

Effectiviteit nutriëntenmaatregelen om uit- en afspoeling vanuit landbouwgronden te verminderen

In Nederland is de nutriëntenstatus van grond- en oppervlaktewater volgens de Nitraatrichtlijn en Kaderrichtlijn Water (KRW) in veel gebieden nog ontoereikend. Uit- en afspoeling van stikstof en fosfor uit landbouwgronden naar grondwater en oppervlaktewater hebben daar in veel gebieden een aanzienlijk aandeel in. Het Rijk en de landbouwsector willen als alternatief voor generieke aanscherping de mogelijkheid om restopgaves met een gebieds- en bedrijfsspecifieke maatwerkaanpak op te lossen. Deze Deltafact geeft een overzicht van de kennis over de effectiviteit van maatregelen die voor die maatwerkaanpak in beeld zijn.

1. INLEIDING
2. GERELATEERDE ONDERWERPEN EN DELTAFACTS
3. STRATEGIE
4. SCHEMATISCHE WEERGAVE UIT- EN AFSPOELING
5. WERKING
6. KOSTEN EN BATEN
7. GOVERNANCE
8. KENNISLEEMTEN
9. BRONNEN & LINKS
10. COLOFON

1. INLEIDING

Zowel stikstof als fosfor zijn in veel type wateren bepalend voor de KRW-toestand ten aanzien van algen en ondergedoken waterplanten ([Verdonschot 2021](#)). Door het milieubeleid is sinds de jaren 1990 is de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit flink verbeterd. Recente studies hebben uitgewezen dat er desondanks in veel gebieden nog een grote opgave is om de waterkwaliteit voor nutriënten voldoende te verbeteren (Verdonschot 2021, [Knoben et al 2021](#)).

Uit- en afspoeling van stikstof en fosfor vanuit landbouwgronden hebben een belangrijk aandeel in de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater. Het mestbeleid is erop gericht om de uit- en afspoeling van landbouwgronden zodanig te beperken, dat voldaan wordt aan de Europese Nitraatrichtlijn (NiR) en Kaderrichtlijn Water (KRW). Naast generiek aanscherping van de mestwetgeving, wordt beleidsmatig ingezet op het gebiedsgericht stimuleren van agrarische bedrijven om vrijwillige (bovenwettelijke) maatregelen te nemen die de uit- en afspoeling beperken. Een goede ontsluiting van beschikbare kennis over de effectiviteit van nutriëntenmaatregelen is essentieel voor het slagen van deze aanpak ([Breman et al., 2016](#)). De onderhavige Deltafact bundelt deze kennis.

2. GERELATEERDE ONDERWERPEN EN DELTAFACTS

Beleid:

- Europese Nitraatrichtlijn en Kaderrichtlijn water
- Nitraat Actie Programma (6^e en concept 7^e)
- Bestuursovereenkomst "Aanvullende aanpak nitraatuitspoeling uit agrarische bedrijfsvoering in specifieke grondwaterbeschermingsgebieden"
- Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW)
- Bescherming drinkwaterbronnen

Deltafacts

- [Bodem als buffer](#)
- [Emissieroutes gewasbeschermingsmiddelen](#)
- [Onderwaterdrainage](#)
- [Regelbare drainage](#)
- [Vergrijzing van grondwater](#)

Andere gerelateerde onderwerpen:

- Kennisimpuls Waterkwaliteit, KIWK-thema [ecologische kwaliteit](#)
- Kennisimpuls Waterkwaliteit, KIWK-thema [grondwaterkwaliteit](#)
- Ecologische sleutelfactoren, [ESF-stilstaande-wateren](#) en [ESF-stromende-wateren](#)

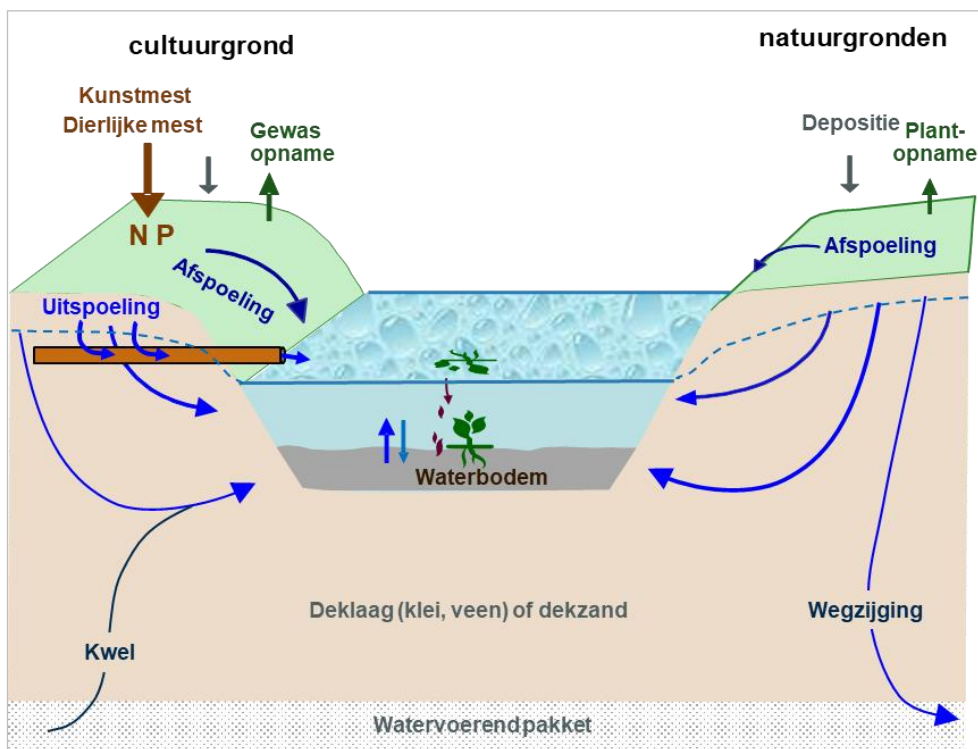
3. STRATEGIE

De hoge concentraties aan fosfor en/of stikstof belemmeren in veel oppervlaktewateren de ecologische KRW-doelen. In zand- en lössgebieden zijn de nitraatgehalten in het ondiepe grondwater onder landbouwgronden gemiddeld hoger

dan 50 milligram per liter. Dit is hoger dan de norm die in de Nitraatrichtlijn en de Grondwaterrichtlijn is voorgeschreven. Een te hoge nutriëntenbelasting van oppervlaktewater belemmert niet alleen ter plaatse een goede ecologische kwaliteit, maar kan ook in benedenstroomse (kust-)wateren een goede kwaliteit belemmeren. Dit wordt aangeduid als afwenteling. De onderhavige Deltafact heeft betrekking op landbouwmaatregelen waarmee de af- en uitspoeling van stikstof en fosfor naar water vermindert, hetgeen bijdraagt aan het bereiken van de KRW-doelen voor nutriënten en de Nitraatrichtlijn.

