

Memo

Kansen van de stikstofaanpak voor het doelbereik van de KRW voor nutriënten

06-10-2021

P. Groenenendijk

Team Duurzaam Bodemgebruik

Wageningen Environmental Research

Inhoud

1	Inleiding	2
1.1	Aanleiding.....	2
1.2	Onderzoeksvragen	2
1.3	Afbakening	3
2	Invloed van landbouw op waterkwaliteit	4
2.1	Het doelgat	4
2.2	Bronnen en routes van stikstof en fosfor in het oppervlaktewater	6
3	Effecten van (aanvullende) maatregelen op waterkwaliteit	10
3.1	Maatregellijsten	10
3.2	Kansen voor meekoppeling en risico op afwenteling	12
3.3	Aanvullende maatregelen	13
4	Brede bufferstroken in beekdalen	16
4.1	Ligging en oppervlak	16
4.2	Effecten van het beheer van bufferzones	19
5	Vernatting van westelijk veengebied	24
5.1	Beschrijving	24
5.2	Consequenties van opzetten oppervlaktewaterpeil voor milieu-aspecten.....	26
5.3	Consequenties van opzetten oppervlaktewaterpeil voor waterbeheer	28
6	Synthese en conclusies	29
	Referenties	31

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In een op 6 sept 2021 verschenen PBL-rapport¹ worden twee beleidspakketten voor het vervolg van de structurele aanpak stikstof vergeleken voor wat betreft natuurwinst, omvang van de veestapel, ammoniakemissies, het nationale mestoverschot en kosten voor de overheid. Verondersteld wordt dat maatregelen waarmee de mestgift wordt verminderd zoals extensivering, het aanscherpen van de gebruiksnormen en gebruiksvorschriften positieve effecten kunnen hebben op de kwaliteit van oppervlaktewater. Hoe dit precies uitpakt, hangt af van de uitwerking van deze maatregelen. Mogelijke bedreigingen voor het doelbereik van de kwaliteit van oppervlakte- en grondwater conform de eisen van de Kaderrichtlijn Water (KRW) door andere vormen van landbouw worden niet benoemd. Een krimp van de melkveestapel zou bijvoorbeeld kunnen leiden tot een uitbreiding van het areaal akker- en tuinbouw in uitspoelingsgevoelige gebieden met een verslechtering van de waterkwaliteit als gevolg.

Het realiseren van KRW-doelen vraagt om inzet van verschillende actoren. Gemiddeld ligt de grootste opgave voor stikstof en fosfaat bij de landbouw, maar deze verschilt per gebied.

In het 7e actieprogramma Nitraatrichtlijn worden maatregelen voorzien waarbij met ter beschikking staande instrumenten (gebruiksnormen, gebruiksvorschriften) waterkwaliteit wordt verbeterd. Echter, dit is met name voor het oppervlaktewater niet genoeg voor doelbereik van de KRW in 2027 (Van Boekel et al, 2021; Knoben et al, 2021). Het is noodzakelijk om voor 2027 extra maatregelen te nemen om te voorkomen dat in vervolg op het stikstofdossier waterkwaliteit een volgende bottleneck wordt, dan wel dat lock-ins in de aanpak ontstaan.

De vraag doet zich voor hoe en met welk type maatregelen in aansluiting op de stikstofaanpak kan worden bijgedragen aan de verbetering van de waterkwaliteit en hoe afwenteling van de stikstofaanpak op waterkwaliteit voorkomen kan worden. De onderstaande aanpak beoogt geen uitgebreide integrale analyse, maar het schetsen van mogelijkheden om een verbetering van waterkwaliteit te bewerkstelligen in aansluiting op de stikstofaanpak.

1.2 Onderzoeksvragen

1. Welk type maatregelen dragen significant bij aan KRW doelbereik en welke type maatregelen zouden aanvullend kunnen zijn op de nu voorliggende pakketten?
2. Welke aanvullende voorwaarden en maatregelen zijn nodig om te voorkomen dat een stikstofaanpak tot afwenteling op waterkwaliteit leidt?
3. Wat zijn effecten van twee type maatregelen die in een stikstofaanpak uitgewerkt zouden kunnen worden op nitraatconcentraties en de belasting van oppervlaktewater met stikstof en fosfor en wat zijn kosten van deze maatregelen?
 - a. Een maatregel A met behoud van landbouw maar in extensieve vorm waarin wordt gestuurd op wijzigingen in landbouwkundig gebruik van gronden in uitspoelingsgevoelige gebieden ter verbetering van de waterkwaliteit (vermijden uitspoelingsgevoelige gewassen, stimuleren fosfaatuitmijning)
 - b. Een maatregel B waarin uitspoelingsgevoelige gronden, met een substantieel areaal, langs beken in beekdallandschappen uit productie worden genomen.

¹ Tiktak et al, 2021. <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-quickscan-van-twee-beleidspakketten-als-vervolg-op-de-structurele-aanpak-stikstof-4694.pdf>

1.3 Afbakening

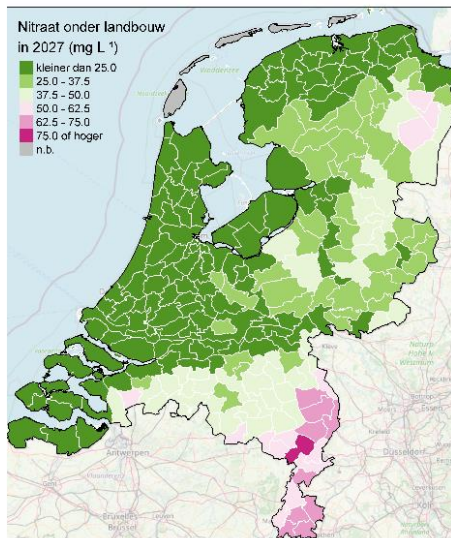
De WUR-studie (Velthof et al, 2021; nog niet gepubliceerd) in opdracht van ministerie van LNV (augustus/september 2021) had een ander doel dan het beantwoorden van de vraag naar kansen en afwenteling van een stikstofaanpak op waterkwaliteit. In de PBL-studie (Tiktak et al, 2021) wordt een het meekoppeleffect van een stikstofaanpak op het KRW-doelbereik wel benoemd, maar niet uitgewerkt.

De onderhavige verkenning is in een zeer kort tijdsbestek uitgevoerd zonder de mogelijkheid te hebben om uitvoerig effecten van maatregelen op waterkwaliteit in relatie tot de stikstofaanpak te analyseren. Gebruik is gemaakt van eerdere studies naar effecten van maatregelen waarmee met extrapolaties grove schattingen van effecten gemaakt zijn.

2 Invloed van landbouw op waterkwaliteit

2.1 Het doelgat

Voor nitraat in uitspoelingswater uit de wortelzone bestaat het beeld dat met de thans voorgenomen maatregelen in 2027 op gebiedsniveau gemiddeld aan de norm van 50 mg L^{-1} voldaan zal worden. Dat wordt ook voor het zuidelijke zandgebied verwacht. Een gemiddelde waarde van bijv. $45 - 50 \text{ mg L}^{-1}$ betekent dat in een deel van het gebied nog niet aan 50 mg L^{-1} voldaan zal worden in het grondwater.

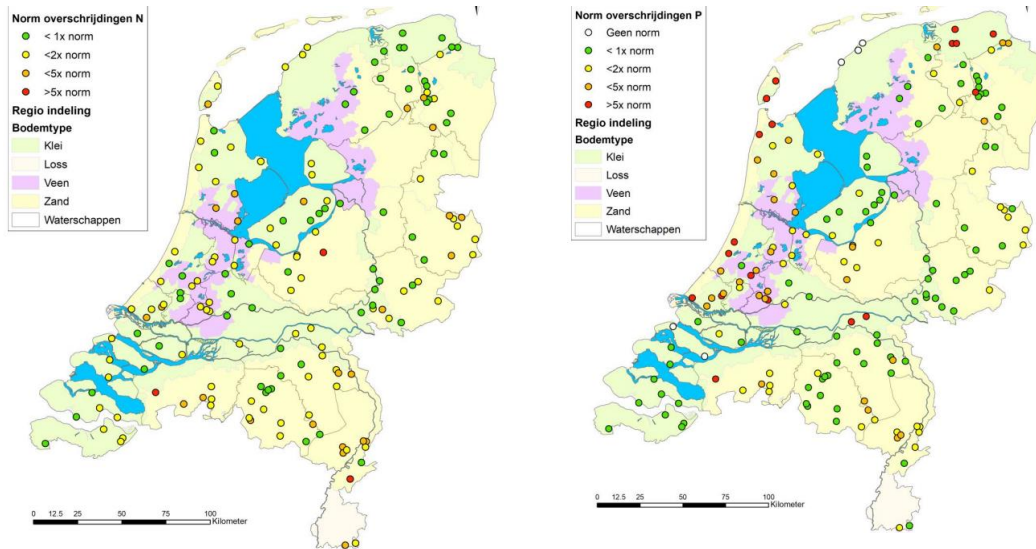


Figuur 1. Berekende nitraatconcentratie onder landbouwgrond in 2027 bij een maximale inzet van DAW-maatregelen (scenario 'maximaal' in Nationale Analyse) en benadering van een hoger aandeel rustgewassen in het bouwplan van akker- en tuinbouwbedrijven.

De gebieden waar dit voor geldt hebben, uitgezonderd het lössgebied, ook een relatief hoge stikstofbelasting van oppervlaktewater.

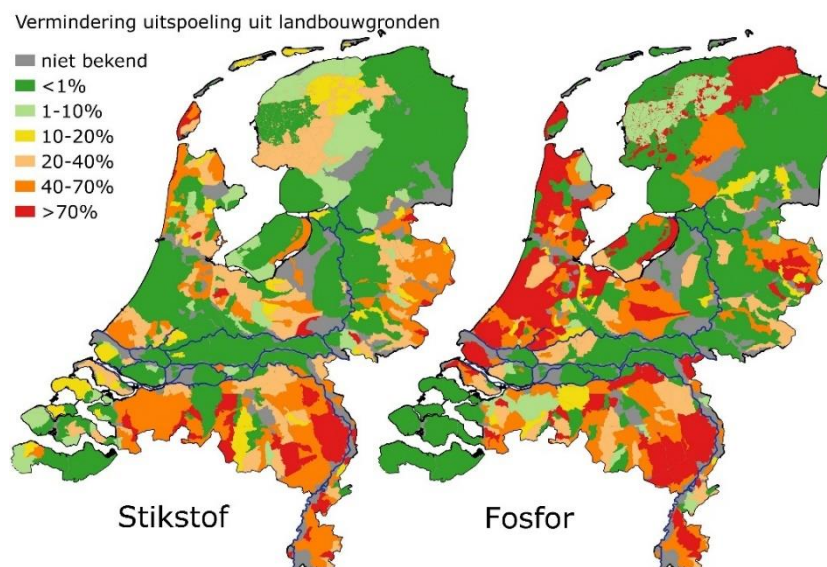
Bij het bereiken van het nitraatdoel van gebiedsgemiddeld maximaal 50 mg L^{-1} in het bovenste grondwater wordt echter nog niet altijd aan de doelen van de KRW in oppervlaktewater voldaan (Schipper et al, 2021). Een nitraatconcentratie van 50 mg L^{-1} correspondeert met een nitraat-N concentratie van $11,3 \text{ mg L}^{-1}$. Als het bovenste grondwater met dezelfde concentraties uitspoelt naar het oppervlaktewater overschrijdt dit de Ntotaal-norm voor het oppervlaktewater in het zomerhalfjaar met meer dan vier maal. Het bereik van doelen voor nitraat in het grondwater garandeert dus nog niet een doelbereik voor de KRW in oppervlaktewater.

Figuur 2 geeft de mate van de normoverschrijding in oppervlaktewater van de gemiddelde N en P-concentraties in de zomer over de jaren 2015 t/m 2018 op de MNLSO-locaties.



Figuur 2. Mate van overschrijding van N- en P-concentraties in het Meetnet Nutriënten Landbouw Specifiek Oppervlaktewater (MNLSSO) in de periode 2015 – 2018 ten opzichte van doelen voor KRW-waterlichamen² (Bron: Buijs et al, 2020; Deltares-rapport 11203728-005-BGS-0002).

Figuur 3 geeft de opgave tot het verminderen van de N- en P-uitspoeling uit landbouwgronden zoals deze door Groenendijk et al (2016) is afgeleid op basis van de mate van overschrijding van nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater op KRW-meetpunten en stofvrachten uit verschillende bronnen. Hierbij is de opgave proportioneel aan het aandeel in het doelgat berekend.



