Procentuele vermindering, %	1,6	1,8	1,2	1,4