4. SCHEMATISCHE WEERGAVE UIT- EN AFSPOELING

De uit- en afspoeling zoals in deze Deltafact beschouwd zijn schematisch weergegeven in figuur 1.



Figuur 1 Schematische weergave emissieroute uit- en afspoeling van stikstof en fosfor.

Afspoeling betreft de emissieroute van water dat oppervlakkig over het maaiveld afstroomt naar de watergang die grenst aan het perceel, of een greppel die daarop afwatert. Het afspoelende water bevat stikstof en fosfor in opgeloste vorm en gebonden aan gronddeeltjes. Oppervlakkige afstroming treedt op als de neerslag niet door de bodem verwerkt kan worden (overschrijding infiltratie capaciteit) of als het grondwater zo hoog staat dat de neerslag niet in de bodem geborgen kan worden. In enkele hoog gelegen delen van Nederland liggen sommige percelen zodanig hellend

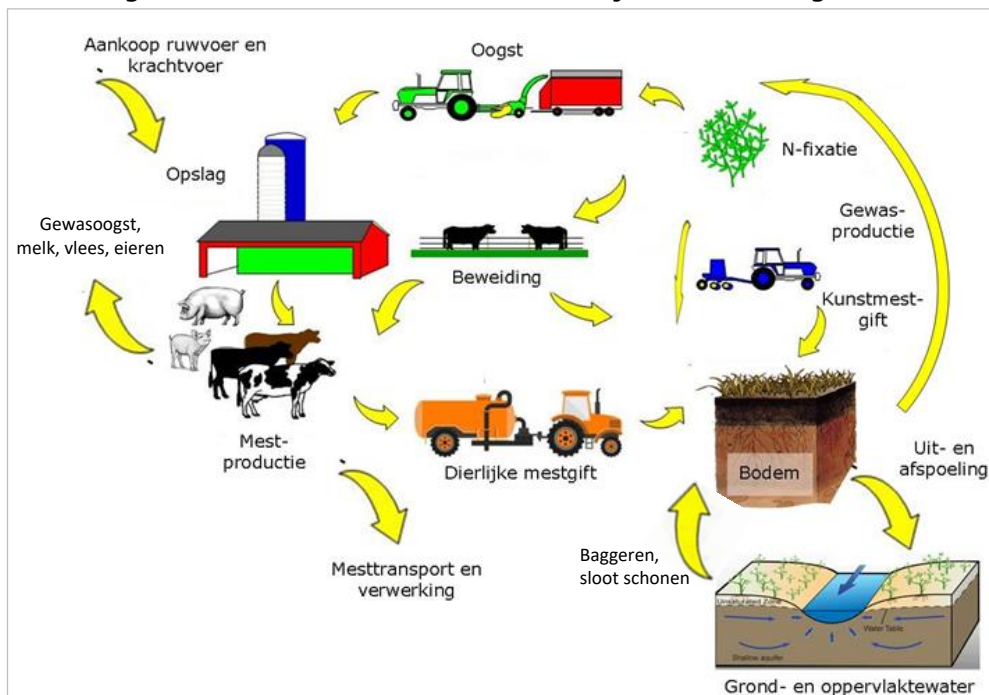
dat daar relatief veel oppervlakkige afstroming plaatsvindt en ook erosie een relevante emissieroute kan zijn. Op vlakke percelen treedt in natte periode vaak plasvorming op, van waaruit het water vaak heel plaatselijk overloopt naar de sloot ([Rozemeijer et al 2021](#)). De risico's voor oppervlakkige afspoeling nemen toe als op percelen sprake is van slomp of ondergrondverdichting ([Van den Akker, WUR 2021](#)).

Uitspoeling betreft de emissieroute via het grondwater en daarbij ook het water dat via buisdrainage naar de sloot wordt afgevoerd. Voor het mest- en waterkwaliteitsbeleid wordt zowel gekeken naar de invloed van die uitspoeling op de nitraatgehalten in het grondwater, als naar de invloed van de af- en uitspoeling van stikstof en fosfor naar het oppervlaktewater.

5. WERKING

Nutriëntenstromen in de landbouw

Om de complexiteit, samenhang en terugkoppelingen van handelingen rond nutriënten binnen een agrarisch bedrijf te begrijpen, is inzicht nodig in de nutriëntenstromen binnen landbouwbedrijven. Maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit vragen om bewuste inspanningen van agrariërs. Voor een agrariër staat zo'n inspanning niet op zichzelf, maar heeft effect op allerlei andere handelingen. Dit wordt voor landbouwbedrijven met vee geïllustreerd door figuur 2.

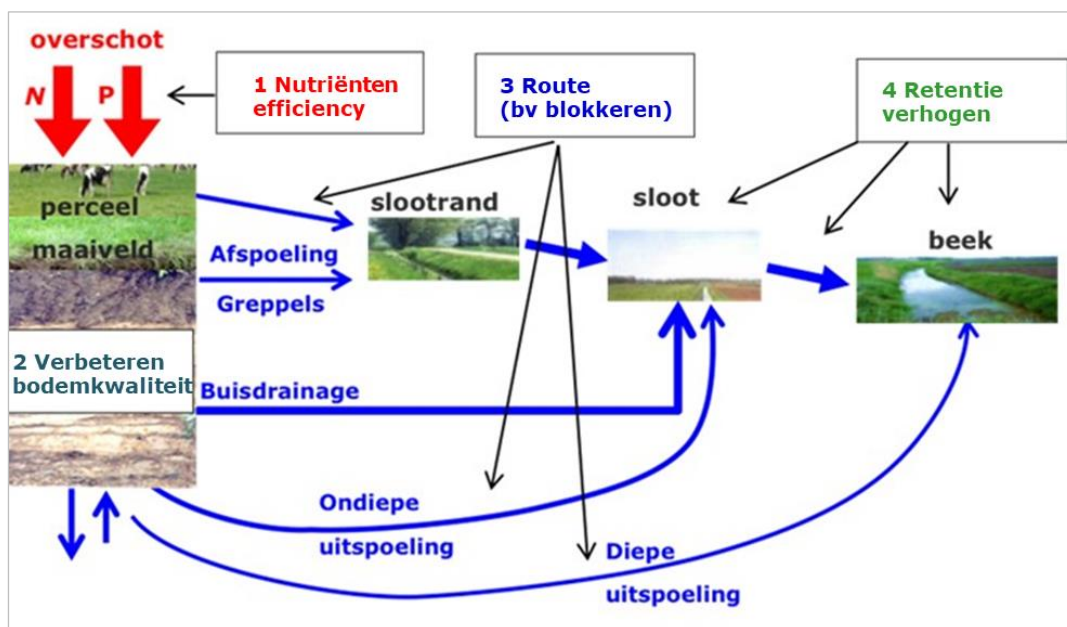


Figuur 2 Schematische weergave nutriëntenstromen op een landbouwbedrijf met vee. (Bron: [Groenendijk et al, 2021a](#)).

