



Wageningen University & Research | Bijlage bij rapport *De integrale KPI-kernset duurzame landbouw*

Februari 2026 | 2026-002-3

Fosfaatoverschot

Nadere toelichting op de definitie, achtergronden en ontwikkelpunten van voorgestelde KPI's

Wim van Dijk,¹ René Schils,¹ Sander Gerritsen,¹ Joan Reijs²

¹ Wageningen University & Research, Wageningen Plant Research

² Wageningen University & Research, Wageningen Social & Economic Research

Gereviewd door Gerard Ros (Wageningen University & Research, Wageningen Environmental Research, Earth Systems and Global Change Group)

Inhoudsopgave

1	Beschrijving van de KPI.....	2	2.3 Theoretisch haalbaar.....	9	
1.1	Definitie KPI.....	2	2.4 Drempel- en streefwaarden doelbereik	10	
1.2	Relatie KPI tot doelen.....	2	3	Handelingsperspectief en samenhang.....	11
1.3	Berekeningswijze en bestaande rekeninstrumenten.....	2	3.1	Handelingsperspectief	11
1.4	Benodigde data en bronnen, inclusief bestaande datasystemen	3	3.2	Samenhang	12
1.5	Vereenvoudigingsopties	6	4	Discussie	13
1.6	Verfijningsopties.....	7	4.1	Overwegingen bij de keuze voor deze KPI.....	13
2	Referentiewaarden: wat weten we over KPI-scores?	7	4.2	Sterkte en zwakte van deze KPI	13
2.1	Informatienet-benchmarks	7	5	Aanbevelingen voor verdere ontwikkeling...	15
2.2	Praktijkresultaten pilots	9	Literatuur		16

1 Beschrijving van de KPI

1.1 Definitie KPI

Het fosfaat (P)-bodemoverschot is gedefinieerd als het verschil tussen enerzijds de aanvoer van P naar de bodem via meststoffen, weidemest (melkveehouderij) en depositie en anderzijds de afvoer van P via geoogst gewasproduct. Het P-bodemoverschot wordt uitgedrukt in kg P_2O_5 per ha bedrijfsareaal. Omdat er bij P geen gasvormige verliezen plaatsvinden, is het P-bodemoverschot gelijk aan het P-bedrijfsoverschot. Sturing op de KPI vindt vooral plaats via verlaging van de P-aanvoer uit meststoffen (met zo veel mogelijk behoud van opbrengst). Daarnaast is beïnvloeding ook mogelijk via goede gewasopbrengst door verbetering van groei-condities (onder andere pH, andere nutriënten dan P, water, gewasbescherming) en aanpassing van het bouwplan.

1.2 Relatie KPI tot doelen

Het belangrijkste doel waaraan deze KPI is gelieerd is de verbetering van de waterkwaliteit. Daarnaast kan de KPI via neveneffecten ook invloed hebben op andere doelen zoals aanvoer van organische stof, vermindering van gebruik van schaarse grondstoffen, verbetering van biodiversiteit en bodemkwaliteit en in beperkte mate vermindering van emissies van broeikasgassen. De neveneffecten worden besproken in hoofdstuk 3.

Waterkwaliteit

Voor de bescherming van de waterkwaliteit zijn er verschillende richtlijnen. Voor P is vooral de Kaderrichtlijn Water (KRW)¹ van belang. Deze is in 2000 in werking is getreden. Deze heeft als doel te komen tot een "goede ecologische toestand" van zowel oppervlaktewateren als grondwater. Voor P is met name de toestand van het oppervlaktewater van belang. Hierbij is een goede ecologische toestand in het groeiseizoen (de zomer) sturend. Nutriëntregehalten, w.o. stikstof (N) en P, zijn daarin niet leidend, maar zijn ondersteunende indicatoren (Moria et al., 2023)².

Het P-bodemoverschot kan in beperkte mate worden gezien als afgeleide indicator voor potentiële P-verliezen naar het grond- en oppervlaktewater. Dit komt omdat P sterk wordt gebonden aan bodemdeeltjes, waardoor er bij een positief P-bodemoverschot eerst ophoping plaatsvindt en de P-toestand in de bodem gaat stijgen.

De uitspoeling van P naar het grond- en oppervlakte-water hangt daardoor veel meer samen met de P-toestand van de bodem, het bindingsvermogen, en de hydrologie (onder andere diepte grondwaterstand) dan van het actuele P-bodemoverschot in een bepaald jaar. In het algemeen geldt dat hoe hoger de P-toestand van de bodem en hoe hoger de grondwaterstand, hoe hoger het risico van P-uitspoeling. Bij oppervlakkige afspoeling en in bodems met weinig bindingsvermogen kan er wel een directere relatie zijn met het actuele management en het daaruit resulterende P-bodemoverschot.

Gezien de hoge fosfaatconcentraties in Nederlandse wateren, is verdere verlaging van de P-belasting gewenst. Het P-bodemoverschot zou hierbij indirect gebruikt kunnen worden om te sturen op een milieukundig gewenste P-bodemtoestand (zie ook paragraaf 2.4). De KPI moet altijd in combinatie met de P-toestand worden gebruikt. Bij een te hoge P-toestand moet dan gestuurd worden op een (sterk) negatief P-bodemoverschot om op termijn de milieukundig gewenste P-bodemtoestand te bereiken.