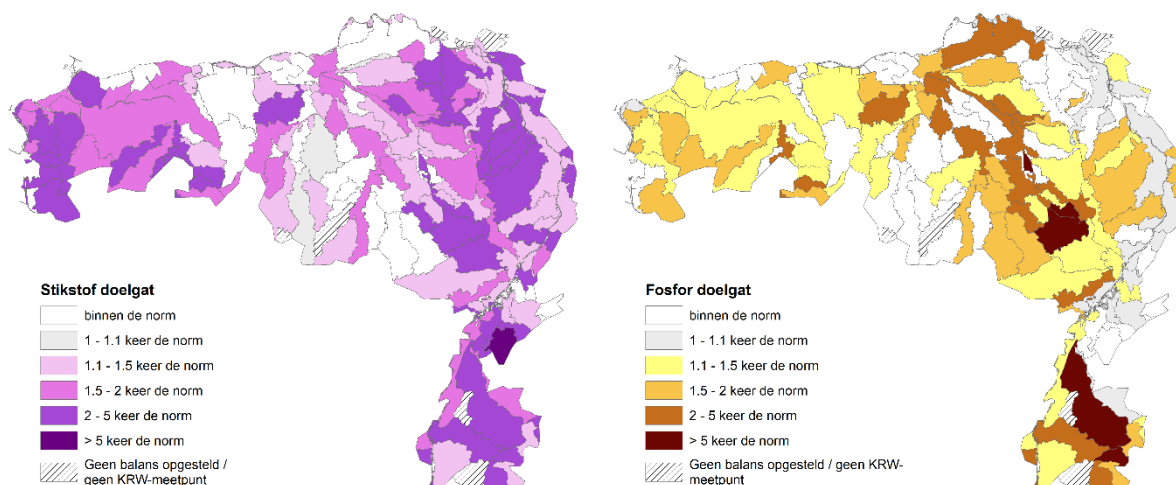
Figuur 3. Benodigde vermindering van de N- en P-uitspoeling uit landbouwgronden om aan de doelen van de Kaderrichtlijn Water te kunnen voldoen (bron: Groenendijk & Van Boekel, WaterMatter 2017).

² De toegepaste normen voor de MNLSSO-meetpunten zijn ontleend aan de normen voor de KRW-waterlichamen.

Hieruit komt het beeld naar voren:

- Zandgebieden: grootste problemen doen zich voor in het oosten van Noord-Brabant en het noordelijk deel van Limburg. In Twente, Achterhoek en het westen van Noord-Brabant dient de belasting van oppervlaktewater ook verminderd te worden. Uit de MNLISO-lokaties komt een wat wisselend beeld ten aanzien van de vraag of stikstof of fosfor een groter doelgat zou hebben. Door ijzerrijke bodemlagen is in het oosten van Noord-Brabant het fosfordoelgat wat kleiner dan het stikstofdoelgat. Met deze ijzerrijke bodemlagen is in figuur 3 geen rekening gehouden. In de Achterhoek is het doelgat voor fosfor wat kleiner dan het doelgat voor stikstof. In de Gelderse vallei is het fosfordoelgat groter dan het stikstofdoelgat.
- In het westen van Nederland (kleigebieden + veengebieden), het noordelijke zeeleigebied en het noordelijke veengebied is de procentuele opgave voor fosfor groter dan die voor stikstof. In meer recente analyses heeft het beheersgebied van HH Rijnland ook een opgave voor de vermindering van stikstofuitspoeling (Groenendijk et al, 2016).

In de studie naar het effect van maatregelen in de Maas-regio op het doelbereik voor de KRW (Schipper et al, 2021) is meer in detail gekeken naar het doelgat. Figuur 4 geeft op basis van een modelstudie een indruk van de benodigde gezamenlijke inspanning van alle actoren om aan de doelen voor N- en P-concentraties in het zomer halfjaar te voldoen.



Figuur 4. Overschrijding van KRW-doelen voor N- en P-concentraties in het zomerhalfjaar van 2015-2017 (Bron: Schipper et al, 2021).

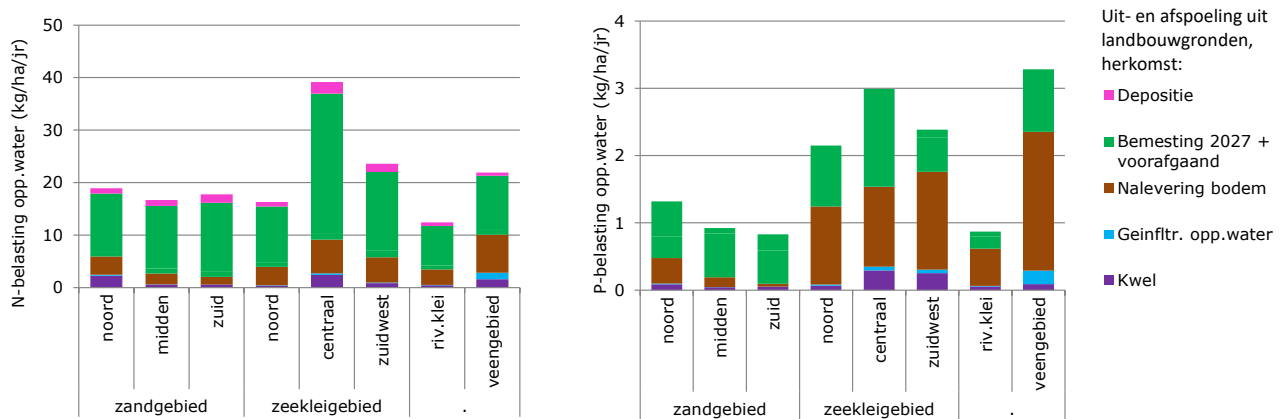
Het doelgat voor P-concentraties in het oosten van Noord-Brabant is Figuur 4 kleiner dan het doelgat dat berekend is in de studie van Groenendijk et al (2016). In de studie van Schipper et al (2021) zijn regionale gegevens met meer detail meegenomen dan in de landelijk studie van Groenendijk et al (2021). In de gebieden met intensieve landbouw is de opgave voor N-concentraties aanzienlijk.

2.2 Bronnen en routes van stikstof en fosfor in het oppervlaktewater

Metingen van nutriëntenvrachten uit landbouwpercelen zijn alleen mogelijk in onderzoekopstellingen. In de reguliere monitoring worden concentraties gemeten in bodemvocht, in grondwater, in uitstromend water uit drainbuizen, in sloten en in grotere watergangen. Door de concentraties te combineren met informatie over waterstromen worden stofvrachten afgeleid. Voor een bronnenanalyse zijn de onderlinge verhoudingen van vrachten uit verschillende bronnen van belang.

In de klei- en veengebieden is een substantieel deel van de uitspoeling uit landbouwpercelen toe te schrijven aan andere bronnen dan bemesting. Door de ontwatering van veengronden treedt oxidatie op wat gepaard gaat met het vrijkomen van stikstof en fosfor. In kleigronden bevindt zich op geringe diepte in grondwater een grote voorraad aan stikstof en fosfor. Door ontwatering en rijping van deze gronden levert deze voorraad nog een lange tijd een belangrijke bedrage aan de belasting van oppervlaktewater. Daarnaast is er in veel zeekleigebieden sprake van een opwaartse kwel met nutriëntenrijk grondwater (Figuur 5).

Bij de bron 'bemesting' is onderscheid te maken in een deel van de uitspoeling afkomstig van recent toegediende bemesting en een deel dat in het verleden met overmatige mestgiften op landbouwpercelen is gebracht. Anders dan de bovengenoemde nalevering gaat het hier om nutriënten met een antropogene oorsprong. Of deze voorraad in de bodem als een onderdeel van "bodemplanning" beschouwd moet worden of als een onderdeel van "bemesting" is afhankelijk van een aantal definities. Het verder ontrafelen is in de context van deze notitie niet van belang. Van belang is wel het inzicht dat P-uitspoeling in zandgronden in sterke mate beïnvloed wordt door de fosfaatvoorraad in de bovenste paar decimeter van de bodem.



Figuur 5. Herkomst van de uit- en afspoeling van N en P naar het oppervlaktewater in 2027³. (bron: Groenendijk et al, 2016).

In zandgronden bestaat er een duidelijke relatie tussen de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater en de N-uitspoeling naar oppervlaktewater. Maatregelen die leiden tot een verlaging van de nitraatconcentratie in het uitspoelingswater dragen ook bij aan een vermindering van de stikstofbelasting van oppervlaktewater.

De nitraatconcentratie in het bovenste grondwater wordt beïnvloed door de grondsoort, de grondwaterstand en het gewas. Het gewas type heeft een effect op de nitraatuitspoeling, omdat er verschillen bestaan in uitspoelingsgevoeligheid tussen gewassen. Verschillende factoren bepalen de uitspoelingsgevoeligheid van gewassen, 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

³ Opgemerkt wordt dat sinds de analyse van 2016 voor een aantal regionale waterbeheerders meer in detail gekeken is naar de bronnen van uit- en afspoeling. Voor het waterschap Zuiderzeland (centraal zeekleigebied) leidt dit tot een bijstelling van het beeld. Voor dit gebied wordt de uit- en afspoeling overschat door een te hoog ingeschatte waterafvoer.

gewasresten) op stikstofomzettingen in de bodem (zoals stikstofmineralisatie en -immobilisatie en denitrificatie).

Voor grasland op melkveebedrijven in het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) is de mediane nitraatconcentratie in het water dat uitspoelt relatief laag (< 20 mg nitraat per l; Tabel 1). 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.

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). Vollegrondsgroentebedrijven zitten vanwege het beperkte aandeel in het totale landbouwareaal niet in het LMM, waardoor deze gewasgroep mogelijk onderbelicht is in Tabel 1.

Tabel 1. Nitraatconcentraties (mg nitraat per l) in het bovenste grondwater in de zandregio per bedrijfscategorie en gewasgroep 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)⁴.

Bedrijfscategorie	Gewasgroep	Nitraatconcentratie (mg/l)		
		Mediaan (50%)	Eerste kwartiel (25%)	Derde kwartiel (75%)
Melkvee	Gras	7	5	37
	Mais	62	8	117
Akkerbouw	Aardappel	45	6	97
	Blad- en stengelgroente	113	42	168
	Gerst	48	9	83
	Mais	68	7	132
	Suikerbiet	49	7	95
	Tarwe	51	6	107

Voor het verminderen van de P-belasting van oppervlaktewater is vooral een inzicht in de transportroutes van belang. In zandgronden bevindt zich doorgaans een grote voorraad fosfaat in de bovengrond. De fosfaat is sterk gebonden aan bodemdeeltjes. Tussen de gebonden fosfaat en de opgeloste fosfor in bodemwater bevindt zich een evenwicht waarbij zich meer dan 99% in de gebonden fase bevindt. Als de bodem wordt doorspoeld met schoon water wordt direct vanuit de gebonden voorraad weer fosfor aan het bodemwater toegevoegd. Dit leidt ertoe dat bemestingsmaatregelen op korte en middellange termijn slechts een gering effect sorteren.

Het transport van fosfor vanuit de fosfaatrijke bodemlaag naar het oppervlaktewater treedt op als water vanuit deze bodemlaag direct naar het oppervlaktewater wordt afgevoerd zonder eerst diepere bodemlagen te passeren. Deze vorm van transport treedt op bij:

- Oppervlakkige afstroming na hevige regenbuien of een natte periode in de winter. Door begroeiing op het maaiveld wordt oppervlakkige afstroming afgeremd;

⁴ [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))

- Ondiep transport als de bodem tot een geringe diepte waterverzadigd raakt (ondiepe grondwaterstanden);
- Ondiep transport als gevolg van verdichte bodemlagen;
- Hellende percelen en percelen met plassen nabij waterlopen.

Waterbeheer en bodembeheer kunnen het risico op de P-belasting van oppervlaktewater beïnvloeden. Door aanpassingen in waterbeheer en bodembeheer kan in veel situaties het risico op de uit- en afspoeling van fosfor worden verminderd.

Voor de beantwoording van de vraag naar kosten van maatregelen is het nuttig om de kosten van een extensivering van het bouwplan bij voortzetting van landbouwkundiggebruik als optie te beschouwen. Het CDM-advies over Duurzame bouwplannen stelt dat de keuze van de gewassen in een bouwplan in belangrijke mate bepaald wordt door het saldo van een gewas (opbrengst – toegerekende kosten). Het grote belang van het saldo per ha wordt mede bepaald door de hoge landprijzen en relatief hoge arbeidskosten. Rooivruchten hebben daardoor een groot aandeel en de zogenoemde rustgewassen (vooral granen) een relatief klein aandeel in het bouwplan. Er zijn financiële prikkels nodig om het aandeel rustgewassen te verhogen in het bouwplan, omdat het saldo per ha van deze gewassen meestal veel lager is dan die van de hoofdgewassen aardappelen, suikerbieten, groentegewassen, bloembollen, en uien.

Tabel 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&roteKlassen=Alle%20bedrijven>)

Gewassen	Saldo (€/ha)
Tarwe	1262
Gerst	896
Pootaardappel	7276
Consumptieaardappel	4761
Zetmeelaardappel	2134
Suikerbiet	2411
Zaaiui	5513

Om een extensiever bouwplan te bereiken wordt in het ontwerp van 7^e Actieprogramma Nitraat gedacht aan een verhoging van het aandeel rustgewassen in het bouwplan. Vervanging van consumptieaardappelen in het bouwplan door tarwe leidt tot een saldoverschil van €3500/ha. Ook over een geheel bouwplan gerekend leidt een extensivering tot een aanzienlijk saldo verlies. Het CDM-advies 'Sturen op duurzame bouwplannen voor verbetering waterkwaliteit' (CDM, 2021) gaat nader in op het belang van het saldo voor afwegingen ten aanzien van het extensiveren van bouwplannen.

3 Effecten van (aanvullende) maatregelen op waterkwaliteit

3.1 Maatregellijsten

Voor de gedeeltelijke beantwoording van vraag 1 (welke maatregelen zouden aanvullend kunnen zijn?) worden enkele recente onderzoeken in het kader van de stikstofaanpak besproken en wordt aangegeven dat vanuit de landbouwsector initiatieven worden genomen tot het stimuleren van duurzaamheidsmaatregelen.