Daarin is te zien hoe naast de nutriëntenbelasting van de bodem door mestgiften (waaronder mineraalconcentraten) allerlei nutriëntenstromen elkaar beïnvloeden. Dit betekent dat er verschillende manieren zijn om tot vermindering van emissies te komen, maar ook dat het door de terugkoppelingen van nutriëntenstromen binnen een landbouwbedrijf niet altijd mogelijk is om effecten van maatregelen te overzien.

Type Landbouwmaatregelen

Er zijn veel maatregelen denkbaar en mogelijk om de uit- en afspoeling van nutriënten te verminderen. Maatregelen kunnen worden ingedeeld op basis van het effect dat ze sorteren (bron-pad-object/zuivering). Dit wordt geïllustreerd in figuur 3.



Figuur 3. Type nutriëntenmaatregelen, onderverdeeld vanuit bron-pad-object/zuivering benadering. Overschotten worden in de landelijke nitraatrapportages en het Landelijk Mest Meetnet (LMM) berekend als bodembalans (bouwvoor), zijnde de som van de totale N en P mestgiften en atmosferische depositie, minus ammoniakvervluchtiging en de gewasafvoer van het perceel.

Bronmaatregelen worden genomen door agrariërs en zijn gericht op het verminderen van de stikstof en fosfor overschotten van de bodem en verhogen van de efficiency van de benutting van de nutriënten. Bijvoorbeeld door aanpassing van mestgiften, het verhogen van de gewasopname, en precisiebemesting (juiste hoeveelheid en samenstelling van mestgiften op de juiste plaats en tijdstip).

Route- en zuiveringsmaatregelen hebben betrekking op het verminderen van de impact van nutriëntenverliezen op water door het vroegtijdig afvangen, vastleggen of

omzetten van nutriënten voordat ze in het oppervlaktewater terecht komen of voordat nitraat uitspoelt naar het diepere grondwater. Voorbeelden van routemaatregelen zijn regelbare drainage, bufferstroken, groenbedekking en maaiveldaanpassing gericht op het afvangen van afspoeling naar het oppervlaktewater. Deze maatregelen liggen in principe op het perceel of de perceelsrand en kunnen dus door agrariërs worden getroffen. Vaak zijn deze maatregelen goed te combineren met maatregelen voor andere beleidsdoelen, zoals klimaatadaptatie, biodiversiteit en kringlooplandbouw. Een bezinkpoel verbetert bijvoorbeeld de waterkwaliteit, maar zorgt tegelijk voor waterretentie, heeft ecologische waarde en biedt kansen om nutriënten en organisch materiaal op bedrijfsniveau te recirculeren.

Aanpassing in kavelsloten en andere omringende watergangen, zoals natuurvriendelijk baggeren, afdammen van sloten, aanpassing van slootprofielen, zijn erop gericht om water langer vast te houden en de retentie van de nutriënten in het oppervlaktewater te vergroten. Retentie wordt bepaald door afbraak (denitrificatie), bezinking en vastlegging in de waterbodem, en opname in waterplanten en daarmee ook door het beheer ten aanzien van baggeren en schonen van watergangen. Daarmee verminderen ze de doorwerking van nutriëntenverliezen naar benedenstrooms gelegen (meestal KRW) wateren. Deze maatregelen kunnen op bedrijfsniveau in boerensloten door agrariërs worden genomen en in overige watergangen, en dus op gebiedsniveau, door waterschappen. Deze type maatregelen bieden net als de route- en zuiveringsmaatregelen kansen voor combinaties met maatregelen voor klimaatadaptatie, biodiversiteit en het sluiten van lokale kringlopen.

Bodemverbetering komt vaak ten goede aan de gewasgroei (betere water- en nutriëntenbenutting), vermindert risico's op oppervlakkige afspoeling, vergroot of herstelt de natuurlijke zuiverende werking door bodemleven en kan daarom zowel als bronmaatregel en als routemaatregel worden gezien.

Brongerichte maatregelen kunnen voor stikstof snel effectief zijn voor de concentraties in het bovenste grondwater en in de snelle routes naar het oppervlaktewater. Het effect op dieper grondwater en langere routes naar het oppervlaktewater kan door de reistijd jaren tot decennia duren. Voor fosfor zijn bronmaatregelen ook voor het bovenste grondwater en de snelle routes pas op de

langere termijn effectief. Dit heeft te maken met de grote bodemvoorraad, die zelfs met gericht uitmijnen pas na 10-20 jaar substantieel minder wordt. Voor het op kortere termijn verminderen van fosforverliezen naar oppervlaktewater zijn vooral routemaatregelen en zuiverende maatregelen nodig om de belasting naar het oppervlaktewater substantieel te verminderen.

Effectiviteit van maatregelen

Voor de Kennisimpuls Waterkwaliteit is een review uitgevoerd van de beschikbare kennis over de effectiviteit van nutriëntenmaatregelen ([Groenendijk et al, 2021a](#)). Voor deze review zijn wetenschappelijke publicaties beschouwd die vanuit Duitsland, Engeland, Noordwest-Europa en wereldwijd overzicht geven van de (anno 2020-21) beschikbare kennis over de effecten. De studie geeft voor 25 maatregelen een overzicht van de kennis over de effectiviteit. Dit overzicht is opgenomen in Tabel 1. Tien van deze maatregelen zijn verplicht volgens het vigerende (zesde) NAP, namelijk maatregel 1, 2, 4, 5, 6, 12, 818, 21 en 22. De overige zijn DAW-maatregelen waarvan door het supportteam van DAW is aangegeven dat deze voldoende draagvlak hebben. Voor ieder van deze maatregelen is in de bijlage van het reviewrapport een factsheet opgenomen die een beschrijving geeft van de referentiesituatie, de maatregel, het toepassingsgebied, gerapporteerde effecten op nitraat en de N- en P-belasting van oppervlaktewater en mogelijke neveneffecten.