1.3 Berekeningswijze en bestaande rekeninstrumenten

Het P-bodemoverschot wordt berekend door de totale P-aanvoer en de totale P-afvoer op het bedrijf (kg) van elkaar af te trekken. Als de KPI wordt uitgedrukt per ha, worden de totalen op bedrijfsniveau gedeeld door het bedrijfsoppervlak. In tabel 1.1 is weergegeven hoe het P-bodemoverschot wordt berekend op melkveehouderij- en akkerbouwbedrijven. De berekeningswijze is grotendeels gelijk voor beide bedrijfstypen, alleen is er voor melkveebedrijven een extra aanvoerpost met weidemest (in de weide uitgescheiden urine en feces) en een extra afvoerpost met door vee opgenomen gras tijdens beweiden. De P in oogstproduct is inclusief P in afgevoerde bijproducten (zoals stro) of gewasresten. Op akkerbouwbedrijven kunnen de balansposten veel directer worden berekend dan op melkveebedrijven, omdat daar ook interne stromen moeten worden berekend (zie ook paragraaf 1.4).

¹ [KRW Impulsprogramma](#)

² Een goede waterkwaliteit is het resultaat van een ecologisch robuust systeem dat wordt gekenmerkt door een verscheidenheid aan soorten en groeivormen van planten en dieren in en om de watergang en dat bestand is tegen veranderingen en drukken, zoals begrazing en peilfluctuaties. Deze hangt mede af van acht zogenoemde sleutelfactoren, waarbij de belasting van het oppervlaktewater met nutriënten, in het bijzonder van stikstof en

fosfor, een rol speelt in de ecologische potentie (Moria et al., 2023). Waterbeheerders hebben (als het goed is) deze ecologische potentie vertaald naar richtinggevende doelen voor N- en P-concentraties. Een beoordeling van deze concentraties geeft geen compleet beeld van de waterkwaliteit, omdat concentraties niet bepalend zijn voor, maar een gevolg zijn van de ecologische toestand.

Tabel 1.1 Berekening P-bodemoverschot op melkveehouderij- en akkerbouwbedrijven.

	Melkveehouderij	Akkerbouw
<i>Aanvoer</i>		
P _{organische mest}	x	x
P _{weidemest}	x	
P _{kunstmest}	x	x
P _{depositie}	x	x
<i>Afvoer</i>		
P _{oogstproduct}	x	x
P _{weide-opname}	x	
Overschot, kg P ₂ O ₅	Aanvoer - Afvoer	Aanvoer - Afvoer
Overschot, kg P ₂ O ₅ per ha	(Aanvoer – Afvoer)/bedrijfsoppervlak	(Aanvoer – Afvoer)/bedrijfsoppervlak

Tools voor berekening van het P-bodemoverschot

In de melkveehouderij maken vrijwel alle veehouders gebruik van de KringloopWijzer.³ Alle melkveebedrijven die leveren aan zuivelondernemingen gelieerd aan NZO (de Nederlandse Zuivel Organisatie) zijn verplicht de K LW in te vullen. De achterliggende rekenregels staan beschreven in Van Dijk et al. (2025). De KringloopWijzer omvat een rekenkern en een centrale dataopslagstructuur waarin de invoerdata van de melkveehouders zijn opgeslagen en van waaruit via de rekenkern de kengetallen en indicatoren (waaronder het P-bodemoverschot) worden berekend.

Voor de akkerbouw is er niet een dergelijke structuur beschikbaar. Wel is de Nutriëntenbalans Akkerbouw ontwikkeld voor berekening van N- en P-bodemoverschotten, NH₃-N-emissie en broeikasgasemissies op akkerbouwbedrijven (Schröder en Rutgers, 2018). Deze tool is ook gebruikt voor de berekening van KPI's in de KPI-akkerbouwpijots (zie hoofdrapport hoofdstuk 6 en bijlage met rekenregels voor meer informatie daarover). Het betreft echter nog een Excel-model en er zou verdere doorontwikkeling moeten komen voor grootschalig gebruik in de akkerbouw. Op dit moment lopen er diverse initiatieven waaronder de ontwikkeling van een nutriëntenbalans. Ten slotte is er ook op Farmmaps⁴ een app beschikbaar die voor akkerbouwbedrijven diverse KPI's uitrekt, waaronder het P-bodemoverschot.

Voor zowel melkveehouderij als akkerbouw wordt op dit moment gewerkt aan de koppeling van de BedrijfsWaterWijzer met het BedrijfsBodemWaterPlan en de Open bodem index, waarmee de P-bodemtoestand wordt beoordeeld in het licht van een gewenste bodemkwaliteit.

1.4 Benodigde data en bronnen, inclusief bestaande datasystemen

Berekening balansposten en benodigde data

In tabel 1.2 is weergegeven welke bedrijfsdata nodig zijn om het P-bodemoverschot te kunnen berekenen. Hieronder volgt per balanspost een toelichting.

Aanvoer van organische mest

Op zowel melkvee- als akkerbouwbedrijven zijn per organische mestsoort de aangevoerde en afgevoerde hoeveelheden en het P-gehalte daarin nodig. Bij aan- en afvoer wordt standaard het P-gehalte bepaald (is een verplichting vanuit de meststoffenwet). Naast de aan- en afvoer is informatie nodig over eventuele voorraadmutaties, zodat het verbruik kan worden berekend in het betreffende jaar.