In het onlangs verschenen **Ontwerp van het 7^{de} Actieprogramma Nitraatrichtlijn** (Min van LNV en Min van I&W, 2021) wordt meer dan in voorgaande Actieprogramma's aandacht besteed aan de kwaliteit van oppervlaktewater en het gewenste doelbereik voor de KRW. Het nieuwe Actieprogramma beoogt een bijdrage te leveren aan de vermindering van de eutrofiëring door een aantal maatregelen, waaronder bemestingsvrije perceelranden van 5 meter breed langs KRW-waterlichamen en van 2 meter breed langs overige wateren. Daarnaast is de ontwikkeling en implementatie van duurzame bouwplannen een speerpunt van het Actieprogramma. Gedurende de consultatieperiode wordt nagegaan of eventueel aanvullende maatregelen ter vermindering van de eutrofiëring verplicht gesteld kunnen worden. Binnen het Actieprogramma zijn alleen perceels- en bedrijfsmaatregelen aan de orde en geen maatregelen als opkopen en ruimtelijke ordening.

In een drietal recente (concept-)rapportages worden een reeks maatregelen benoemd.

De **'Quickscan van twee beleidspakketten voor het vervolg van de structurele aanpak stikstof van PBL** (sept. 2021) gaat uit van stikstofbronmaatregelen en van maatregelen voor natuurversterking en -herstel. Voor de stikstofbronmaatregelen in de landbouwsector gaat de quickscan uit van een in 2020 uitgevoerde analyse⁵ met daarin een reeks maatregelen die direct betrekking hebben op de agrarische bedrijfsvoering of op het beëindigen van bedrijven:

- Subsidieregeling sanering varkenshouderijen
- Gerichte opkoop piekbelasters
- Landelijke beëindigingsregeling piekbelasters
- Vergroten aantal uren weidegang
- Verdunnen mest met water
- Stalmaatregelen – varkens
- Stalmaatregelen – melkvee
- Afromen en doorhalen fosfaatrechten
- Verlagen ruw eiwitgehalte veevoer – varkens
- Verlagen ruw eiwitgehalte veevoer – pluimvee (leghennen)
- Verlagen ruw eiwitgehalte veevoer - melkvee

Door het **RIVM zijn effecten van mogelijke zoneringsvarianten** verkend. Bij de uitgangspunten van de verkenning en de gebruikte zoneringskaart⁶ was het niet mogelijk onderscheid te maken in reductiepercentages voor verschillende gebieden. Het doelgat voor waterkwaliteit is echter wel regio-specifiek. Criteria die het doelgat voor waterkwaliteit tot uitdrukking brengen konden binnen de kaders van de verkenning onvoldoende worden uitgewerkt. Daarnaast was het niet mogelijk om aandacht te schenken aan het verschil tussen het doelgat voor fosfor en het doelgat voor stikstof.

⁵ Analyse stikstofbronmaatregelen, Analyse op verzoek van het kabinet van zestien maatregelen om de uitstoot van stikstofoxiden en ammoniak in Nederland te beperken © PBL Planbureau voor de Leefomgeving Den Haag, 2020 PBL-publicatienummer: 4073.

⁶ ABCD-zoneringskaart (bron: LNV) waarop een onderscheid wordt gemaakt tussen "Goed geschikte landbouwgebieden" (zone A), "Transitiegebieden" (zone B), "Extensiveringsgebieden" (zone C) en "Natuurgebieden en Natura2000 gebieden" (zone D).

Door de **WUR is een gebiedsgerichte verdere aanpak van stikstof** (Velthof et al, 2021, nog niet gepubliceerd) verkend door effecten van een combinatie van maatregelen in drie voorbeeldgebieden te analyseren: 1. Melkveehouderij en veenweidegebieden, 2. Intensieve landbouw op zandgronden en 3. Grondgebonden landbouw op zandgronden. Voor deze analyse zijn de resultaten van de Scenariostudie perspectief voor ontwikkelrichtingen Nederlandse landbouw in 2050 (Lesschen et al, 2020) gebruikt. Een aantal maatregelen worden kwalitatief beoordeeld op onder andere hun effect op nitraat in grondwater en hun effect op de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar oppervlaktewater. De maatregelen zijn gericht op het verminderen van de ammoniakemissie uit stallen en mestopslagvoorzieningen, het bemestingsniveau en mesttoedieningstechnieken, de mestsamenvatting als gevolg van voermaatregelen, mestbewerking en mestverwerking, de weidegang, de mestuitrijperiode, de gewaskeuze en de teelt van vanggewassen, de gewaskeuze, en het beheer van grasland en het beheer van gewasresten. Daarnaast worden ook maatregelen genoemd als de aanleg van bufferstroken langs waterlopen, het aanbrengen van reactieve barrières voor de zuivering van drainagewater, onderwaterdrainage, peilverhoging en de toepassing van natte teelten in veenweidegebieden en de remming veenafbraak door kleitoevoeging. Binnen de context van de rapportage was geen ruimte voor een nader onderscheid tussen stikstofbelasting van oppervlaktewater en fosforbelasting van oppervlaktewater en voor een nadere onderbouwing van de geschatte effecten. Gezien het globale karakter van de beoordeling was er ook geen ruimte voor een beschouwing over korte-termijneffecten en lange-termijneffecten.

Een oorspronkelijk doel van het **Deltaprogramma Agrarisch Waterbeheer (DAW)** was dat knelpunten in het aandeel van landbouw in het doelgat voor waterkwaliteit in 2027 zouden zijn opgelost. Daarnaast is een doel van het DAW om te zorgen voor voldoende water van voldoende kwaliteit (optimale waterhuishouding en spaarzaam watergebruik) en een economisch vitale landbouw te bewerkstelligen met een hogere productie en een efficiënt ruimtegebruik. In het afgelopen jaar is de scope van het DAW verbreed door ook bodemkwaliteit als zelfstandig thema te benoemen. Het DAW stimuleert agrariërs tot het nemen van bovenwettelijke maatregelen op vrijwillige basis. Voor de implementatie van maatregelen met een verplicht karakter ziet het DAW geen rol. Momenteel wordt de zgn. BOOT-lijst (Bestuurlijk Overleg Open Teelten en veehouderij) geactualiseerd. Deze lijst bevat meer dan 100 maatregelen (waarvan meer dan 60 gericht op stikstof en fosfor) die kunnen bijdragen aan een efficiënter nutriëntengebruik en daarmee aan een vermindering van emissies naar grond- en oppervlaktewater. Een kenmerk is dat de maatregelen allen gericht zijn op advisering aan en stimulering van individuele ondernemers. Een ander kenmerk is dat de lijst geen drastische maatregelen bevat die sterk ten koste zouden kunnen gaan van de landbouwproductie.

De zuivelsector werkt binnen een **PPS "Duurzame zuivelketen"** samen aan verduurzaming van de melkveehouderij. Aan de hand van Key Performance Indicators wordt voor een aantal aspecten gestreefd naar verduurzaming van beperking van emissies, klimaatdoelen, biodiversiteit, bodemkwaliteit, waterkwaliteit, energiegebruik en energieproductie, dierenwelzijn, perspectief op bedrijfsontwikkeling, etc. Een tool wordt ontwikkeld die een agrariër inzicht geeft in het effect van handelen en van maatregelen op een set duurzaamheidsthema's. De tool gaat uit van een lijst met maatregelen waarvoor effecten worden beschreven. De lijst bevat behalve de maatregelen gericht op een efficiënter nutriëntengebruik en een vermindering van emissies ook thema's zoals "bedrijfsstrategie" en "natuur" waarin de productie van landbouwpercelen wordt verlaagd of komt te vervallen ten behoeve van andere functies. Voorbeelden zijn: "en deel van het bedrijfsoppervlak op veengrond omzetten in (natte) natuur", "extensiveren door areaal te vergroten en/of veestapel te verminderen", "agroforestry op een deel van het bedrijf", "omschakeling naar biologische bedrijfsvoering".

3.2 Kansen voor meekoppeling en risico op afwenteling

In de WUR-rapportage (Velthof et al, 2021) zijn meekoppelkansen benoemd door naast het effect op stikstofemissie en CO₂-emissie ook de effecten op nitraatuitspoeling en de effecten op N- en P-belasting van oppervlaktewater te beoordelen.

De beschreven maatregelen zijn primair gericht op individuele landbouwbedrijven en daardoor zijn meekoppelkansen van maatregelen die een gebiedsbenadering vergen onderbelicht. Hierbij kan onder andere gedacht worden aan thema's uit het Deltaprogramma. Te denken is aan

- zoetwatervoorziening en waterberging
- beekherstel door het hydrologisch functioneren van beekdalen natuurlijker te maken
- landschapsbeheer en recreatie-ontwikkeling

De regie voor dergelijke maatregelen ligt veelal bij andere partijen waarbij de agrariër een partner is in de uitvoering.

Voor enkele maatregelen wordt een risico op afwenteling benoemd. Een voorbeeld is de verlenging van de weidegang. Een verlenging van de weideperiode kan ongunstig zijn voor nitraatuitspoeling omdat bij beweiding de benutting van meststoffen iets lager is dan bij volledig maaien van grasland en omdat in natte perioden in het najaar het risico op uit- en afspoeling naar grond- en oppervlaktewater groter is dan in situaties zonder beweiding. Andere afwentelingsmechanismen van perceelsgerichte en/of bedrijfsgerichte maatregelen kunnen zijn:

- Bij beëindiging van melkveebedrijven vanwege stikstofmaatregelen komt in principe landbouwgrond vrij. Als het vrijgekomen land gebruikt wordt voor intensieve teelten neemt het risico op de uit- en afspoeling van meststoffen naar het oppervlaktewater toe.
- Door de toenemende mogelijkheden om dierlijke mest te bewerken neemt het aanbod van mestsoorten met een specifieke samenstelling toe. Hierdoor is het vaker mogelijk om met dierlijkemestgiften de gebruiksruimte voor stikstof en de gebruiksruimte voor fosfaat volledig te benutten. Het effect is dat de totale bemesting toeneemt.
- Door een vermindering van de ammoniakemissie in stallen op opslagvoorzieningen neemt het stikstofgehalte in dierlijke mest bij aanwending toe. De gebruiksnormen gaan uit van forfaitaire gehalten in dierlijke mest. Het effect is dat stikstofbelasting van de bodem door dierlijke mestgiften toeneemt.
- Bij het verschrallen van gronden van bufferstroken verandert de vegetatie en verandert de wijze waarop stikstof en fosfor in de bodem is opgeslagen (bodempools). Omdat geen of minder minerale fosfaat wordt aangevoerd, wordt verwacht dat op termijn dat een groter deel van de fosfaat in organische gebonden vorm zal worden opgeslagen, ten koste van de mineraal gebonden vorm. De organisch gebonden vorm kan onder bepaalde omstandigheden een grotere mobiliteit in het bodemvocht tot gevolg hebben. Hiervoor is een enkele indirecte aanwijzing in metingen van fosfaatuitmijningsonderzoek op grasland (Van der Salm en Schoumans, 2011). Of een grotere mobiliteit in het bodemvocht ook daadwerkelijk tot een verhoogd risico op uit- en afspoeling zou leiden hangt af van de wijze waarop bufferzones worden ingericht. Door het blokkeren van transportroutes kan een eventueel risico worden afgewend.
- Bij het omzetten van landbouwgrond naar natuurgrond treedt mogelijk een afwenteling op naar de resterende landbouwgronden omdat voor natuurgrond nog een mestgebruiksruimte geldt. Voor de stikstofgift op natuurgrond is geen maximum gesteld en voor de fosfaatgift geldt een maximum van 20 kg ha⁻¹ P₂O₅. Voor grasland met een natuurfunctie geldt een maximum stikstofgift van 170 kg ha⁻¹ N en een maximum fosfaatgift van 70 kg ha⁻¹ P₂O₅ (bron: RVO⁷). De mestgebruiksruimte van de natuurgronden kan binnen een bedrijf worden gebruikt op de regulieren landbouwpercelen.

⁷ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest/gebruiken-en-uitrijden/hoeveel-mest-andere-grond>

- Het verhogen van het organische stofgehalte van de bodem door aanvoer van bijv. compost kan op de korte termijn gunstig zijn voor de gewasproductie en de bodemstructuur. Bij langjarige toepassing van deze maatregel wordt de totale voorraad organisch gebonden stikstof groter en neemt de mineralisatie toe. Een kenmerk van deze bodempool is dat ze ook na het groeiseizoen nog tot enige mineralisatie leidt waardoor op termijn een groter risico op uitspoeling ontstaat.
- Bij vernatting wordt aan de bodem gebonden fosfaat mobieler en wordt het risico op P-uit en afspoeling groter. Enerzijds komt dit doordat onder nattere omstandigheden de transportroutes korter worden en anderzijds omdat zuurstofloosheid bodemchemische reacties veroorzaakt die ertoe leiden dat fosfor mobieler wordt.
- Bij vernatting en het nemen van drainagemaatregelen dient in de zomer vaak water aangevoerd te worden van buiten het gebied. Aangevoerd water kan soms een ongunstige samenstelling hebben voor de ecologische doelen van oppervlaktewateren.

De omvang van de risico's is afhankelijk van het type gebied en de wijze waarop maatregelen worden geïmplementeerd. Bij een uitwerking van een maatregelenpakket in een gebied dienen de potentiële risico's op hun daadwerkelijke afwentelingsrisico nader beoordeeld te worden.