Uit Tabel 1 komt naar voren dat de kennis over de effectiviteit van veel nutriëntenmaatregelen nauwelijks is gebaseerd op wetenschappelijke veldproeven. Voor het Europese onderzoeksprogramma Horizon2020 is in het project FAIRWAY met een meta-analyse een systematische inventarisatie uitgevoerd naar de effectiviteit van maatregelen om nitraatuitspoeling te verminderen. Een meta-analyse geeft een synthese van literatuur over effecten van ingrepen waarbij kwantitatief gerapporteerde effecten van wetenschappelijk gepubliceerde experimenten (verschil met en zonder behandeling) door normalisatie met elkaar worden vergeleken. Deze meta-analyse omvatte 53 studies met 278 waarnemingen voor de maatregelen bodembedekkers (vanggewassen), biochar, peilgestuurde drainage, niet-kerende grondbewerking ('tillage'), bufferzones en aanpassing van de toedieningsmethode van mest. De resultaten van deze analyse is weergegeven in Figuur 4.

Tabel 1 Onderbouwning effecten landbouwmaatregelen voor afname uit- en afspoeling nutriënten.

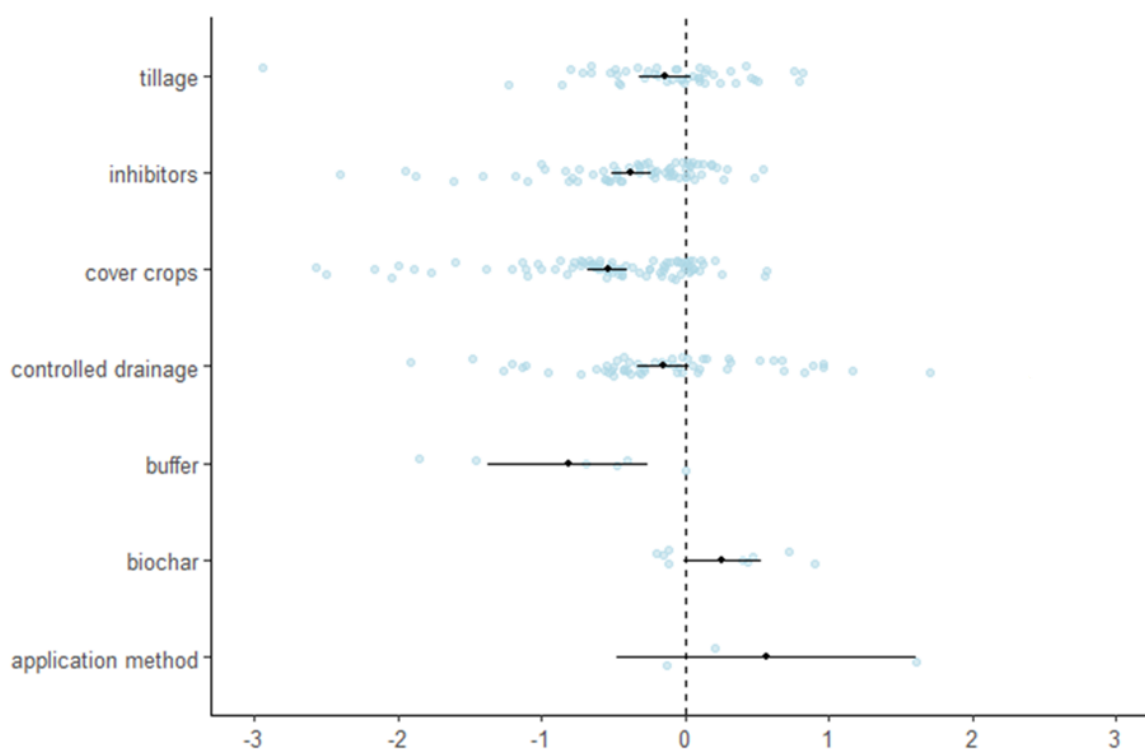
MAATREGEL	Onderbouwning effect ¹⁾ net veldonderzoek	Toepassing maatregel type landbouw ²⁾			
		mv	ab	vg	bb
1. Aanpassen voorwaarden en gebruiksnormen voor scheuren van grasland op zand- en lössgrond	++	x			
2A. Aanpassing indeling fosfaatklassen en bijbehorende fosfaatgebruiksnormen		x	x	x	x
2B. Verruiming P-norm bij toepassen organische stofrijke meststoffen op bouwland	0	mais	x	x	x
3. Afstemmen bemesting op de N-mineralisatie	0	x			
4. Rijenbemesting van maïs op zand- en lössgrond	++	mais			
5. Verschuiven uitrijdperiode drijfmest bouwland	?	mais	x	x	x
6. Verruimen uitrijdperiode vaste mest op grasland	0	x			
7. Latere voorjaarstoediening van dierlijke mest op gras- en maisland	0	x			
8. Optimaliseren stikstofwerking van mest	0	x			
9. Drijfmest verdunnen bij uitrijden	+	x			
10. Toepassing minder uitspoelinggevoelige minerale N-meststoffen	0	x	x	x	x
11. Inzet van compost en organische mest	+		x	x	x
12. Eisen aan de teelt van vanggewassen en groenbemesters	++		x	x	x
13A. Optimaliseren van landgebruik met gras en maïs	+	x			
13B. Toepassing vruchtwisseling melkveebedrijf, gericht op behoud en opbouw van organische stof	+	x			
14. Verlenging van de leeftijd van grasland	+	x			
15. Gebruik van diep wortelende gewassen en rustgewassen	+	x	x	x	x
16. Op tijd zaaien en goed verzorgen van een vanggewas	++	mais	x		
17. Bodembedekking door toepassing van groenbemesters, tussengewassen en vanggewassen	+	mais	x	x	x
18. Aanbrengen drempels bij ruggenteelten op klei- en lössgrond (6e AP) en andere gronden (DAW)	NL: 0 Int.: +		x	x	
19. Voorkomen bodemverdichting door aanpassen wiellast	0			x	
20. Toepassen van onderwaterdrainage in veengebieden	++ discussie	x			
21. Voorkomen erfafspoeling nutriënten	Conc.: + Vrachten: 0	x			
22. Onbemeste stroken langs waterlopen	NL: + Int.: ++	x	x		
23. Natte bufferstroken	NL: + Int.: ++	x	x	x	x
24. Gebruik baggerpomp voor effectief sloot baggeren	0	x			
25. Verwijdering van fosfaat uit drainagewater	Lokaal				x

¹⁾ ++ onderbouwd met gerapporteerd/gepubliceerd veldonderzoek; + enig veldonderzoek met summiere rapportage; 0 niet onderbouwd met veldonderzoek, effect beredeneerd op basis van logica en expert-judgement; ? geen inzicht in mate van onderbouwning.

²⁾ MV=melkveehouderij, AB=akkerbouw, VG=vollegrondsgroente, BB=bloembollen

Vanwege een gebrek aan gepubliceerde onderzoeken en het ontbreken van een solide, uniforme en paarsgewijze vergelijkingen (behandelingsgroep versus controlegroep), was het niet mogelijk om de meta-analyse uit te voeren voor overige maatregelen, zoals gebalanceerde N-bemesting, aanpassingen van de timing van het uitrijden van mest, beperkte begrazing, veranderingen in vruchtwisseling en mulchen.