Op melkveebedrijven is de belangrijkste organische meststroom de *geproduceerde eigen mest*. Omdat dit een interne stroom betreft binnen een melkveebedrijf moet deze worden berekend. De volledige berekening is beschreven in Van Dijk et al. (2025). Globaal houdt de berekening in dat de hoeveelheid P in de geproduceerd dierlijke mest wordt berekend als het verschil tussen enerzijds de hoeveelheid P in het rantsoen en anderzijds de afgevoerde hoeveelheid P met melk en dieren. Het rantsoen wordt berekend op basis van de hoeveelheid verbruikt kuilvoer (de aangelegde hoeveelheid kuilvoer gecorrigeerd voor voorraadmutaties), de hoeveelheid opgenomen weidegras en de hoeveelheid verbruikt aangevoerd voer (aanvoer gecorrigeerd voor voorraadmutaties). De P-afvoer met melk wordt berekend als product van de hoeveelheid afgevoerde melk en het gemeten P-gehalte daarin. De hoeveelheid P in afgevoerde dieren vindt plaats via forfaits per diersoort.

³ www.mijnkringloopwijzer.nl

⁴ <https://www.farmmaps.net/nl>

Aanvoer van kunstmest

Op zowel melkvee- als akkerbouwbedrijven zijn per kunstmestsoort de aangevoerde en afgevoerde hoeveelheden en het P-gehalte daarin nodig. Naast de aan- en afvoer is informatie nodig over voorraadmutaties, zodat het verbruik kan worden berekend in het betreffende jaar. Op dit moment wordt voor de akkerbouw gewerkt met een groslijst met NPK-gehalten van in Nederland beschikbare kunstmeststoffen. Voor melkveebedrijven komen de geleverde hoeveelheden kunstmest per soort met de betreffende gehalten aan N, P_2O_5 , K_2O , $CaCO_3$ en $MgCO_3$ in de centrale database terecht. Dit gebeurt door de leverancier.

Depositie

P-depositie wordt niet meegenomen in het nationale monitoringsprogramma. In de Nutriëntenbalans Akkerbouw wordt een waarde van 1 kg P_2O_5 per ha gehanteerd. Deze is afkomstig uit Schröder et al. (2007) en werd gebruikt in het model ter onderbouwing van de gebruiksnormen. In het rapport werd wel aangegeven dat de P-depositie mogelijk lager is dan de genoemde 1 kg P_2O_5 per ha. In De Vries et al. (2019) wordt deze geschat op 0,16 kg P per ha (= 0,37 kg P_2O_5 per ha). In de KLV wordt de P-depositie niet meegenomen in de P-bodembalans.

Afvoer van geoogst product

Op akkerbouwbedrijven wordt de P-afvoer met geoogst product bepaald door de behaalde opbrengst te vermenigvuldigen met een gewasspecifiek forfaitair P-gehalte (De Ruijter et al., 2020 www.handboekbodemenbemesting.nl), waarbij er bij een aantal gewassen ook nog een relatie is tussen het opbrengstniveau en het P-gehalte. De opbrengsten zijn vaak niet op perceelsniveau bekend, maar wel is bekend hoeveel er totaal is afgevoerd van een oogstproduct. Hieruit kan per gewas een bedrijfsafvoer per ha gewasareaal worden berekend. Niet voor alle gewassen die in BasisRegistratie Percelen (BRP) worden onderscheiden zijn forfaitaire P-gehalten bekend. In dat geval zal moeten worden teruggevallen op een vergelijkbaar gewas waarvan wel een forfaitair P-gehalte bekend is.

Op melkveebedrijven is de berekening complexer, omdat het geproduceerde voer een interne stroom is. Voor het

kuilvoer wordt deze geschat door het meten van de kuilomvang. Via het gemeten P-gehalte uit de kuilanalyse kan de hoeveelheid P in het geproduceerde kuilvoer worden berekend. Bij beweiding moet ook een schatting worden gedaan van de opgenomen hoeveelheid opgenomen gras en de P daarin. Deze wordt berekend op basis van de totale energiebehoefte (VEM) van de veestapel (onder andere afhankelijk van diersoort, melkproductie per koe en mate van beweiding) en de energie in verbruikt kuilvoer en verbruikt aangekocht voer. Het verschil moet dan de energie zijn in verbruikt weidegras. Deze wordt dan via een VEM/P-verhouding omgerekend naar de hoeveelheid P in opgenomen weidegras. Wanneer op melkveebedrijven akkerbouwgewassen worden geteeld gaat de berekening voor deze gewassen zoals bij akkerbouwbedrijven.

Op melkveebedrijven kan er ganzenvraat op grasland zijn. Hiervoor wordt in de KringloopWijzer gecorrigeerd. De grasopname door de ganzen wordt bepaald door taxatie. De P-excretie door ganzen wordt berekend op basis van de gemiddelde graastijd en de excretie van P in die tijd (Van Dijk et al., 2025). Een dergelijke rekenregel zou ook voor akkerbouwbedrijven kunnen worden ontwikkeld.