3.3 Aanvullende maatregelen

In de genoemde maatregellijsten van par. 3.1 blijven waterbeheersmaatregelen onderbelicht.

- Milieugerichte irrigatie: beregening wordt toegepast op kapitaalintensieve gewassen. Deze gewassen worden doorgaans berekend uit het oogpunt van het minimaliseren van risico's op opbrengstderving. Tijdens de teelt emiteert stikstof en gaan nutriënten verloren door uitspoeling. Voor dergelijke kapitaalintensieve gewassen ligt het in de rede om hoog technologische methoden toe te passen waarmee het risico op milieubelasting wordt geminimaliseerd. Te denken is aan door sensoren gestuurde beregening (sturing op minimalisatie van emissies) of vervanging door druppelirrigatie. Door de toepassing van fertigatie kunnen emissies nog verder worden geminimaliseerd.
- Inrichting watersysteem:
 - o als door uitkoop of anderszins bedrijfsbeëindiging landbouwgrond ter beschikking komt, kan een deel worden bestemd voor waterberging en / of retentiebekkens. Waterberging draagt bij aan klimaatadaptatie. Door de aanleg van retentiebekkens bovenstrooms in landbouwgebieden van beekdalen wordt beekwater gezuiverd voordat het door benedenstrooms gelegen natuurzones stroomt (bijv. alluviale broekbossen).
 - o Bij regionale waterbeheerders en provincies ontstaat steeds meer behoefte om beekherstel vergezeld te laten gaan van het natuurlijk laten functioneren van het watersysteem in beekdalen. Door ontwatering ten behoeve van landbouw zijn kwelzones langs beken tot relatief kleine zones gereduceerd waarbij kwelwater veel minder dan voorheen de wortelzone van grondwater-afhankelijke ecosystemen bereikt. Bij een transitie van het hydrologisch systeem naar natuurlijk functionerende beekdalen kan in de natte kwelrijke zones langs beken alleen een extensieve vorm van landbouw worden bedreven of dient de grond omgezet te worden naar een natuurfunctie.

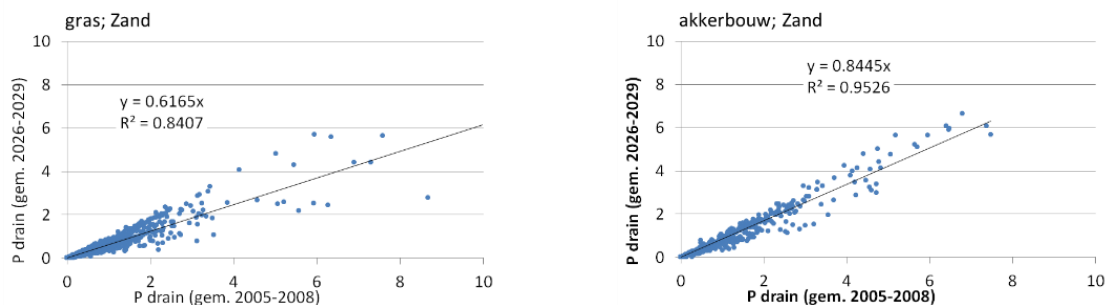
Daarnaast zijn ook specifieke teeltmaatregelen mogelijk waarvoor geen draagvlak bij agrariërs is, maar die wel bijdragen aan de verbetering van waterkwaliteit:

- Verbod op bepaalde teelten in specifieke gebieden. De Mestwetgeving maakt onderscheid tussen niet-uitspoelingsgevoelige gewassen en uitspoelingsgevoelige gewassen. Metingen (zie tabel 1) laten zien dat binnen de groep uitspoelingsgevoelige gewassen een onderscheid mogelijk is in de groep van uitspoelingsgevoelige gewassen. Uitspoelingsgevoeligheid ontstaat doordat een gewas onvoldoende in staat is nutriënten op het juiste tijdstip en in de juiste hoeveelheid te benutten. Het

gaat vaak gepaard met een risico op emissies. De extreem uitspoelingsgevoelige gewassen zouden geweerd kunnen worden in bepaalde gebieden.

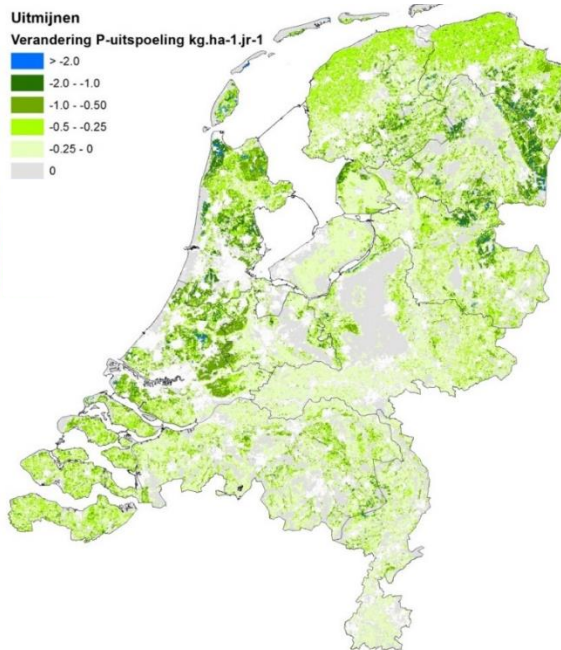
- Voorschriften voor inrichting bemestingsvrije perceelsranden: in het ontwerp 7^e Actieprogramma worden bemestingsvrije perceelsranden aangekondigd als maatregel (Min van LNV en Min van I&W, 2021). De mestgebruiksruimte neemt hierdoor af waarmee ook de veldemissie van ammoniak zal afnemen. Op de stroken kunnen extra voorzieningen worden getroffen waardoor het verminderend effect op emissies naar water vergroot wordt.
- Een nadere invulling van "extensiveren" door het uitmijnen van landbouwgronden die een relatief groot risico vormen voor de P-belasting van oppervlaktewater. Dit zou plaats kunnen vinden met een mengteelt van gras en klaver waarbij alleen een kaliumbemesting en eventueel zwavelbemesting wordt toegepast (Timmermans et al, 2010). Door de klaver wordt lucht-stikstof gebonden wat ter beschikking komt voor de groei van het gras. Het gras onttrekt fosfaat aan de bodem waardoor de voorraad wordt uitgemijnd. Giften met aanvullende mineralen zijn nodig om de productie op peil te houden waarmee de uitmijn-snelheid gewaarborgd blijft.

Door Van der Salm et al (2015) is een verkenning uitgevoerd naar het effect van onder andere fosfaatuitmijnen van landbouwgronden aan de hand van een modelberekening voor een periode van 20 jaar waarbij verondersteld is dat direct na de referentieperiode de maatregel werd ingevoerd. De afname van de P uit- en afspoeling, na invoering van deze maatregel, is berekend door de gemiddelde waarden voor de referentieperiode (2005-2008) te vergelijken met die van 2026-2029. Met deze waarden zijn regressievergelijkingen opgesteld waarbij de uitspoeling na invoering van de maatregel gerelateerd is aan de oorspronkelijke uitspoeling.



Figuur 6. Regressierelaties van de berekende P uit- en afspoeling na 20 jaar uitmijnen t.o.v. oorspronkelijke P uitspoeling ($\text{kg ha}^{-1} \text{jr}^{-1}$) (bron: Van der Salm et al, 2015).

Figuur 6 laat zien dat in een periode van 20 jaar uitmijnen van een zandbodem een vermindering van de P-uitspoeling met 15 – 40% optreedt. De vermindering bij grasland is groter dan voor akkerbouw, omdat bij grasland vaker een nat perceel en bij akkerbouw vaker buisdrainage verondersteld wordt. De resultaten van deze analyse zijn vertaald naar een kaartbeeld (Figuur 7).



Figuur 7. Verandering van de P uitspoeling (kg/ha/jr.) na 20 jaar uitmijnen ten opzichte van de oorspronkelijke uitspoeling zoals afgeleid in de verkenning van Van der Salm et al, (2015).

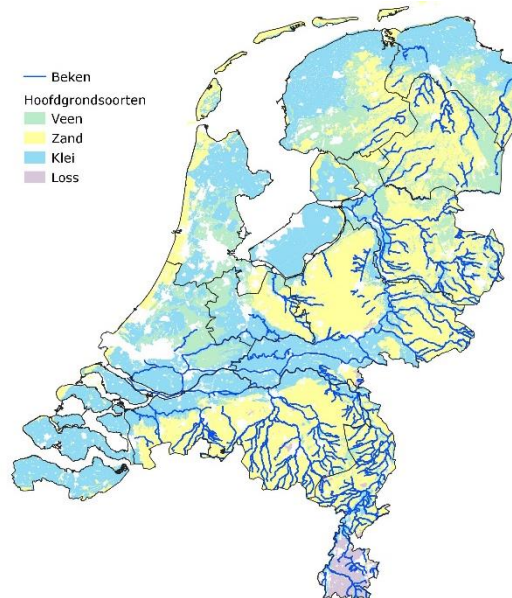
4 Brede bufferstroken in beekdalen

Binnen de zandgebieden concentreert de opgave van landbouw voor de KRW zich op het oostelijk deel van Overijssel en Gelderland (Twente en Achterhoek) en op het oostelijk deel van Noord-Brabant en Limburg. Zoals aangegeven in Par. 2.1 ligt hier de meest duidelijke opgave om de stikstofbelasting van oppervlaktewater te verminderen.

Bij het uitvoeren van stikstofmaatregelen voor de ontwikkeling en instandhouding van natuurwaarden is het nodig om naar gehele beeksystemen te kijken. Binnen beeksystemen worden kwelzones met grondwaterafhankelijke natuur beïnvloed door hoger gelegen infiltratiegebieden en worden benedenstrooms gelegen natuurzones beïnvloed door de toestroom van water en stoffen uit bovenstroomsgelegen gebieden. Voor een vermindering van de N-belasting van oppervlaktewater op gebiedsniveau is een substantieel areaal nodig.

4.1 Ligging en oppervlak

Beken en beekdalen hebben geen officiële ruimtelijke begrenzing. Voor de ligging van de beken is aangesloten bij de ligging van stromende waterlichamen volgens de KRW (Figuur 8). Ook in de klei- en veengebieden komen wateren van het R-type voor, maar in de onderhavige verkenning worden alleen de wateren in de zandgebieden en het lössgebied beschouwd. Voor de wateren van het R-type in de klei- en veengebieden geldt doorgaans een kleinere opgave voor de landbouw om de uitspoeling te verminderen. Aan de R-wateren volgens de KRW in de zandgebieden zijn de ecologisch waardevolle beken volgens art. 3 van het uitvoeringsbesluit Meststoffenwet toegevoegd. Dit betreft enkele beken op de Veluwe en op de Velwezoom ten westen van de IJssel.



Figuur 8 Ligging van de KRW-waterlichamen van het R-type, aangevuld met de ecologisch waardevolle beken volgens art. 3 van het uitvoeringsbesluit Meststoffenwet.

Op basis van de opgave om tientallen procenten van de uitspoeling te verminderen en de kennisregel dat dit op gebiedsniveau een substantieel areaal vergt (iets minder dan evenredig percentage; zie bijv. Noij et al, 2012) is gekozen voor twee varianten: 100 meter en 250 meter ter weerszijde van de beek. Met deze breedtes worden in smalle beekdalen tientallen procenten van het landbouwareaal als bufferzone bestemd.

Met een GIS-procedure zijn vervolgens zijn overlays gemaakt met de BasisRegistratiekaart 2020, de grondsoortenkaart en de provinciekaart. De ruim 250 voorkomende gewassen volgens de BasisRegistratiekaart 2020 zijn ingedeeld in vier klassen: gras, mais, akker- en tuinbouw en intensief akker- en tuinbouw. De laatste categorie omvat een aantal groentegewassen, bloembollen, asperges en aardbeien in volle grond. Percelen met een braak- en natuurfunctie zijn niet meegenomen. Tabel 2 en 3 geeft een overzicht van de oppervlakten (hectares) per provincies van landbouwpercelen op zandgrond die binnen de begrenzing van 100 meter of 250 meter vallen. Bij een breedte van 100 meter bedraagt het oppervlak 26700 ha en bij een breedte van 250 meter 79000 hectare. Wanneer het zoekgebied wordt beperkt tot de provincies Overijssel, Gelderland, Noord-Brabant en Limburg bedraagt het oppervlak 23500 ha bij een bufferzone van 100 meter tot de beek en 68600 ha bij een bufferzone van 250 tot de beek. Het areaal bestaat voor ongeveer 60% uit grasland en voor 19% uit snijmais. De overige 21% wordt gebruikt voor akker- en tuinbouwteelten.