Figuur 4 toont de grote spreiding van de gevonden effectiviteit. Het laat verder zien dat bufferstroken, vanggewassen ('cover crops' in de figuur) en toepassing van nitrificatieremmers leiden tot een significante afname van nitraatverliezen; het 95%-betrouwbaarheidsinterval overlapt niet met de 0-lijn die geen effect representeert. Voor de overige geanalyseerde maatregelen (geen kerende grondbewerking, 'tillage' in de figuur), peilgestuurde drainage, biochar en wijziging van de mest-toedieningsmethode geeft de meta-analyse geen significant effect.



Figuur 4. Resultaten van een meta-analyse naar het effect van verschillende maatregelen op nitraatverliezen. De nullijn representeert geen effect. Per maatregel is gemiddelde effect met 95%-betrouwbaarheidsinterval weergegeven. Bron: [Velthof et al, 2020](#).

De teelt van vanggewassen wordt als effectieve maatregel gezien in Nederland en Denemarken om het uitspoelbare stikstofresidu in de bodem na de oogst te

verminderen. Voor Engeland & Wales wordt ingeschat dat deze maatregel ook bijdraagt aan het verminderen van de P-belasting van oppervlaktewater door minder oppervlakkige afspoeling en erosie.

Het effect van bufferstroken op de nitraatconcentratie hangt, naast de breedte en inrichting van de zone, samen met de samenstelling van de bodem en ondergrond en de relatie tussen grondwater en oppervlaktewater. Als gekeken wordt naar de internationale literatuurstudies over het effecten van bufferstroken op de uit- en afspoeling van nutriënten, worden de effecten (afname van de uit- en afspoeling) beduidend groter ingeschat dan de onderzoeksresultaten van veldonderzoek in Nederland en België ([Noij et al, 2012](#)). Een verklaring hiervoor is dat de meeste studies in de literatuur betrekking hebben op hellende percelen met een ondiepe, waterdoorlatende bodem en dat bufferstroken worden ingericht als ruige vegetatie. Op dergelijke percelen wordt de belasting van oppervlaktewater voornamelijk veroorzaakt door oppervlakkige afstroming, hetgeen vrij effectief door bufferstroken kan worden geblokkeerd. In de Nederlandse situaties is het aandeel van oppervlakkige afspoeling ten opzichte van de totale uit- en afspoeling beduidend kleiner en is erosie alleen een potentieel belangrijke emissieroute voor sterk hellende percelen.

Tools om kansrijke maatregelen te selecteren

Of een nutriëntenmaatregel succesvol kan worden toegepast is afhankelijk van de effectiviteit, toepasbaarheid, uitvoerbaarheid en kosten. Onder effectiviteit wordt verstaan of de belasting van grond- of oppervlaktewater met stikstof- of fosfor met succes wordt verminderd. Onder toepasbaarheid wordt verstaan of een maatregel überhaupt van toepassing is voor een specifieke situatie. Onder uitvoerbaarheid wordt verstaan of een maatregel redelijkerwijs inpasbaar is in de bedrijfsvoering van een agrariër. Onder de kosten wordt verstaan de investeringen die noodzakelijk zijn en zich niet geheel terugverdienen via een besparing op kosten of toename van opbrengst.

De GIS-systematiek [Maatregelen-op-de-kaart](#) omvat 60 maatregelen die de nutriëntenbelasting naar water kunnen verminderen. Voor de selectie zijn uit de BOOT-lijst maatregelen geselecteerd die gericht zijn op emissies van stikstof en fosfor naar water. Maatregelen uit de BOOT-lijst met een vergelijkbaar effect en/of uitvoering zijn samengevoegd. Zo is de lijst uitgedund naar 49 maatregelen. Op

basis van expertise van betrokken experts zijn 11 kansrijke nutriëntenmaatregelen toegevoegd.

De effectiviteit van de maatregelen is beoordeeld op basis van consensus door een groep experts van verschillende kennisinstituten. De tool geeft op perceelsniveau aan welke van deze 60 maatregelen toepasbaar zijn en geeft inspiratielijsten met de vijf meest kansrijke maatregelen voor het terugdringen van de uit- en afspoeling van stikstof en fosfor ([Groenendijk et al, 2021b](#)).

Volgens Maatregelen-op-de-Kaart zijn in Nederland 5 tot 39 maatregelen per perceel toepasbaar. Deze grote variatie hangt samen met de perceelskenmerken die van invloed zijn op de toepasbaarheid en effectiviteit van maatregelen. Zo verschillen de geadviseerde maatregelen bij aanwezigheid van buisdrainage ten opzichte van een situatie als er geen buisdrainage is, of wordt een bufferstrook effectiever geacht bij hogere grondwaterstand, een afhellend perceel en/of bij grond met hoge infiltratieweerstand voor regenwater.

Een daarvan is of een perceel grenst aan oppervlaktewater. In dat geval kunnen route maatregelen en zuiveringsmaatregelen toepasbaar zijn. Ook is de aard van de opgave bepalend voor de specifieke effectiviteit van maatregelen.

Voor de aanpak van de stikstofbelasting van oppervlaktewater zijn meer maatregelen beschikbaar dan voor fosfor en grondwater. Zo zijn de geselecteerde routemaatregelen en zuiveringsmaatregelen niet geschikt voor het beperken van de stikstofuitspoeling naar het grondwater, en zijn bronmaatregelen niet effectief voor het beperken van de fosforbelasting van het oppervlaktewater.

Minder nutriëntenverliezen naar grond- en oppervlaktewater is lang niet de enige opgave voor de agrariërs. Zij moeten omwille van het milieu besluiten nemen in een integrale bedrijfsomgeving, met niet alleen aandacht voor schoon water, maar ook voor minder gebruik en emissie van gewasbeschermingsmiddelen, minder stikstof- en broeikasgasemissies naar de lucht, biodiversiteit, diergezondheid, minder waterverbruik, koeien in de wei, aantrekkelijkheid van het landschap en meer. Voor landbouwadviseurs is het dan ook niet makkelijk om voor agrarische bedrijven maatregelen aan te dragen die passen bij het bedrijf en de verschillende milieupgaven in het gebied. Voor dit advieswerk zijn er naast de tool Maatregel-op-de-

kaart anno 2020 een behoorlijk aantal tools voor bewustwording en advies over bedrijfsvoering die gericht zijn op een verbetering van de waterprestatie (kwaliteit en kwantiteit), biodiversiteit, bodem- en luchtkwaliteit. Het [Strategisch plan voor de ontwikkeling van tools](#) (Ros et al, 2020) beschrijft en evalueert de tien meest gebruikte instrumenten en geeft adviezen voor verdere samenwerking tussen ontwikkelaars en een mogelijke integratie van de tools.