In vergelijking met het N-bodemoverschot zijn de posten biologische binding, veenmineralisatie en gasvormige verliezen niet meegenomen. Biologische binding vindt alleen plaats bij N en P kan ook niet verloren gaan door gasvormige verliezen. Bij mineralisatie van veen komt er ook P vrij vanuit de organische stof. Deze P zal zich deels binden aan bodemdeeltjes en wordt dan onderdeel van de voorraad gebonden minerale P in de bodem (chemisch via zouten en fysisch via adsorptie). Anders dan bij N hoeft de gemineraliseerde P niet verloren te gaan, indien deze wordt gebonden in de bodem. Bij onvoldoende bindingscapaciteit vormt de gemineraliseerde P wel een bron van uitspoeling en is het discutabel om deze post niet mee te nemen.

Voorbeeldberekening

In tabel 1.3 is een voorbeeldberekening toegevoegd van het P-bodemoverschot.

Tabel 1.2 Benodigde bedrijfsdata voor het berekenen van het P-bodemoverschot op melkvee- en akkerbouwbedrijven.

Data	Melkveehouderij	Akkerbouw	Van belang voor balanspost:
Locatie	x	x	P _{depositie}
Dieraantal, per categorie			
Aanwezige dieren	x		P _{organische mest} , P _{oogstproduct} , P _{weide-opname}
Aangevoerde dieren	x		P _{organische mest}
Afgevoerde dieren	x		P _{organische mest}
Melkproductie			
Hoeveelheid afgevoerde melk	x		P _{organische mest}
P-gehalte in afgevoerde melk	x		P _{organische mest}
Melkproductie per melkkoe	x		P _{organische mest} , P _{oogstproduct} , P _{weide-opname}
Beweiding			
Systeem	x		P _{organische mest} , P _{oogstproduct} , P _{weide-opname}
Duur	x		P _{organische mest} , P _{oogstproduct} , P _{weide-opname}
Voer, per soort			
Aanvoer bedrijf, hoeveelheid	x		P _{organische mest} , P _{oogstproduct} , P _{weide-opname}
Afvoer bedrijf, hoeveelheid	x		P _{organische mest} , P _{oogstproduct} , P _{weide-opname}
Geproduceerd op eigen bedrijf	x		P _{organische mest} , P _{oogstproduct} , P _{weide-opname}
Voorraadmutatie, hoeveelheid	x		P _{organische mest} , P _{oogstproduct} , P _{weide-opname}
Samenstelling (VEM/P)	x		P _{organische mest} , P _{oogstproduct} , P _{weide-opname}
Ganzenvraat	x		P _{organische mest} , P _{oogstproduct} , P _{weide-opname}
Gewassen, per gewas			
Areaal	x	x	P _{oogstproduct}
Afgevoerd hoofdproduct (akkerbouw)	x	x	P _{oogstproduct}
Afgevoerd bijproduct (akkerbouw)	x	x	P _{oogstproduct}
Organische mest, per soort			
Aanvoer bedrijf, hoeveelheid	x	x	P _{organische mest}
Afvoer bedrijf, hoeveelheid	x	x	P _{organische mest}
Voorraadmutatie, hoeveelheid	x	x	P _{organische mest}
Productie op eigen bedrijf	x		P _{organische mest}
P ₂ O ₅ -gehalte	x	x	P _{organische mest}
Kunstmest			
Aanvoer, hoeveelheid	x	x	P _{kunstmest}
Voorraadmutatie, hoeveelheid	x	x	P _{kunstmest}
P ₂ O ₅ -gehalte	x	x	P _{kunstmest}
Strooisel	x		P _{organische mest}
Stal- en mestopslagsysteem per diersoort	x		P _{organische mest}
Toediening organische mest, per soort en per gewas			
Dosering	x	x	P _{organische mest}
P ₂ O ₅ -gehalte	x	x	P _{organische mest}

Tabel 1.3 Voorbeeldberekening van het P-bodemoverschot voor een melkveebedrijf en een akkerbouwbedrijf.

	Melkveehouderij	Akkerbouw
Aanvoer (kg P₂O₅/ha)		
Toegediende organische mest	50	60
Weidemest	10	
Toegediende kunstmest	30	10
Depositie	1	1
<i>Totaal</i>	<i>91</i>	<i>71</i>
Afvoer, kg P₂O₅/ha		
Geoogst gewasproduct	65	55
Weide-opname	20	
<i>Totaal</i>	<i>85</i>	<i>55</i>
Bodemoverschot, kg P₂O₅/ha	6	16

Datasystemen

In de melkveehouderij worden veel data opgeslagen in de Centrale Database Kringloopwijzer. Na machtiging van de melkveehouder worden relevante data van RVO, voer- en mestleveranciers, melkafnemers en onderzoekslaboratoria automatisch gekoppeld aan bedrijf of percelen. Daarnaast zijn nog handmatig ingevulde data nodig over managementkeuzes zoals beweiding, verdeling dierlijke mest, bouwplan, of herinzaai van grasland.

In de akkerbouw is er geen centraal datasysteem. Alle gegevens dienen ingevoerd te worden door boer of adviseur, waarbij gebruik kan worden gemaakt van bedrijfsmanagementsystemen (met daarin onder andere de geregistreerde bemestingen met organische mest en kunstmest en opbrengsten van de geteelde gewassen, met wisselende kwaliteit qua betrouwbaarheid) en aan- en verkoopbonnen van kunstmest en verkochte oogstproducten. Alle basisgegevens voor aan- en afvoer van geoogste producten en meststoffen staan ook geregistreerd bij accountantsbureaus. Data over de arealen van de geteelde gewassen en aanvoer dierlijke mest zijn al geregistreerd bij RVO.