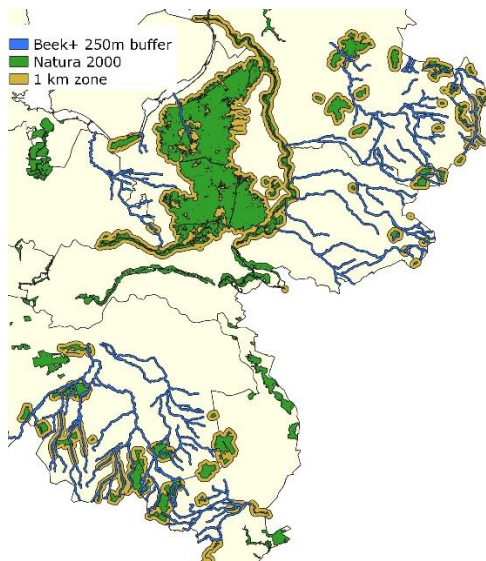
Tabel 2. Oppervlak (ha) van landbouwpercelen (BasisRegistratie 2020) op zandgrond binnen een afstand van 100 meter van een beek (afgerond op 10-hectaren)

Provincie	gras	Mais	AT	intensief AT	Totaal
Drenthe	1490	160	310	20	1970
Friesland	230	60	10	0	300
Gelderland	2820	790	360	10	3980
Groningen	150	30	260	0	480
Limburg	1660	740	1570	430	4400
Noord-Brabant	5820	2250	1730	210	10010
Overijssel	3920	930	280	10	5130
Utrecht	400	50	10	0	460
Totaal	16500	4990	4540	680	26700

Tabel 3. Oppervlak (ha) van landbouwpercelen (BasisRegistratie 2020) op zandgrond binnen een afstand van 250 meter van een beek (afgerond op 10-hectaren)

Provincie	gras	mais	AT	intensief AT	Totaal
Drenthe	4500	720	1370	50	6650
Friesland	750	170	50	0	960
Gelderland	8720	2510	1150	40	12410
Groningen	430	90	810	10	1340
Limburg	4130	2190	4830	1410	12560
Noord-Brabant	14780	6640	5580	720	27720
Overijssel	11840	3050	990	30	15910
Utrecht	1180	150	50	0	1370
Totaal	46320	15520	14830	2260	78920

Om bufferzones zo effectief mogelijk in te zetten voor zowel de stikstofaanpak als het doelbereik van de KRW is een selectie gemaakt van beken in gebieden met een relatief grote opgave voor de KRW en in de omgeving van N2000-gebieden. Dit betreft beken in Twente, Achterhoek, Gelderse Vallei en het oosten van Noord-Brabant en Limburg.



Figuur 9. Selectie van beken in de omgeving van N2000-gebieden in gebieden met een grote opgave voor de Kaderrichtlijn Water.

Tabel 4. Oppervlak (ha) van landbouwpercelen (BasisRegistratie 2020) binnen een afstand van 100 meter van een aantal geselecteerde beken in Twente, Achterhoek, Gelderse Vallei, oostelijk Noord Brabant en Limburg (afgerond op 10-hectaren).

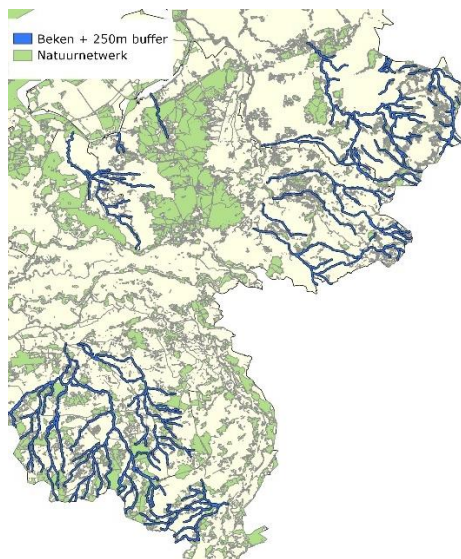
Regio	gras	mais	AT	intensief AT	Totaal
Twente en Achterhoek	5750	1410	460	10	7630
Gelderse Vallei	1110	180	60	0	1360
Oost Noord-Brabant en Limburg	4330	1890	1650	150	8020
Totaal	11190	3480	2170	160	17000

Tabel 5. Oppervlak (ha) van landbouwpercelen (BasisRegistratie 2020) binnen een afstand van 250 meter van een aantal geselecteerde beken in Twente, Achterhoek, Gelderse Vallei, oostelijk Noord Brabant en Limburg (afgerond op 10-hectaren).

Regio	gras	mais	AT	intensief AT	Totaal
Twente en Achterhoek	15220	4010	1350	30	20610
Gelderse Vallei	3060	460	160	10	3690
Oost Noord-Brabant en Limburg	9870	4990	4620	510	19990
Totaal	28140	9460	6140	550	44290

Een deel van het bufferoppervlak langs de beken ligt in het Natuurnetwerk Nederland⁸ van bestaande en nieuw aan te leggen natuurgebieden. Het netwerk moet natuurgebieden beter verbinden met elkaar en met het omringende agrarisch gebied. De provincies zijn verantwoordelijk voor het Natuurnetwerk Nederland op het land. Bufferzones langs beken kunnen een bijdrage leveren aan het realiseren van het Natuurnetwerk.

⁸ <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/natuur-en-biodiversiteit/natuurnetwerk-nederland>



Figuur 10. Selectie van beken in de omgeving van het Natuurnetwerk in gebieden met een grote opgave voor de Kaderrichtlijn Water.

Ongeveer 20% van het oppervlak van de bufferzones ter weerszijde van de beken ligt in een N2000 gebied of in de 1 kilometer zone rondom de N2000-gebieden. Afhankelijk van de breedte van de bufferzones ligt 23% of 16% van de landbouwpercelen in het Natuurnetwerk (Tabel 6).

Tabel 6. Oppervlak (ha) van landbouwpercelen (BasisRegistratie 2020) in bufferzones van 100 meter of 250 meter ter weerszijde van beken en het deel van de bufferzones gelegen in N2000+1km gebieden of in het Natuurnetwerk (afgerond op 10-hectaren)

Regio	Oppervlak landbouw langs beken		Oppervlak gelegen in N2000+1km		Oppervlak gelegen in Natuurnetwerk	
	100m	250m	100m	250m	100m	250m
Twente en Achterhoek	7630	20610	1160	3010	1130	2080
Gelderse Vallei	1360	3690	100	280	280	570
Oost Noord-Brabant en Limburg	8020	19990	2190	5430	2450	4490
Totaal	17000	44290	3460	8720	3860	7140
Percentage van totaal oppervlak			20%	20%	23%	16%

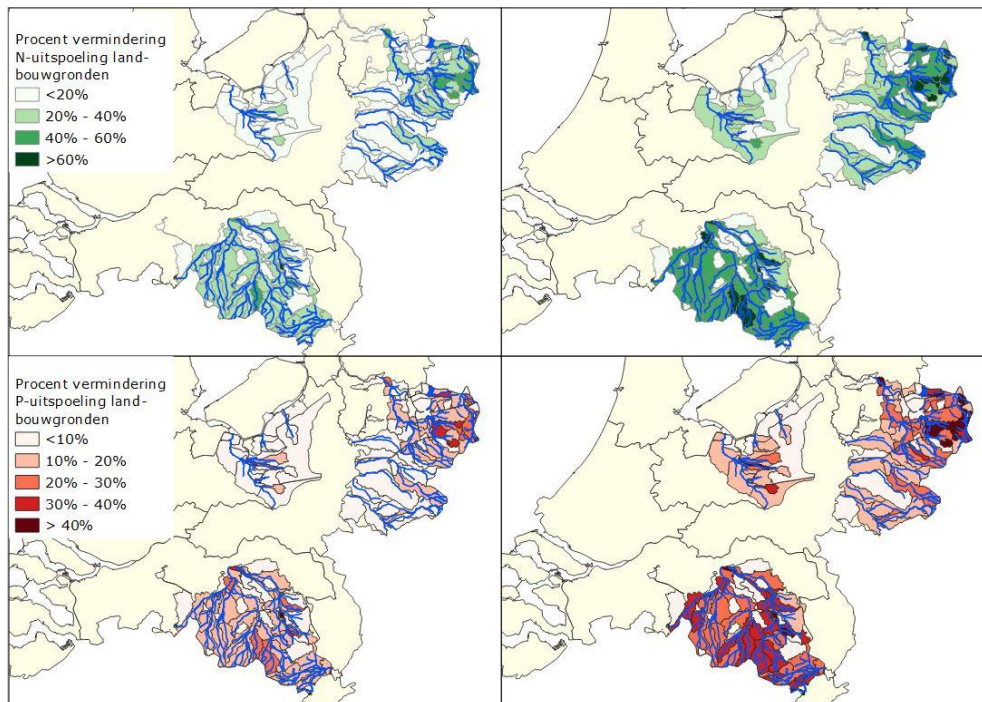
4.2 Effecten van het beheer van bufferzones

Voor het doorrekenen van effecten van maatregelen op de waterkwaliteit is de N- en P-belasting van oppervlaktewater als uitgangspunt gekozen. De doorwerking van de nutriëntenbelasting op eutrofiëring, de N- en P-concentraties in het zomer halfjaar en de effecten op de ecologie zijn niet beschouwd. Effecten treden niet onmiddellijk op na het nemen van de maatregel: het bodem-gewassysteem heeft een geheugen van meerdere jaren. Zoals aangeven in Par.3.3 kan het tientallen jaren duren voordat de fosforuitspoeling met enkele tientallen procenten afneemt na het inwerking treden van een uitmijningsregime.

Optie 1. Op bufferzones wordt extensief grasland met een uitmijningsregime toegepast.

Verondersteld wordt dat bufferzones worden beheerd door ze in te richten als extensief grasland met een gras-klavermengsel waar alleen kaliumbemesting wordt toegepast en waar na verloop van tijd jaarlijks ca 6 ton droge stof wordt geoogst in twee maai beurten. Het waterbeheer wordt niet aangepast. Direct aangrenzend aan de beek wordt een verhoging aangebracht zodat geen oppervlakkige afstroming vanaf het extensief beheerde grasland naar de beek kan optreden.

Voor de berekening van het effect van een bufferzone zijn rekenregels toegepast zoals deze ook gehanteerd zijn in de PlanMER van het 7^e Actieprogramma Nitraat (Van Boekel et al, 2021). Hiertoe zijn de beekdalen ingedeeld in deel-stroomgebieden (vanggebieden) conform de wijze waarop deze zijn ingedeeld in de studie "Landbouw en de opgave voor de KRW" (Groenendijk et al, 2016) en de Maasstudie (Schipper et al, 2021). Per deelstroomgebied is het areaalpercentage van de bufferzone bepaald en zijn de rekenregels toegepast. In deze rekenregels wordt onder andere onderscheid gemaakt in grondsoort en de aanwezigheid van keileem op geringe diepte in de bodem. Het resultaat van de berekening is weergegeven in Figuur 9.



Figuur 9 Vermindering van de N-uitspoeling (boven) en de P-uitspoeling (onder) door de aanleg van bufferzones met een breedte van 100 meter ter weerszijde van een beek (links) en met een breedte van 250 meter ter weerszijde van een beek (rechts)

Voor de beken in Twente en de Achterhoek wordt geschat dat in het bovenstroomse deel de N-uitspoeling met 20 – 40% wordt verminderd bij een bufferbreedte van 100 meter ter weerszijde van beken. Dit geldt ook voor de beken in het oostelijke deel van Noord-Brabant. Bij een bufferbreedte van 250 meter ter weerszijde van beken bedraagt het reductiepercentage 40 – 60%. De percentages zijn gebiedsgemiddeld, daarin is dus ook de uitpoeling verrekend van het landbouwareaal waar geen bufferstrook wordt aangelegd. In het oostelijk deel van Noord-Brabant is een grotere lengte aan beken per vierkante kilometer landoppervlak verondersteld dan in Twente en de Achterhoek en de Gelderse Vallei. Echter doordat in het oostelijk deel van Twente en de Achterhoek keileem formaties voorkomen en de bodems daar erg ondiep zijn, is een bufferstrook per kilometer beeklengte daar meer effectief dan in Noord Brabant.

Doordat minder beken in de Gelderse vallei zijn verondersteld dan in de andere gebieden is het percentage aan N-reductie daar lager. Als behalve langs de KRW-waterlichamen ook langs andere beken een bufferstrook zou worden aangelegd zou het reductiepercentage daar ook hoger zijn.

Geschat wordt dat bij een breedte van 100 meter ter weerszijde van een beek de P-afspoeling na 20 jaar met 10 – 20% wordt verminderd in Twente, Achterhoek en het oostelijk deel van Noord-Brabant en met 20 – 30% bij een breedte van 250 meter ter weerszijde van een beek. In de Gelderse Vallei worden

lokaal ook dergelijke percentages berekend. Echter, doordat per vierkante kilometer landoppervlak daar een lager areaal aan bufferzones is verondersteld zijn de reductiepercentages daar gemiddeld lager.

In figuur 2 is weergegeven met welk percentage de N-uitspoeling en de P-uitspoeling verminderd zou moeten worden om aan de doelen van de KRW te voldoen, als alle actoren met eenzelfde percentage hun bijdrage aan de belasting van oppervlaktewater zouden reduceren. Voor Twente en de Achterhoek is afgeleid dat bij een vermindering van de N-uitspoeling uit landbouwpercelen deels van 20 – 40% en deels van 40 – 70% aan het doel voor N-concentraties wordt voldaan. Met de aanleg van bufferzones van 100 meter ter weerszijde van de middenlopen van de beken en bredere bufferzones langs de bovenlopen van beken kan in dit gebied invulling gegeven worden aan deze opgave.

Voor oostelijk Noord Brabant bedraagt de opgave tot vermindering van de N-uitspoeling 40 – 70%. Deze getallen zijn nog gebaseerd op de situatie dat in dat gebied overbesteding voorkwam. Door een toename van mestverwerking en een versterkte handhaving is het de verwachting dat de N-uitspoeling in dat gebied afneemt en dat daarmee de opgave ook lager wordt (Schipper et al, 2021). Door de aanleg van 250 meter brede bufferzones ter weerszijde van beken kan in dat gebied aan het N-concentratie doel van de KRW worden voldaan. Hetzelfde geldt voor de beschouwde beekgebieden in de Gelderse Vallei.