6. KOSTEN EN BATEN

De kosten van maatregelen om de nutriëntenbelasting van grond- en oppervlaktewater door landbouwbemesting te verminderen zijn context- en gebiedspecifiek. Voor de maatregelen die zijn opgenomen in de genoemde BOOT-lijst, zijn in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu in 2018 voor 24 maatregelen factsheets gemaakt ([Verloop et al, 2018](#)), waarbij schattingen zijn opgenomen van het productievoordeel, het milieuvoordeel en de kosten. Deze schattingen zijn weergegeven in Tabel 2. Bij de interpretatie moet worden bedacht dat de situatie waarin een maatregel wordt geïmplementeerd, sterk bepalend is voor de effecten op de productie, het milieu en de kosten. De schattingen geven derhalve een indicatie en kunnen in de praktijk anders uitpakken dan in de tabel is weergegeven.

De voordelen voor productie en het milieu zijn kwalitatieve schattingen, waarbij de grenzen tussen de gehanteerde schaal niet exact is afgebakend op basis van een tevoren aangegeven effect op de milieubelasting (kg/ha minder milieubelasting) of op opbrengst (kg/ha meer of minder opbrengst). Voor de kosten zijn wel exacte grenzen gebruikt. De kosten hebben betrekking op meerkosten ten opzichte van de kosten van het opvolgen van generieke regelgeving. De kosten zoals vermeld in Tabel 2 zijn gewaardeerd op basis van kosten per ha. Bij de indeling is ook meegewogen welke kosten op bedrijfsniveau ontstaan als areaal gebonden kosten (dus kosten per ha) over het volledige bedrijfsareaal worden toegepast. Eenmalige investeringen die niet hectare gebonden zijn, zijn omgerekend naar jaarkosten per ha. Hierbij is uitgegaan van een bedrijfsareaal van 40 ha.

Tabel 2. Overzicht indicatieve kosten en baten van 20 maatregelen (bron: [Verloop et al, 2018](#)).

Nr ¹	MAATREGEL	EFFECT ²		
		productie voordeel	milieu voordeel	kosten
1	spaar mest uit in mais op scheurland	++	++	0
3	stem de bemesting af op de N-mineralisatie	0	+	0/+
7	stel toediening dierlijke mest op grasland uit tot half maart	--	+	+
8	realiseer optimale stikstofwerking van uw mest	+	+	0/+++
9	verduin drijfmest bij uitrijden	+	+	++
10	pas minder uitspoelingsgevoelige minerale N-meststoffen toe	++	++	0
11	inzet compost en organische mest ³	+	+	0/+
14	verleng de leeftijd van grasland	+	+	0
15	gebruik diepwortelende gewassen en rustgewassen	+	+	0/+
16	zaai een goed vanggewas ⁴	+	+	+
17	bodembedekking	-/+	++	0/+
18	breng drempels aan in ruggenteelt	0	++	++
22	droge bufferstroken	-	++	+++
23	natte bufferstroken	-	++	+++
24	gebruik baggerpomp voor effectief sloot baggeren	-/0	++	+
25	verwijdering fosfaat uit drainagewater	0	++(+)	+++
	verwijdering nitraat uit drainagewater	0	++	+++
	bewerk de grond langs hoogtelijnen	0	++	+
	verdiep de beworteling van grasland	+	+	0
	verhoog bodem organische stof op het melkveebedrijf	++	+	0/+

¹) De nummering komt overeen met de maatregelen in tabel 1.

²) Legenda effecten

Productie- en milieuvoordeel:	-- sterk negatief	- negatief	0 neutraal	+ positief	++ sterk positief
Kosten:	0 geen	+ beperkt (<€25/ha)	++ aanzienlijk (25-75€/ha)	+++ hoog (>75€/ha)	

³) Het milieuvoordeel houdt vooral verband met het gunstige effect van organische stof op de bodemkwaliteit op akkerbouwbedrijven. Door de maatregel kan echter het gebruik van compost en andere organische meststoffen zodanig toenemen dat de maatregel geen milieuvoordeel geeft.

⁴) Compenseer bij bemesting van het volggewas vervolgens voor de nawerking door vrijkomen van de opgevangen nutriënten uit het vanggewas

Alle maatregelen in Tabel 2 hebben een positief effect op het milieu, maar niet alle maatregelen hebben ook een productievoordeel. Diverse maatregelen, zoals het verlengen van de leeftijd van grasland en toepassing van minder uitspoelingsgevoelige, minerale N-meststoffen, kunnen kostenneutraal blijven, terwijl kosten van andere maatregelen aanzienlijk kunnen zijn. Zo worden de kosten van natte bufferstroken geschat op orde grootte 200-300 €/ha. Deze schatting omvat kosten voor aanleg, onderhoud en inkomstenderving als gevolg van uit gebruik name van een stuk land. De kosten voor verwijdering van nitraat uit (buis)drainagewater met filters van houtsnippers worden zelfs geschat op 1000 à 3000 €/ha en levert geen productievoordeel op. Hier staat wel tegenover dat het milieueffect hoog wordt ingeschat (hoge verwijdering).

7. GOVERNANCE

Rijksbeleid waterkwaliteit

Het rijksbeleid is erop gericht om ervoor te zorgen dat in 2027 alle maatregelen zijn genomen om de waterkwaliteitsdoelen van de KRW te halen. Het Nederlandse mestbeleid draagt hieraan bij door het tegengaan van emissies vanuit de landbouw die nadelige effecten hebben op de waterkwaliteit. Dit betreft zowel de uitspoeling van nutriënten (met name stikstof) als de afspoeling (met name fosfaat). Hiermee geeft Nederland invulling aan de Europese Nitraatrichtlijn en wordt bijgedragen aan het bereiken van de doelen in het kader van de Kaderrichtlijn Water.

Het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselveiligheid schets in de introductie van haar beleid (LNV 2022) de contouren voor het toekomstig mestbeleid. De inzet hiervan is een eenvoudiger, transparanter en beter handhaafbaar mestbeleid, waarin emissies worden verminderd door kringlopen te sluiten en innovatieve technieken te gebruiken. Het doel is om in een periode van ten minste tien jaar te komen tot een toekomstbestendige landbouw die structureel binnen de milieugrenzen (fosfaat stikstof, klimaat, biodiversiteit) opereert en daardoor boeren perspectief geeft. Het toekomstig mestbeleid zet in op drie sporen om daar te komen:

- Grondgebondenheid (melkveehouderij en rundvleesveehouderij)
- Afvoer en verwerking van mest
- Gebiedsgerichte aanpak van de waterkwaliteit in gebieden waar de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit achterblijft. Dit spoor is integraal onderdeel van het 7e Actieprogramma Nitraatrichtlijn.