1.5 Vereenvoudigingsopties

Hieronder worden vereenvoudigde opties voor berekening van het P-bodemoverschot weergegeven. Het voordeel van de vereenvoudigde methoden is dat ze minder complex zijn, dat ze relatief lage administratieve kosten met zich meebrengen en dat ze relatief makkelijk zijn te borgen. Het nadeel is dat ze minder rekening houden met de variatie in bedrijfsvoering waardoor het geen recht doet aan de werkelijke prestatie van een bedrijf.

Er zijn twee vereenvoudigingsopties weergegeven: volledig forfaitair en verijnd forfaitair.

Anders dan bij het N-bodemoverschot is hier de optie van een bedrijfsbalans niet meegenomen, omdat er bij P geen gasvormige verliezen optreden. Daardoor is het P-bedrijfsoverschot gelijk aan het P-bodemoverschot.

Benadrukt moet worden dat het slechts gaat om globale voorbeelden. In opdracht van het ministerie van LNVN worden deze vereenvoudigingsopties in 2025 verder verkend in een aanpalend project.

Volledig forfaitair

De berekening van het P-bodemoverschot vindt plaats op basis van de grootte en samenstelling van de veestapel (in de melkveehouderij), de grondsoort, en de oppervlakte per gewascategorie. Het bodemoverschot is dan uitsluitend gedifferentieerd naar veebezetting en gewas. Er wordt geen rekening gehouden met de specifieke bedrijfsvoering van het betreffende bedrijf. Er wordt uitgegaan van forfaitaire netto-P-excretienormen per diersoort en een forfaitaire gewas-P-afvoer. Ook de P-aanvoer met organische mest en kunstmest wordt forfaitair berekend. Wat betreft organische mest, wordt op melkveebedrijven de plaatsingsruimte volledig benut (voor zover passen binnen de N-aanvoernorm voor dierlijke mest) en op akkerbouwbedrijven wordt uitgegaan van een gemiddelde aanvoer gebaseerd op data van praktijkbedrijven. De aanvoer van kunstmest-P is dan gelijk aan de gebruiksnorm voor totale P minus de P uit organische mest. De aanvoer via depositie wordt ook meegenomen.

De volledig forfaitaire optie biedt weinig zicht op de bedrijfsspecifieke prestatie. Het geeft echter wel een standaardwaarde als er geen bedrijfsinformatie beschikbaar is.

Verfijnd forfaitair

Deze optie is vergelijkbaar met optie 1, maar nu worden bepaalde posten van de P-bodembalans wat specifiekier ingeschat op basis van eenvoudig beschikbare aanvullende bedrijfskenmerken die gerelateerd zijn aan het P-bodemoverschot (via regressieanalyse vastgesteld). Voorbeelden specifiek voor de melkveehouderij zijn melkproductie afhankelijke netto-P-excretie, het toepassen van weidegang (wel of niet, los van de duur) als maat voor de berekende P-aanvoer met kunstmest en de forfaitaire gewasopname. Voor zowel melkveehouderij als akkerbouw kan gedacht worden aan geregistreerde hoeveelheden P in aangevoerde en afgevoerde mest. Evenals bij de volledig forfaitaire optie wordt de P-aanvoer met depositie meegenomen.

Bij de verfijnd forfaitaire optie wordt er meer rekening gehouden met de werkelijke bedrijfsprestatie dan bij de volledig forfaitaire optie. De waarde ervan hangt wel af hoe betrouwbaar de verschillende bedrijfskenmerken het P-bodemoverschot voorspellen.

1.6 Verfiningsopties

Hieronder worden een aantal opties voor verdere verfijning van de berekening van het P-bodemoverschot besproken. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen verbetering van inschatting van balansposten enerzijds en mogelijkheden voor verbetering van de systematiek anderzijds.

Verbetering inschatting balansposten

Afvoer met oogstproduct

Bij oogstproducten op akkerbouwbedrijven wordt uitgegaan van gewasspecifieke forfaitaire P-gehalten. Onderzoek heeft laten zien dat de variatie binnen een gewas aanzienlijk kan zijn (De Ruijter et al., 2019). Meting van het P-gehalte zou een verbetering geven van de bedrijfsspecifieke P-afvoer.

Uitbreiding P-balans met aanvoer met uitgangsmateriaal en hulpmaterialen

In de P-balans wordt de aanvoer met uitgangsmateriaal en hulpmaterialen niet meegenomen. Bij uitgangsmateriaal zou vooral kunnen worden gekeken naar de aanvoer met plantgoed, zoals pootgoed van aardappelen. Hiermee wordt naar schatting 3-5 kg P₂O₅ per ha aangevoerd per ha aardappelen. Op bedrijven met veel aardappelen zou dit een zinvolle aanvulling kunnen zijn. Bij hulpmaterialen gaat het bijvoorbeeld om dekstro, dat in een aantal gevallen wordt gebruikt bij de teelt van bloembollen en winterpeen. Op akkerbouwbedrijven is het echter meestal een kleine post.

Verbetering systematiek

Zoals eerder aangegeven is het P-bodemoverschot op de korte termijn geen goede indicator voor de P-uitspoeling. Het is daarom nodig na te gaan hoe het P-bodemoverschot in combinatie met beschikbare bodemparameters kan worden gebruikt om het risico van P-uitspoeling op termijn te beperken. Relevante bodemparameters hierbij zijn de P-bodemtoestand en de P-verzadingsgraad. Zie verder ook hoofdstuk 2.4 en hoofdstuk 4.