Zoals eerder opgemerkt wordt de opgave voor het verminderen van de P-uitspoeling in figuur 2 overschat in Noord Brabant omdat geen rekening is gehouden met ijzer in het uitspoelende water wat tot een verlaging van concentraties leidt. Geschat wordt dat met de aanleg van 250 meter brede bufferzones, beheerd met een uitmijningsstrategie, de P-uitspoeling met 20 – 30% kan afnemen. Op de langere termijn is het reductiepercentage nog groter. Hiermee kan ook in dit gebied aan het doel voor de P-concentratie van de KRW worden voldaan.

Optie 2. Bufferzones worden ingericht als natuurzone waarvan minimaal biomassa wordt afgevoerd.

Indien bufferzones worden ingericht als natuurzone kan verwacht worden dat:

- De stikstofuitspoeling uit deze gronden op termijn lager zal zijn dan van het extensief beheerde grasland. Bij de inrichting van een natuurzone kan verwacht worden dat drainbuizen dicht worden gemaakt en dat de ontwatering niet meer gericht is op het landbouwkundig gebruik. De gronden worden daardoor iets natter waardoor de denitrificatie relatief toeneemt.
- De fosforuitspoeling minder snel afneemt dan bij een beheer gericht op uitmijnen. Door de nattere omstandigheden wordt het fosfaat mobieler waarbij onder normale omstandigheden een risico op een grotere uitspoeling zou kunnen ontstaan. Echter, bij een inrichting als natuurzone kunnen voldoende aanvullende inrichtingsmaatregelen getroffen worden voor het verhinderen van oppervlakkige afstroming naar beken en kan door gerichte aanleg van greppels het ondiepe transport worden afgevangen en/of verhinderd. In (licht) hellende gebieden kunnen in de natuurzones retentiebekkens worden aangelegd.
- Door de verwerving en bestemming als natuurgronden zijn andere functies, zoals ruimte voor waterberging in het kader van klimaatadaptatie, gemakkelijker te realiseren. Ook kan het bijdragen aan de verdere realisatie van het Natuurnetwerk Nederland.

4.3 Kosten van het bestemmen en verwerven van landbouwpercelen

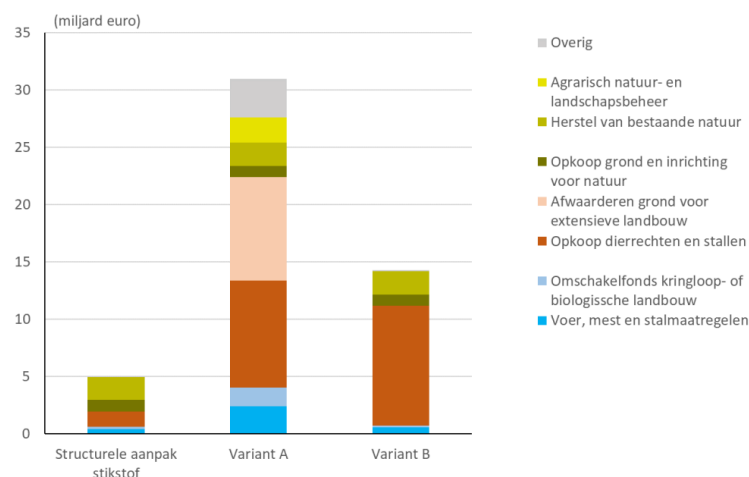
De kosten van maatregelen worden bepaald door het oppervlak waarvoor extensief beheer grasland wordt aangelegd in bufferzone en of waar een natuurzone wordt ingericht. Zoals te zien is in tabel 4 en tabel 5 is het grootste deel van het areaal in gebruik als grasland of voor de teelt van snijmais. De kosten worden daarom gebaseerd op de grondwaardering van melkveebedrijven.

De PBL-analyse van stikstofmaatregelen (24 april 2020) gaat bij gerichte opkoop van bedrijven uit van een gemiddeld areaal van 55,6 hectare per melkveebedrijf. Als gemiddelde rekenvergoeding van een

bedrijf inclusief grond is M€3,50 gehanteerd en van een bedrijf exclusief grond M€1,16. De grond van een melkveebedrijf wordt dus gewaardeerd op $(M€3,50 - M€1,16)/55,6ha = €42\ 000$ per hectare.

Bij een functieverandering naar extensief grasland blijft de grond nog agrarische gebruikswaarde behouden. In het PBL rapport "Quickscan van twee beleidspakketten voor het vervolg van de structurele aanpak stikstof" wordt het opkopen en afwaarderen van ongeveer 280 000 hectare landbouwgrond in variant A een bedrag geraamd van 9 miljard euro (Figuur 10). Dit komt neer op ca €32 100 per hectare.

Begrote uitgaven door overheid aan landbouw- en natuurmaatregelen, 2021-2030



Figuur 10 Door PBL gerapporteerde begroting van uitgaven door de overheid aan landbouw- en natuurmaatregelen, 2021-2030 (bron: Tiktak et al, 2021)

De uitgaven zijn afhankelijk van de wijze van verwerven en de uiteindelijke bestemming. In de begroting wordt met beide getallen gerekend.

Tabel 7. Indicatie van kosten (M€) van afwaarderen van landbouwpercelen ten behoeve van herbestemming voor extensief grasland of bij opkopen ten behoeve van natuurontwikkeling in bufferzones van 100 meter en 250 meter ter weerszijde van beken.

Ligging	100 m ter weerszijde van beken		250 m ter weerszijde van beken	
	€32000/ha ¹	€42000/ha ²	€32000/ha	€42000/ha
Binnen N2000+1km	110	140	270	360
Buiten N2000+1km	430	560	1130	1490
Totaal	540	700	1400	1850

¹ Op basis van aannames ten aanzien van afwaarderen grond voor extensieve landbouw in Tiktak et al (2021)

² Op basis van rekenvergoeding van landbouwgrond bij gerichte opkoop van melkveehouderijbedrijven (PBL, 2020)

Afhankelijk van de functie en de inrichting van natuurzones zijn er extra investeringskosten. Zoals te zien is in Figuur 8 is een deel van de bufferzones gelegen langs middenlopen en benedenlopen van beken op grotere afstand van N2000 gebieden.

Enige kostenbesparing bij de aanleg van de bufferzones is mogelijk door langs deze middenlopen en benedenlopen de zones smaller te kiezen of achterwege te laten. Dit zou kunnen gelden voor de beektrajectendie voor een deel in de A-zones van de zgn ABCD-zonering zijn gelegen. Dit betreft bijvoorbeeld delen van de Oude IJssel in de Achterhoek, en de Leigraaf en de Aa van Gemert tot Den Bosch in de provincie Noord Brabant.

Geschat wordt dat de kosten ca 1,5 – 1,5 miljard euro bedragen voor de aanleg van 250 meter bufferzones langs het bekenstelsel buiten de N2000+1km gebieden, maar die in contact staan met N2000-gebieden of in de nabije omgeving liggen, en waarvoor een duidelijke opgave van landbouw voor de KRW aanwezig is. Voor het bekenstelsel binnen de N2000+1km gebieden worden de kosten op M€270 - M€360 geraamd, afhankelijk van de bestemming van de gronden.

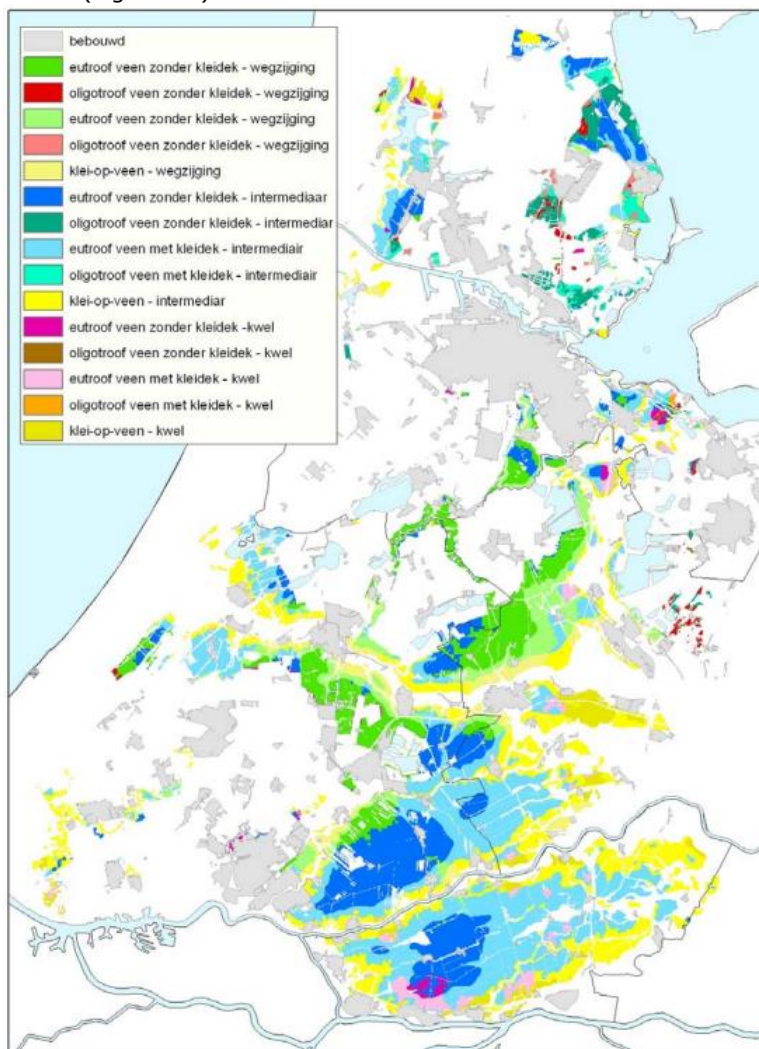
5 Vernatting van westelijk veengebied

5.1 Beschrijving

In deze beschouwing over effecten van vernatting van veengebieden beperken we ons tot het westelijk veengebied. De problematiek van de maaiveldvaling en de noodzaak tot afweging van ruimte-claims is hier nog sterker aanwezig dan in de andere veengebieden. Het effect van vernatting op de waterkwaliteit, naast de mogelijke effecten op vermindering van de uitstoot van broeikasgassen en een remming van de bodemdaling, worden bepaald door een aantal factoren:

- Landgebruik
- Veentype en bodemopbouw: trofiegraad van het veen en de eventuele aanwezigheid van een kleidek
- Drooglegging
- Opwaartse kwel of neerwaartse wegzijging

In de studie "Behoud van veenbodems door ander peilbeheer. Maatregelen voor een robuuste inrichting van het westelijk veenweidegebied" van Jansen et al, (2009) wordt onderscheid gemaakt in een aantal klassen (Figuur 11).



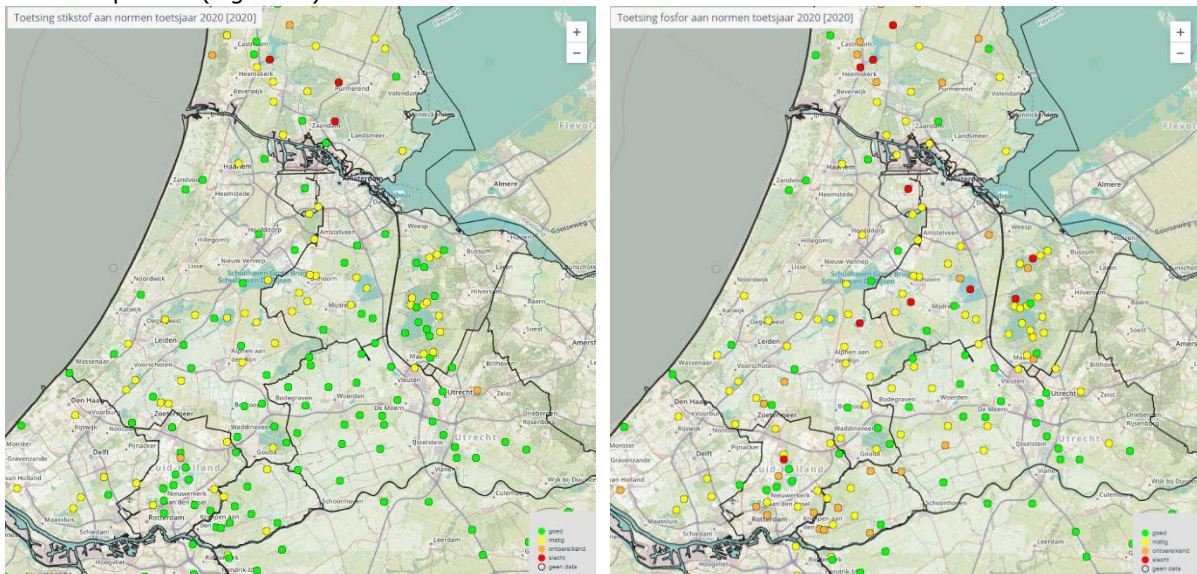
Figuur 11. Verschillen in bodemopbouw, veensoort en hydrologische omstandigheden die van invloed zijn op milieueffecten (bron: Jansen et al, 2009).