Naast de landbouw, dragen ook andere bronnen aan de nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater. Met name de toestroom vanuit het buitenland en effluenten van rioolwaterzuiveringsinstallaties zijn belangrijke bronnen. Het behalen van de KRW-doelen is derhalve een gezamenlijke opgave. Deze opgaven kunnen over de sectoren worden verdeeld op basis van het aandeel dat zij hebben in de nutriëntenbelasting ([Groenendijk et al, 2016](#), [Schipper et al, 2021](#)).

Voor het grondwater betreft deze opgave vooral de uitspoeling van nitraat op landbouwgronden in uitspoelingsgevoelige zand- en lössgebieden. En voor grondwaterafhankelijke Natura 2000 gebieden zoals beekdalen, geldt dat deze al kritisch zijn voor lage nitraatconcentraties ([Aggenbach et al, 2021](#)).

Europese regelgeving

Om te voldoen aan de doelen en verplichtingen van de Europese Nitraatrichtlijn, moet iedere lidstaat elke vier jaar een actieprogramma Nitraatrichtlijn opzetten. Hierin wordt het meststoffenbeleid van de betreffende lidstaat uiteengezet. Met de maatregelen die zijn opgenomen in het concept Zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn komt doelrealisatie vooral voor grondwaterkwaliteit dichterbij. De wettelijke verplichte maatregelen zijn naar verwachting echter onvoldoende voor het behalen van de doelen voor oppervlaktewaterkwaliteit. Voor grondwater zijn er nog aanzienlijke restopgaves voor herstel van kwelafhankelijke natuur en kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden.

In het concept 7^e NAP (Rijksoverheid 2021) wordt het bedrijfsleven de ruimte geboden voor bedrijfsspecifiek maatwerk om de nutriëntendoelen voor grond- en oppervlaktewater te realiseren. De insteek van deze maatwerkaanpak is 'de meest effectieve maatregelen op de meest zinnige plek'.

Derogatie

Belangrijk onderdeel van het mestbeleid betreft de derogatie. Nederlandse landbouwers met minimaal 80% grasland op hun bedrijf, hebben binnen het zesde actieprogramma een derogatie. Hierdoor mogen zij meer stikstof uit dierlijke mest op hun grond aanbrengen dan de 170 kg die de Europese Commissie (EC) heeft vastgesteld, mits dit niet nadelig uitpakt voor de waterkwaliteit. Derogatie is volgens LTO Nederland van groot belang voor de Nederlandse land- en tuinbouw, zowel voor de plantaardige als dierlijke sectoren. De nitraatuitspoeling is op derogatiebedrijven

lager dan op niet-derogatiebedrijven. Als geen derogatie wordt verleend zal de nitraatuitspoeling daarom waarschijnlijk toenemen. De uit- en afspoeling van nutriënten naar het oppervlaktewater verandert in een situatie zonder derogatie waarschijnlijk niet veel ([CDM, 2020](#)).

Deltaplan Agrarisch Waterbeheer

In 2013 is op initiatief van de LTO het [Deltaplan Agrarisch Waterbeheer](#) (DAW) van start gegaan om met een programmatische aanpak een bijdrage te leveren aan de wateropgaves in Nederland. De Unie van Waterschappen, ministeries van Infrastructuur en Water en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland en provincies zijn belangrijke partners in dit programma. In het DAW werken boeren en tuinders samen met waterschappen aan schonere en voldoende water en een betere bodem om daarmee een bijdrage te leveren aan de wateropgaven in agrarische gebieden en het realiseren van economisch sterke en duurzame landbouwbedrijven. DAW stimuleert en ondersteunt agrarische ondernemers om maatregelen te nemen die zijn opgenomen in de zogenaamde [BOOT-lijst](#) en/of mee te doen in een van de vele DAW-projecten (zie de [DAW projecten-lijst](#)) om meer kennis op te doen. De BOOT-lijst is door het Bestuurlijk Overleg Open Teelten (BOOT) in juni 2017 vastgesteld en omvat circa 100 maatregelen. In 2022 wordt de lijst geactualiseerd.

Naast een thematische aanpak (waaronder vermindering af- en uitspoeling van nutriënten), werkt DAW via een gebiedsgerichte aanpak, zoals voor kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden, focusgebieden die gedefinieerd worden in de DAW Uitvoeringsprogramma's en gebiedspilots in het kader van de uitrol van het nieuwe Gemeenschappelijke Landbouwbeleid (GLB). Het agrarische deel van de wateropgaven wordt samengevat in de Gebiedsdocumenten Agrarisch Waterbeheer die in 2021 zijn opgesteld. Deze worden vertaald naar handelingsperspectief voor de agrarische ondernemers in het gebied.

Aanpak stikstof

Nederland zoekt voor de verbetering van de waterkwaliteit nadrukkelijk de verbinding met de structurele aanpak stikstof om doelbereik voor de waterkwaliteitsopgave in zicht te brengen. Voor de [stikstof-aanpak](#) is in de wet vastgelegd dat de stikstofuitstoot en -neerslag in 2030 zo laag moet zijn dat dan de helft van de Natura 2000-natuurgebieden onder de kritische depositiewaarde zit. In

2035 moet dat 74% zijn. Door onderzoek ([Groenendijk, WUR 2021](#)) is duidelijk geworden dat de stikstofaanpak bij kan dragen aan het verbeteren van de waterkwaliteit, maar dat er desondanks aanvullend ingrijpende maatregelen nodig zijn om ook de doelen voor oppervlaktewaterkwaliteit te halen.

8. KENNISLEEMTEN

De volgende kennisleemten spelen rond de inzet van effectieve maatregelen:

- Wetenschappelijke onderbouwing effectiviteit van veel maatregelen (zie Tabel 2);
- Kennis over de wijze waarop effecten van een combinatie van meerdere maatregelen voorspeld kunnen worden;
- Hotspots en hot-moments om de juiste maatregel op de juiste plaats te kunnen nemen. Meettechnieken zijn hiervoor beschikbaar, maar arbeidsintensief en relatief duur ten opzichte van gangbare waterkwaliteit monitoring;
- Robuuste indicatoren om snel en kosteneffectief inzicht te krijgen in nutriëntenverliezen en handelingsperspectieven;
- Omvang en beïnvloedbaarheid van de achtergrondbelasting van het oppervlaktewater en kwelafhankelijke natuur in beekdalen door toestroming van grondwater uit agrarisch gebied. Concentratie en vrachten in kwelwater zijn moeilijk te schatten met de bestaande grondwaterwaterkwaliteitsmonitoring.
- Integrale set kritische prestatie-indicatoren voor verschillende milieupgaven waar een agrariër mee te maken heeft, en hoe daarin een afweging te maken.