2 Referentiewaarden: wat weten we over KPI-scores?

Referentiewaarden kunnen gebruikt worden om KPI scores te duiden: hoe verhoudt de score zich tot het huidige gemiddelde, tot waarden die in theorie gehaald kunnen worden of tot waarden die nodig zijn voor doelbereik? Zie voor uitleg paragraaf 3.3 van het hoofdrapport.

In dit hoofdstuk worden de verschillende referentiewaarden gepresenteerd: benchmarks waarbij de bedrijfswaarde wordt vergeleken met de prestaties van andere vergelijkbare bedrijven. Maar er kan ook direct vanuit doelwaarden voor waterkwaliteit een toelaat P-bodemoverschot worden afgeleid. Voor het P-bodemoverschot worden beide opties hieronder toegelicht. Voor de benchmarks is uitgegaan van

resultaten uit het Bedrijveninformatienet⁵ waarin het P-bodemoverschot is berekend voor de deelnemende melkveehouderij- en akkerbouwbedrijven (2.1 en 2.2) en referentiewaarden op basis van theoretisch haalbare waarden (2.3). Tot slot wordt ingegaan op drempel- en streefwaarden die nodig zijn voor doelbereik (2.4).

2.1 Informatienet-benchmarks

In de melkveehouderij wordt op vrijwel alle Nederlandse melkveebedrijven fosfaatoverschot jaarlijks berekend met rekeninstrument KringloopWijzer (KLW). In KLW worden benchmarks gehanteerd op basis van grondsoort, intensiteit en gangbaar/biologisch, met in totaal 36 groepen (5 grondsoorten, 7 intensiteitsklassen, gangbaar/biologisch). De benchmarks zijn gebaseerd op

⁵ Hoewel de afkorting 'BIN' in figuren wordt gebruikt, schrijven we in de lopende tekst de volledige naam uit of 'Informatienet'.

de gemiddelden van de voorgaande 3 jaren van de 36 groepen bedrijven. Omdat benchmarks in KWL niet openbaar zijn worden in deze paragraaf alleen resultaten en benchmarks uit het Bedrijveninformatienet beschreven.

De Informatienet-benchmarks geven een beeld van de verdeling van de prestaties van Informatienet-bedrijven in de melkveehouderij en akkerbouw (tabel 2.1). In tabel 2.2 is onderscheid gemaakt naar grondsoort en intensiteit van de bedrijven (alleen voor gemiddelde waarden voor het P-bodemoverschot). Voor melkveebedrijven is daarbij uitgegaan van drie klassen van melkproductie per ha en bij de akkerbouw van drie klassen van Standaardopbrengst (SO). Dit is een maat voor de economische omvang van het bedrijf die niet alleen het areaal, maar ook de geldopbrengst per gewas meeneemt. De berekende P-bodemoverschotten zijn berekend zoals beschreven in paragraaf 1.3 en 1.4. Meer informatie over verloop van het P-bodemoverschot kan worden gevonden via Agrimatie.⁶

Het gemiddelde P-bodemoverschot op melkveebedrijven is -1 kg P₂O₅ per ha. De 25%, 50% en 75% percentielen zijn respectievelijk -15, -2 en 11 kg P₂O₅ per ha. De verschillen tussen grondsoort zijn gering. Verder is het P-bodemoverschot in het algemeen lager bij een hogere melkproductie per ha.

Het gemiddelde P-bodemoverschot op akkerbouwbedrijven is 12 kg P₂O₅ per ha. De 25%, 50% en 75% percentielen zijn respectievelijk -12, 4 en 27 kg P₂O₅ per ha. Op de akkerbouwbedrijven zijn de verschillen tussen grondsoorten zand en klei gering, terwijl op de löss het P-bodemoverschot lager is. Op de extensieve bedrijven (lage SO) was het P-bodemoverschot wat hoger dan bij de gemiddelde en intensieve bedrijven.

In het algemeen zijn de P-bodemoverschotten op akkerbouwbedrijven hoger dan op melkveebedrijven. De aanvoer van kunstmest en dierlijke mest en de afvoer van stikstof met het geoogste gewas kunnen zeer verschillend zijn op grasland en bouwland.

Tabel 2.1 Gemiddelde waarden en 25/50/75-percentielwaarden van het P-bodemoverschot voor melkveehouderij en de akkerbouwbedrijven.

	Melkveebedrijven (kg P ₂ O ₅ per ha)	Akkerbouwbedrijven (kg P ₂ O ₅ per ha)
Gemiddelde	-1	12
25-percentiel	-15	-12
50-percentiel	-2	4
75-percentiel	11	27