Het oppervlak van het veengebied in Figuur 11 bedraagt ca 132 000 ha waarvan 65 – 70% in gebruik is als grasland. Het landbouwareaal bedraagt 85000 – 90000 ha. De stedelijke bebouwing, bebouwing in het buitengebied, begroeiing in bebouwd gebied hoofdwegen beslaan ca 20%.

De veldemissie van ammoniak door de toepassing van mest op het landbouwareaal van dit gebied inclusief de emissie die optreedt als gevolg van beweiding wordt aan de hand van resultaten van het Initiator-model (van Boekel et al, 2021) geraamd op 2,4 – 2,5 kton N.

De polders slaan in tijden van een wateroverschot water uit op de boezemwateren en in droge periodes wordt water onttrokken aan deze boezemwateren. Op hun beurt wateren de boezems af op de grote wateren en worden peilen in droge periodes op niveau gehouden met rivierwater dat direct of indirect afkomstig is uit de Rijn en de Lek. De peilbesluiten van de waterschappen zijn regelmatig aangepast aan het dalende maaiveld. De veengronden zonder kleidek hadden in landbouwgebieden normaliter een drooglegging⁹ van 40 - 60 cm. De veengronden met een kleidek zijn wat minder gedaald en hadden daardoor een wat grotere drooglegging (50 – 70 cm). En de kleigronden met veen in de ondergrond dalen nog wat minder snel en hadden vaak een drooglegging van 60 – 80 cm. Sinds het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW¹⁰) wordt steeds meer "functie volgt peil" toegepast in plaats van "peil volgt functie" met als gevolg dat de drooglegging in polders minder diep wordt vastgesteld.

Figuur 3 laat zien dat voor het doelbereik voor de KRW vooral de fosforconcentratie in het oppervlaktewater een knelpunt is. Dit wordt bevestigd door een recente toestandsbeoordeling op de KRW-meetpunten (Figuur12).



Figuur 12. Toestandsbeoordeling voor 2020 van de N-concentraties (links) en P-concentraties (rechts) op de KRW-meetpunten in west Nederland (Bron: KRW-Nutrend).

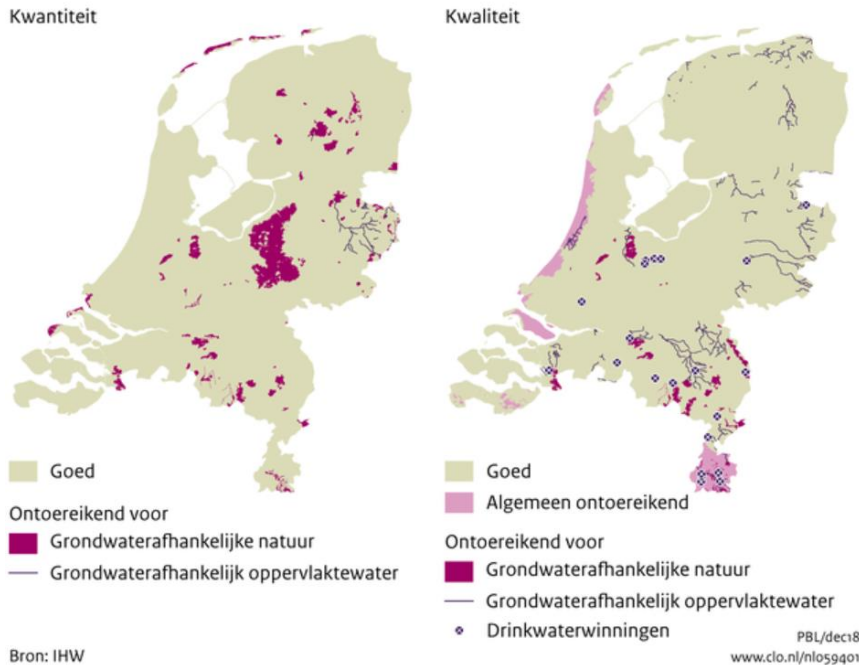
Voor stikstof wordt de concentratie voor het merendeel van de meetpunten als "goed" beoordeeld, met een aantal punten in het plasseengebied en ten westen van het plasseengebied waar de toestand matig is. In Noord-Holland benoorden het IJ komen meetpunten voor met een toestand "slecht". Voor de fosforconcentraties heeft een substantieel aantal een beoordeling "onvoldoende" en 10 meetpunten een beoordeling "slecht". Volgens figuur 3 zou de uit- en afspoeling gemiddeld met de helft of ruim de helft verminderd moeten worden om aan de KRW-doelen voor het oppervlaktewater te kunnen voldoen.

⁹ De drooglegging is het verschil tussen het maaiveld en het polderpeil. De ontwateringsdiepte (verschil tussen maaiveld en grondwaterstand) is in afvoerperiodes kleiner dan de drooglegging.

¹⁰ <https://www.uvw.nl/thema/transparante-overheid/bestuursakkoord-water/>

Het Compendium voor de Leefomgeving vermeldt dat de algemene toestand van het grondwater in 2015 overwegend goed was. Regionaal voldeed de kwaliteit van het grondwater echter niet in grondwaterafhankelijke oppervlaktewateren en zijn N2000-gebieden verdroogd.

Toestand grondwater Kaderrichtlijn Water, 2015



Figuur 13. Toestandsbeoordeling van het grondwater voor de Kaderrichtlijn Water in 2015 (Bron: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0594-grondwater-kaderrichtlijn-water>).

Omdat een aanzienlijk deel van de grondwaterafhankelijke N2000-gebieden is verdroogd, worden de doelen voor regionale waterkwantiteit vaak niet gehaald (de paarse gebieden in de linkerhelft van de figuur 13). Voor het westelijke veenweidegebied gaat het om enkele gebieden. De algemene chemische toestand voldeed in de meeste grondwaterwaterlichamen. In West-Nederland voldeed een aantal grondwaterlichamen echter niet aan het criterium voor chloride. Regionaal voldeed de kwaliteit van het grondwater niet voor grondwaterafhankelijke oppervlaktewateren in N2000-gebieden (rode gebieden in de rechterhelft van de figuur) (Galen et al. 2016).

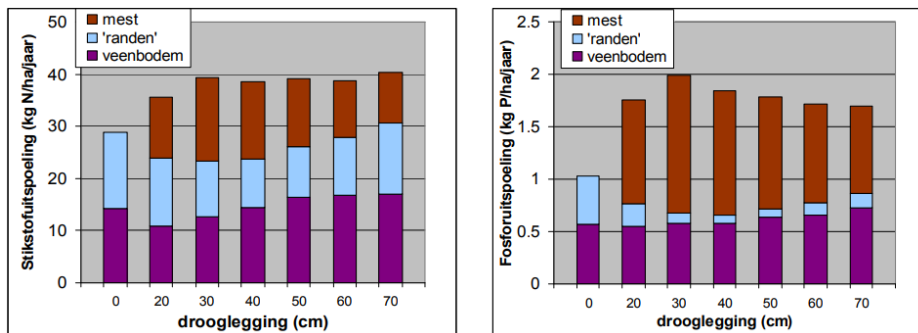
5.2 Consequenties van opzetten oppervlaktewaterpeil voor milieu-aspecten

Jansen et al (2009) geven aan dat door een hoger peil (geringere drooglegging) de veenafbraak wordt geremd met een lagere emissie van het broeikasgas kooldioxide (CO₂) en lachgas (N₂O) als gevolg. Zij verwachten dat het broeikasgas methaan (CH₄) al met een kleine drooglegging in de bovengrond kan oxideren.

Vernatting van veengronden leidt tot sterker gereduceerde omstandigheden in het bodemmilieu. Fosfaat gebonden aan bodemdeeltjes wordt onder deze omstandigheden mobieler, mede omdat een verschuiving optreedt in het evenwicht tussen Fe³⁺ en Fe²⁺. Of deze grotere mobiliteit ook leidt tot een grotere belasting van oppervlaktewater hangt af van de wijze waarop ontwatering plaatsvindt. Als vernatting plaatsvindt door afdammen van greppels en het bergen van water in de bodem en op het maaiveld kan dit leiden tot een vermindering van de waterafvoer ten opzichte van de ontwaterde landbouwsituatie. Ook neemt de verblijftijd van het af te voeren water in de bodem en op het maaiveld toe. Daarnaast biedt een vernatte situatie vaker de mogelijkheid om zuivering door helofytenfilters toe te passen. Het

hangt dus sterk af van de wijze waarop de hydrologische infrastructuur wordt vormgegeven of een grotere fosfaatmobiliteit in de bodem ook daadwerkelijk tot hogere P-belasting van oppervlaktewater zou leiden. Daarnaast geldt dat een hogere P-vracht vanuit de bodem tijdelijk zou zijn. Door een grotere afvoer uit de bodem vermindert de voorraad sneller en wordt eerder een toestand met verlaagde fosfaatvoorraden bereikt.

Met behulp van een rekenmodel leidden Jansen et al (2009) voor een perceel van het Veenweide InnovatieCentrum Zegveld een verband af tussen de mate van drooglegging en de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater (Figuur 13). Zij konden daarbij ook aangeven wat de herkomst was van de uitgespoelde stikstof en fosfor.



Figuur 13. Uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit een veenbodem bij verschillende niveaus van drooglegging.

Voor een plas-dras situatie waarin geen landbouw bedreven wordt, wordt berekend dat de stikstofuitspoeling met ruim 25% vermindert en de fosforuitspoeling met ongeveer de helft afneemt ten opzichte van een uitspoeling bij een drooglegging van 30 cm onder maaiveld. Ook een kleinere aanpassing van de drooglegging (20 cm in plaats van 30 cm) leidt tot een vermindering van de uitspoeling. Een grote drooglegging zou de fosforuitspoeling in geringe mate nog iets kunnen reduceren omdat bij diepere grondwaterstanden de ondiepe transportroutes in omvang afnemen. Onder de bron 'randen' wordt de aanvoer van stoffen via atmosferische depositie op de bodem, opwaartse kwel vanuit de ondergrond en de uitstroom van water dat in de zomerperiode is geïnfilterd. Naarmate drooglegging ondieper wordt, neemt de invloed van het geïnfilterde aangevoerde water toe en naarmate de drooglegging dieper wordt neemt de invloed van opwaartse kwel toe. Naarmate de drooglegging dieper wordt neemt ook de bijdrage van de bron 'veenbodem' toe. Bij een lagere grondwaterstand is de veenoxidatie en daarmee de mineralisatie van stikstof en fosfor groter dan bij een ondiepe grondwaterstand. De bron 'veenbodem' is een netto-balanspost en is het resultaat van de omzetting mestbestanddelen in de bodempool het vrijkomen van nutriënten uit de bodempool. Als de bodem niet meer bemest wordt (bij drooglegging = 0 cm) vindt geen omzetting van mestrestanten naar de bodempool meer plaats en kan in het geval van stikstof de netto-bijdrage aan uitspoeling iets groter zijn dan in een situatie waarin wel wordt bemest.

Wel of niet bemesten van de bodem heeft in de analyse van Jansen et al (2009) een groter effect op de uit- en afspoeling dan het hoog opzetten van de oppervlaktewaterpeilen. Schipper et al (2016) wijzen in hun studie naar het effect van maatregelen in de Krimpenerwaard erop dat natuurgronden en grasland met hoofdfunctie natuur vaak nog bemest worden. Voor de stikstofgift op natuurgrond is geen maximum gesteld en voor de fosfaatgift geldt een maximum van $20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$. Voor grasland met een natuurfunctie geldt een maximum stikstofgift van $170 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ en een maximum fosfaatgift van $70 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ (bron: RVO). In de praktijk zal het mestgebruik op de natuurgronden en het grasland met natuurfunctie lager zijn dan de maximumwaarden.

5.3 Consequenties van opzetten oppervlaktewaterpeil voor waterbeheer

Het opzetten van oppervlaktewaterpeilen heeft naast consequenties voor bedrijfsvoering en de bijdrage aan klimaatmitigatie van bedrijven als ook de milieubelasting uit bodems ook een aantal gevolgen voor de gebiedswaterhuishouding.

- Een hoger peil in een bepaalde polder leidt tot een verminderde kwel of verhoogde wegzijging binnen de polder, maar kan in een naburige polder waar het peil niet is aangepast leiden tot een hogere kwelflux. Voorbeelden hiervan zijn de Horstermeerpolder en de noordzijde van de Krimpenerwaard van waaruit water weglekt naar de 4 meter lager gelegen Zuidplaspolder. Aanwezige diepe kwel kan hierdoor worden verdrongen door minder diep lateraal aangevoerd water vanuit de "hoog-peil" gebieden. Soms is dit gunstig voor de waterkwaliteit (minder verzilting), maar voor ecosystemen die afhankelijk zijn van grondwater met een diepe herkomst kan dit ongunstig zijn. Het hogere peil in een polder ten behoeve van klimaatmitigatie, afremming van bodemdaling en waterkwaliteitsverbetering kan als consequentie hebben dat in een naburige polder het afwateringssysteem moet worden aangepast.
- Om een verhoogd peil te kunnen handhaven is meestal extra wateraanvoer nodig in de zomerperiode. De herkomst is in de meeste gevallen de Rijn en de Lek. Bij voortgaande klimaatverandering wordt ervan uitgegaan dat de beschikbaarheid van rivierwater in droge zomers niet meer vanzelfsprekend is. Om toch water beschikbaar te hebben voor peilbeheer dient binnen het gebied een groter volume water geborgen te kunnen worden.
- Extra wateraanvoer leidt ook tot een extra aanvoer van stoffen in het water. Afhankelijk van de concentratieverhoudingen van het gebiedseigen water en het gebiedsvreemde water kan dit gunstig of ongunstig zijn voor de ecosystemen. In een aantal situaties kan het leiden tot de extra aanvoer van sulfaat en bicarbonaat met een risico op "interne eutrofiëring¹¹".