9. BRONNEN & LINKS

Aggenbach, C.J.S., A. Van Loon, I. Ferrario, R. Van Diggelen, J.J., Nijp, M. Van der Sande, K. Buis 2021. Waterhuishouding van grondwatergevoede beekdalvenen. Ontwikkeling, bepalende factoren en mogelijkheden voor herstel. [Rapport nummer 2021/OBN244-BE](#), Driebergen, Vereniging van Bos en Natuur Eigenaren.

Boekel, E.M.P.M. van; P. Groenendijk.; J. Kros.; L.V. Renaud; J.C. Voogd, G.H. Ros, Y. Fujita, G.J. Noij, W. van Dijk 2021. Effecten van maatregelen in het Zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn : Milieueffectrapportage op planniveau. [Wageningen Environmental Research rapport 3108](#).

Breman, B.C.; Linderhof, V.G.M.; Noij, I.G.A.M.; Vleemigh, M.P.I.; Ellen, G.J. 2016. Succes- en faalfactoren Agrarisch Waterbeheer. Wageningen-UR ([Alterra-rapport 2718](#)).

https://www.wur.nl/upload_mm/4/1/a/39245032-f9b5-43c9-8684-a02db2b27f4a_2005380_CDM%20advies%20milieueffecten%20bij%20geen%20derogatie.pdf

Commissie Deskundigen Meststoffenwet 2021. De mogelijke milieueffecten bij geen verlenging van de derogatie van de Nitraatrichtlijn. [CDM-advies 12-2-2020](#).

Groenendijk, Piet; Boekel, Erwin van; Renaud, Leo; Greijdanus, Auke; Michels, Rolf; Koeijer, Tanja de 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, WENR-rapport 2749

Groenendijk, P., L. van Gerven, E. van Boekel en P. Schipper 2021(a). Maatregelen op en rond landbouwpercelen ter vermindering van de nutriëntenbelasting van water. [Stowa-rapport KIWK 2021-54](#).

Groenendijk, P. L. van Gerven, P. Schipper, S. Jansen, S. Buijs, A. van Loon, S. Lukacs, F. Verhoeven, B. Housmans, D. van Rotterdam, G. Ros, K. Verloop en G.J. Noij. 2021(b) Maatregelen op de Kaart Fase 2. Identificeren van kansrijke perceelsmaatregelen voor schoner grond- en oppervlaktewater. [STOWA-rapportnummer 2021-26](#).

Groenendijk, 2021(c). Memo Kansen van de stikstofaanpak voor het doelbereik van de KRW voor nutriënten. [Wageningen Environmental research 2021](#).

Knoben, R., N. Evers, A. Krikken, J. Rost, N. Schoffelen, M. de Haan, B. van Spronsen, FL. Verhagen, H. Evenblij, B. van Velthoven 2021. Ex Ante Analyse Waterkwaliteit. [Rapport Royal Haskoning DHV 28-9-2021](#).

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit 2022. [Introductiedossier Kennismaking beleidsdossiers Ministerie van LNV](#).

Noij, I.G.A.M. ; Heinen, M. ; Groenendijk, P. 2012. Effectiveness of non-fertilized buffer strips in the Netherlands : final report of a combined field, model and cost-effectiveness study. Wageningen : Alterra, Wageningen-UR ([Alterra-rapport 2290](#)).

Ros, G., L. van Gerven, P. Groenendijk, S. Damen, M. de Haan en K. Verloop 2020. [Strategisch plan voor de ontwikkeling van tools](#) voor bewustwording en advies aan agrariërs voor verbeteren van waterkwaliteit. Rapport Kennisimpuls Waterkwaliteit Rapport 2020-44 en Wageningen, Nutriënten Management Instituut BV, Rapport 1589.N.20

Rozemeijer, J., E. Antonopoulou en W. Nijland 2021. Risicofactoren voor nutriëntenverliezen vanuit Remote Sensing. KIWK-notitie.

Schipper, P., E. van Boekel, E. Gies, P. Groenendijk, H. Kros, L. Renaud en J.C. 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 Environmental Research, [WEnR-rapport 3046](#).

[Van den Akker, WUR 2021](#). Fact Finding paper bodemverdichting. Onderzoeksprogramma PPS Beter Bodembeheer, onderdeel Topsector Agri & Food.

Velthof, G. et al. 2020. Identification of most promising measures and practices. FAIRWAY Project Deliverable 4.3, 72 pp, Available at www.fairway-is.eu/documents.

Verdonschot P.F.M. & Verdonschot R.C.M. 2021. Ecologische systeembenadering en ecologische systeemanalyse. Rapport Kennisimpuls waterkwaliteit (KIWK), Zoetwater ecosystemen, Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen. 134 pp

Verdonschot P.F.M. & Verdonschot R.C.M. 2021. Ecologische systeembenadering en ecologische systeemanalyse. Kennisimpuls Waterkwaliteit (KIWK), Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, [KIWK-rapport 2021-29](#).

Verloop, K, M. van Agtmaal, W. Busink, N. van Eekeren, P. Groenendijk, S. Jansen, G.J. Noij, M. Zanen 2018. Achtergronden bij informatie in de BOOT-lijst factsheets.

Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit
Agrosysteemkunde, [WPR rapport 842 – 133](#).

Links:

- [Kamerbrief 7e actieprogramma Nitraatrichtlijn, Kamerstuk 26-11-21, Rijksoverheid.nl](#)
- <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/aanpak-stikstof>

10. COLOFON

Dit Deltafact is geschreven in het kader van het project Nutriënten van de Kennisimpuls Waterkwaliteit. In de Kennisimpuls werken Rijk, provincies, waterschappen, drinkwaterbedrijven en kennisinstituten aan meer inzicht in de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater en de factoren die deze kwaliteit beïnvloeden. Daarmee kunnen waterbeheerders en andere partijen de juiste maatregelen nemen om de waterkwaliteit te verbeteren en de biodiversiteit te vergroten.

In het programma brengen partijen bestaande en nieuwe kennis bijeen, en maken ze deze kennis (beter) toepasbaar voor de praktijk. Hiermee verstevigen ze de basis onder het waterkwaliteitsbeleid. Het programma is gestart in 2018 en duurt vier jaar. Het wordt gefinancierd door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, STOWA, waterschappen, provincies en drinkwaterbedrijven.

Deze Deltafact is opgesteld door een consortium van instituten: Wageningen Environmental Research, Deltares, RIVM en KWR

Uitgifte: februari 2022

Auteurs :

Peter Schipper, Arnaut van Loon, Joachim Rozemeijer, Piet Groenendijk en Saskia Lukacs.

DISCLAIMER

De in deze publicatie gepresenteerde kennis en diagnosemethoden zijn gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De

auteur(s) en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit deze publicatie.