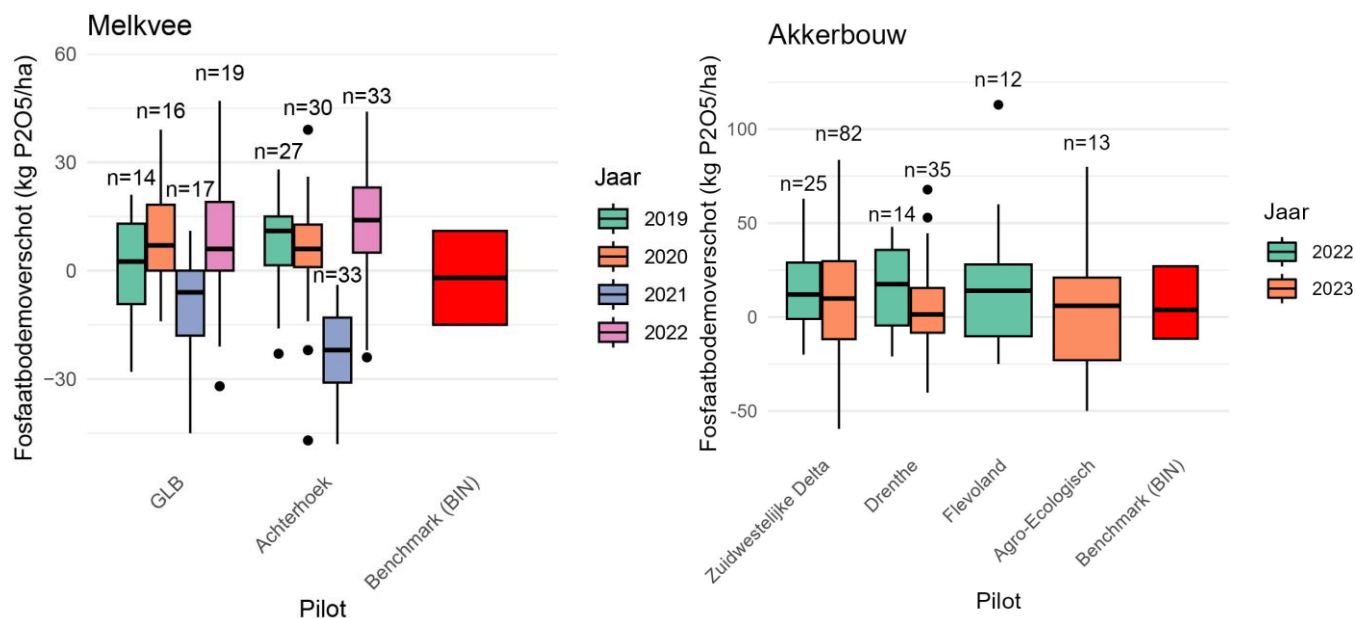
Tabel 2.2 Gemiddelde P-bodemoverschotten (kg P₂O₅ per ha) op Informatienet-melkveehouderij- en akkerbouwbedrijven in relatie tot grondsoort en intensiteit (periode 2020-2022).

Sector	Grondsoort	Alle bedrijven	Naar intensiteit a)		
			Extensief	Gemiddeld	Intensief
Melkveehouderij	Alle grondsoorten	-1	4	1	-6
	Zand/löss	-2	4	0	-6
	Klei	-1	5	0	-7
	Veen	1	3	5	-5
Akkerbouw	Alle grondsoorten	12	8	11	14
	Zand	10	12	10	8
	Klei	14	8	12	17
	Löss	-8			

a) Melkveehouderij: extensief: < 14.000 kg melk/ha; midden: 14.000-19.000 kg melk/ha; intensief: > 19.000 kg melk/ha;

Akkerbouw: extensief: SO < 33-percentiel; midden: SO = 33-66-percentiel; intensief: SO > 66-percentiel.

⁶ <https://agrimatie.nl/lmm/onderwerpen/overschotten/>



Figuur 2.1 Gemiddelde (getrokken zwarte streep) en spreiding P-bodemoverschot (boxplot: onder kant = 25-percentiel en bovenkant = 75-percentiel) in de melkveehouderij- en akkerbouwpijots en de benchmark op de Informatie-bedrijven.

Kanttekeningen

- Benadrukt moet worden dat voor een juiste beoordeling van de gevonden waarden voor het P-bodemoverschot ook informatie over de P-bodemtoestand bekend moet zijn. Dat is hierboven niet meegenomen.
- Daarnaast speelt op melkveebedrijven mee dat op bedrijven met derogatie geen kunstmest-P mocht worden gebruikt, waardoor er bij hoge gewasproducties negatieve overschotten ontstaan. Als vanaf 2026 de derogatie is vervallen mag er wel weer kunstmest-P worden gebruikt. Dit kan mogelijk effect hebben op de uitkomsten, afhankelijk van de mate waarin er extra kunstmest-P gaat worden gebruikt.

2.2 Praktijkresultaten pilots

In het kader van het KPI-K-project zijn in 2022 en 2023 diverse pilots uitgevoerd met groepen boeren waarin op basis van de bedrijfsregistraties het P-bodemoverschot is berekend. De resultaten zijn in figuur 2.1 weergegeven voor zowel de pilots in de melkveehouderij als die in de akkerbouw. Ook zijn de benchmarkwaarden weergegeven (rode blokjes).

Bij de melkveehouderijpilots valt op dat de gemiddelde waarden in vier van de vijf pilots hoger zijn dan het gemiddelde van de Informatienet-bedrijven. Bij de akkerbouwpijots is dat minder het geval. In het algemeen zijn de gemiddelde P-bodemoverschotten in de akkerbouw hoger dan in de melkveehouderij. Dit zal deels ook samenhangen met het niet mogen gebruiken van kunstmest-P op derogatiebedrijven. In beide sectoren is er binnen de groepen een forse variatie.