Vernatting van veengebieden stelt deels andere en ook aanvullende eisen aan de waterhuishoudkundige infrastructuur en vraagt om een integrale afweging van "hoe", "waar" en "in welke mate".

¹¹ De processen die leiden tot interne eutrofiëring zijn in biologisch/chemische zin bekend aan aangeduid door Smolders et al (2006). De mate waarin dit een echt risico vormt is minder goed bekend en is voor een enkel gevallen verkend met een balansstudie (Hendriks et al, 2013). Het resultaat van deze verkenning is dat de aanvoer van sulfaat met waterinlaat gering is in verhouding met de gebiedseigen voorraad van pyriet in de bodem en dat wateraanvoer slechts een geringe rol zou spelen.

6 Synthese en conclusies

De beantwoording van de onderzoeksvragen in de inleiding is als volgt:

- Voor de beoordeling van maatregelen ten aanzien van de effectiviteit voor het doelbereik van de KRW dient onderscheid gemaakt te worden tussen stikstof en fosfor. Voor stikstof zijn brongerichte maatregelen effectief als de bron in voldoende mate wordt verminderd. Maatregelen die dit bewerkstelligen zijn onder andere een extensivering van het landgebruik en het uit productie nemen van landbouwgrond. Voor fosfor zijn naast brongerichte maatregelen ook routegerichte maatregelen nodig. Hierbij is te denken aan het blokkeren van oppervlakkige en ondiepe afstroming vanaf het maaiveld, en aan gerichte waterbeheersmaatregelen. Tussen stikstof en fosfor kan sprake zijn van een afwenteling: een gunstige maatregel ter vermindering van de stikstofuitspoeling kan ongunstig zijn voor de fosfor uit- en afspoeling. Aanvullend aan de voorliggende pakketten zou kunnen zijn 1) een milieugerichte optimalisering van precisielandbouw bij kapitaalintensieve gewassen; 2) een gericht teeltverbod van extreem uitspoelingsgevoelige gewassen in specifieke gebieden; 3) een nadere invulling van "extensieve landbouw" met fosfaatuitmijning; en 4) de hydrologische inrichting van een gebied met bijv. retentiebekkens of een andere vorm van waterberging waarmee ook waterkwaliteit is te verbeteren.
- Aanvullende voorwaarden om afwenteling op waterkwaliteit te voorkomen zijn:
 - o Sturing op de bestemming en het beheer van vrijgevallen gronden. Het omzetten van grasland naar (intensieve) akkerbouw leidt tot een verslechtering van waterkwaliteit. Bestemming als natuur met bijbehorende mestgebruiksruimte heeft een risico op afwenteling door hogere mestgiften op andere percelen.
 - o Inrichting van de waterhuishouding. Natuurgronden hebben meestal een andere inrichting dan landbouwgronden. De inrichting dient erop gericht te zijn om de uit- en afspoeling van voormalige landbouwgronden zoveel mogelijk te beperken.
- Sturing op zowel de plaats als de bestemming en het beheer van vrijgevallen landbouwgrond is nodig om te voorkomen dat afwenteling op waterkwaliteit plaatsvindt.
 - o Percelen direct aangrenzend aan beken en andere waterlopen hebben een groter risico op afwenteling dan percelen die niet direct in contact staan met waterlopen. Om die reden en omdat KRW doelbereik hier aanvullende inspanning vraagt, is uitgewerkt wat ruime bufferzones langs beken opleveren.
 - o Tabel 1 geeft meetresultaten weer van de nitraatuitspoeling onder verschillende teelten op zandgrond. Bij een ontwikkeling naar intensieve akker- en tuinbouw is het de verwachting dat ook de uit- en afspoeling naar oppervlaktewater zal toenemen.
 - o Onder de huidige regels van de mestwetgeving wordt aan natuurgronden en aan grasland met een natuurfunctie een mestgebruiksruimte toegekend. Bij een bestemming "natuur" van vrijgevallen landbouwgrond op een bedrijf bestaat het risico dat de mestgebruiksruimte op andere percelen van het bedrijf wordt aangewend.
- Het inrichten van bufferzones langs beken kan in de zandgebieden in sterke mate bijdragen aan het realiseren van doelen voor de KRW. Geschat is dat de N-uitspoeling met 20 – 40% kan worden verminderd bij een bufferbreedte van 100 meter en met 40 – 60% bij een bufferbreedte van 250 meter ter weerszijde van beken. De P-afspoeling wordt na 20 jaar met 10 – 20% en met 20 – 30% verminderd bij een breedte van 100 en 250 meter ter weerszijde van een beek. Verwacht wordt dat met de brede bufferzones de doelen voor stikstof- en fosforconcentraties in de KRW-waterlichamen gerealiseerd zullen worden.
- Bij een 250 meter brede strook ter weerszijde van beken zou ca 44 000 ha landbouwgrond worden omgezet, waarvan 20% gelegen is in N2000+1km gebieden. De kosten zijn afhankelijk van de omvang, de precieze inpassing in het landschap en het nieuwe functie(s) van deze zones. Geraamd wordt dat de extra kosten voor verwerving en inrichting 1,1 - 1,5 miljard euro bedragen. Dit zijn extra kosten t.o.v. het areaal gelegen binnen N2000-gebied en een zone van 1 km daaromheen. Het

is denkbaar dat met een verdere optimalisatie de extra kosten deels overlappen met kosten om aanvullend natuur aan te leggen en de veestapel te reduceren.

- Bij een nadere optimalisatie van de lokatiekeuze verdient het aanbeveling om van het principe "trap van bovenaf schoonvegen" uit te gaan. In de beschouwde beekgebieden is het areaal aan N2000-gebieden doorgaans het grootst in de bovenlopen.
- Vernatting van veenweidepercelen door het opzetten van oppervlaktewaterpeilen, in combinatie met het omzetten van landbouwgrond naar natuur, zal kunnen leiden tot KRW-doelbereik in de betreffende veengebieden. Het voorkomen van ongewenste afwentelingseffecten stelt echter wel eisen aan de waterhuishoudkundige inrichting en het toekomstige waterbeheer. Het zal met name nodig zijn ruimte te reserveren voor het vasthouden van gebiedseigen water om te benutten in droge perioden. Er is aangenomen dat dit onderdeel is van reeds voorziene maatregelen en dus niet tot extra kosten leidt, maar dit kan bij een vervolg nader onderzocht worden.

Aanbeveling

Maatregelen in het kader van de Stikstofaanpak bieden kansen om de mate van het doelbereik voor de KRW te vergroten en meekoppeleffecten te benutten. Aanbevolen wordt in een nadere integrale studie de meekoppeleffecten met meer detail in beeld te brengen, waarbij verschillende milieuaspecten, ontwikkelingsvisies op een toekomstig klimaatrobuust hydrologisch systeem en andere ruimtelijke ordeningsaspecten en sociaal-economische aspecten in samenhang worden beschouwd.

Referenties

- Buijs, S., K. Ouwerkerk en J. Rozemeijer, 2020. Meetnet Nutrinten landbouw Specifiek Oppervlaktewater. Toestand en trends tot en met 2018. Deltares, Utrecht. Deltares-rapport 11203728-005-BGS-0002
- CDM, 2021. 'Sturen op duurzame bouwplannen voor verbetering waterkwaliteit'. Commissie Deskundige Meststoffenwet. https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/kamerstukken/2021/09/06/cdm-advies-sturen-op-duurzame-bouwplannen-voor-verbetering-waterkwaliteit/2127199_CDM+advies_Sturen+op+duurzame+bouwplannen+voor+verbetering+waterkwaliteit.pdf
- Compendium voor de Leefomgeving. <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0594-grondwater-kaderrichtlijn-water>
- Corré W.J., C.L. van Beek, J.W. van Groenigen, 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.
- 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.
- Gaalen F. van, A. Tiktak, R. Franken, E. van Boekel, P. van Puijenbroek & H. Muilwijk, 2016. Waterkwaliteit nu en in de toekomst. Eindrapportage ex ante evaluatie van de Nederlandse plannen voor de Kaderrichtlijn Water. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Groenendijk, P., E. van Boekel, L. Renaud, A. Greijden, R. Michels, T. de Koeijer, 2016. Landbouw en de KRW-opgave voor nutriënten in regionale wateren; Het aandeel van landbouw in de KRW-opgave, de kosten van enkele maatregelen en de effecten ervan op de uit- en afspoeling uit landbouwgronden. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2749.
- Groenendijk, P. en E.M.P.M. van Boekel, 2017. Landbouw en de KRW-opgave voor nutriënten in de regionale wateren. Water Matters : Kenniskatern voor Waterprofessionals - Dutch edition. Dec 2017. P 24-27.
- Hendriks, R.F.A., J.W.R. Twisk, L. van Gerven, L. en J. Harmsen, 2013. Sulfaat in veenweiden: gebiedsvreemd of gebiedseigen? H2O mei 2013, p. 1 - 8. https://www.h2owaternetwerk.nl/images/1305-02_SulfaatGebiedseigen-hendriks.pdf
- Jansen, P.C., R.F.A. Hendriks en C. Kwakernaak, 2009. Behoud van veenbodems door ander peilbeheer; Maatregelen voor een robuuste inrichting van het westelijk veenweidegebied. Wageningen, Alterra, rapport 2009.
- Knoben R., N. Evers, et al, in prep. Ex-ante analyse van de 3e Stroomgebiedsbeheersplannen, rapport Royal Haskoning.
- KRW-Nutrend: <http://krw-nutrend.nl/>
- Lesschen, J.P., J. Reijs, T. Vellinga, J. Verhagen, H. Kros, M. de Vries, R. Jongeneel, T. Slier, A. Gonzalez Martinez, I. Vermeij en C. Daatselaar, 2020. Scenariostudie perspectief voor ontwikkelrichtingen Nederlandse landbouw in 2050. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2984.
- LMM. Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid: <https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-effecten-mestbeleid> en <https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksinstituten/economic-research/themas/monitoring-duurzaamheid/landelijk-meetnet-effecten-mestbeleid.htm>
- Min van LNV en Min van I&W, 2021. Ontwerp 7^e Nederlandse actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2022 – 2025). Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2021/09/06/consultatie-en-milieueffectrapportage-voor-het-7e-actieprogramma-nitraatrichtlijn/Ontwerp+7e+AP_v1.pdf
- Noij, I.G.A.M., M. Heinen, en P. Groenendijk, 2012. Effectiveness of non-fertilized buffer strips in the Netherlands: final report of a combined field, model and cost-effectiveness study. Wageningen, Alterra, Alterra report 2290. 147 pp

- Tiktak, A., D. Boezeman, GJ van den Born en A. van Hinsberg, 2021. Quickscan van twee beleidspakketten voor het vervolg van de structurele aanpak stikstof. © PBL Planbureau voor de Leefomgeving Den Haag, 2021 PBL-publicatienummer: 4694
- PBL, 2020. Analyse stikstofbronmaatregelen, Analyse op verzoek van het kabinet van zestien maatregelen om de uitstoot van stikstofoxiden en ammoniak in Nederland te beperken © PBL Planbureau voor de Leefomgeving Den Haag, 2020 PBL-publicatienummer: 4073
- Schipper, P.N.M., R.F.A. Hendriks, H.T.L. Massop en E.M.P.M. van Boekel, 2016. Belasting van waterlichamen in de Krimpenerwaard met stikstof en fosfor. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2738.
- Schipper, Peter, Ewin van Boekel, Edo Gies, Piet Groenendijk, Hans Kros, Leo Renaud en Jan Cees Voogd, 2021. Landbouw en de KRW-opgave voor nutriënten in stroomgebied Maas; Opgave voor landbouw en de potentie van maatregelen voor het behalen van doelen. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3046.
- Smolders, A., L. Lamers, E. Lucassenm G. Van der Velde en J. Roelofs, 2006. Internal eutrophication: How it works and what to do about it – a review. *Chemistry and Ecology* 22 (2): 93-111.
- Timmermans, B., N.van Eekeren, E. Finke, F. Smeding en M. Bos, 2010. Fosfaat uitmijnen op natuurpercelen met gras/klaver en kalibemesting/ Handreiking voor de praktijk. www.louisbolk.nl
- Van Boekel, E., P. Groenendijk, J. Kros, L. Renaud, J.C. Voogd, G. Ros, Y. Fujita, G.J. Noij en W. van Dijk, 2021. Effecten van maatregelen in het zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn. Milieueffectrapportage op planniveau. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3108.
- Salm, C. van der en O.F. Schoumans, 2011. Langetermijneffecten van verminderde fosfaatgiften. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 223.
- Van der Salm, C., P. Groenendijk, R.F.A. Hendriks, H.T.L. Massop, L.V. Renaud, 2015. Opties voor benutten van de bodem voor schoon oppervlaktewater. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2588.
- Velthof, G., H. Kros, J.C. Voogd. C. Daatselaar, T. Hermans, K. Groenestein, N. Ogink, J.P. Lesschen, E. Gies, R. Jongeneel, D. Verstand, R. Jongschaap, J. Huijsmans, 2021. Gebiedgerichte verkenning van de 'verdere aanpak stikstof'. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3111.
- 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.