2.3 Theoretisch haalbaar

Theoretisch mogelijke waarden weerspiegelen de best mogelijke prestatie op de KPI, nu en in de nabije toekomst. Het gaat er hierbij om wat technisch mogelijk is voor een geïsoleerde KPI, niet om wat economisch haalbaar is, en niet op systeemniveau in samenhang met andere KPI's. Wel dient er nog een bedrijfsvoering te zijn die gericht is op een bepaalde mate van productie van gewassen of dieren.

Uit de analyse van de pilots bleek dat de meest bepalende factor voor verklaring van verschillen in P-bodemoverschot tussen bedrijven de hoogte van de aanvoer met P uit meststoffen was. In theorie kan met een sterk verlaagde P-aanvoer met meststoffen of zelfs een nulbemesting het P-bodemoverschot worden verlaagd naar 0 of negatief worden. Dit komt in de praktijk ook al regelmatig voor (zie paragraaf 2.1 en 2.2). Op gronden met een hoge P-toestand is een negatief P-bodemoverschot gunstig, omdat de P-toestand dan zal dalen en de risico's van P-uitspoeling kleiner worden. Vanuit milieukundig oogpunt is het wenselijk dat de P-toestand daalt naar het niveau, waarbij de P-uitspoeling geen overschrijding geeft van drempel- en streefwaarde (zie ook hierna paragraaf 2.4). Als de milieukundig gewenste P-toestand onder de landbouwkundige streefwaarde ligt, kan dit met name voor P-behoefte gewassen (onder andere aardappelen, groenten) gevolgen hebben voor de gewasproductie (Ehlert et al., 2018; Vervuurt et al., 2023). Ook kan het P-gehalte in het ruwvoer dalen met risico's voor diergezondheid, maar dat kan ook via aanvullend krachtvoer worden gecompenseerd.

Er kan ook gekeken worden naar wat met vergaand management mogelijk is. Ros et al. (2025) hebben gekeken naar theoretische maximale reductie van de P-belasting van het oppervlaktewater vanuit landbouwgronden via een betere bemestingspraktijk, gewasmanagement en bodembeheer. Zij concludeerden dat het effect van managementmaatregelen op de middellange termijn (5-10 jaar) relatief gering was (6% op nationaal niveau). Deze maatregelen verlagen weliswaar het P-bodemoverschot, maar het duurt relatief lang voordat de P-bodemtoestand daardoor is gedaald. Het toepassen van end-of-pipe-maatregelen (onder andere P-vastlegging met ijzer, bufferstroken) levert een veel sterkere reductie op van de P-belasting van het oppervlaktewater.

Op proefbedrijf Vredepeel wordt systeemonderzoek uitgevoerd in een akkerbouwrotatie met groenten (De Haan et al., 2018) waarin zo scherp mogelijk wordt bemest. Het gemiddelde P-bodemoverschot was in de gangbare systemen in de periode 2011-2016 licht negatief -3/-2 kg P₂O₅ per ha en varieerde tussen de jaren van -16 tot 10 kg P₂O₅ per ha. In dit onderzoek werd gestuurd op evenwichtsbemesting. Op melkveeproefbedrijf De Marke op zandgrond werd in de periode 2019-2023 een P-bodemoverschot van 6 kg P₂O₅ per ha gerealiseerd, op de Koeien & Kansenbedrijven was in dezelfde periode het P-bodemoverschot -2 kg P₂O₅ per ha (Gerritsen et al., 2024).

2.4 Drempel- en streefwaarden doelbereik

Zoals hierboven aangegeven, wordt de P-uitspoeling meer bepaald door de P-toestand van de bodem, het bindend vermogen van de bodem en de hydrologie dan door de actuele P-bemesting en het actuele P-bodemoverschot in een bepaald jaar. Als kan worden vastgesteld welke P-bodemtoestand milieutechnisch gewenst is (hierna kritische P-bodemtoestand genoemd), zou het P-bodemoverschot daarop kunnen worden afgestemd. Hiervoor is door Van Doorn et al. (2025) een methodiek voorgesteld die rekening houdt met zowel de P-toestand, het bindend vermogen en de hydrologie:

- Is de actuele P-bodemtoestand hoger dan de kritische P-bodemtoestand, dan zou de streefwaarde voor het P-bodemoverschot negatief moeten zijn. In de meest extreme situatie wordt er niet meer bemest en is het negatieve P-bodemoverschot gelijk aan de P-afvoer met geoogst product.
- Als de actuele P-bodemtoestand gelijk is aan de kritische P-bodemtoestand, kan er worden uitgegaan van evenwichtsbemesting ($P\text{-aanvoer} = P\text{-afvoer}$ met oogstproduct, $P\text{-bodemoverschot} = 0$).
- Als de actuele P-bodemtoestand lager is dan de kritische P-bodemtoestand, zou eventueel een positief P-bodemoverschot kunnen worden toegestaan. Dit is alleen zinvol in situaties waarbij landbouwkundig de P ook nodig is.

De bovenstaande differentiatie naar P-bodemtoestand wordt in versimpelde vorm ook toegepast bij de P-gebruiksnormen, waarbij de hoogte van de norm afhangt van de P-bodemtoestand (www.rvo.nl). Alleen zijn de onderscheiden klassen meer gebaseerd op landbouwkundig gewenste P-bodemtoestanden en minder op kritische P-bodemtoestanden, en zijn de klassegrenzen ook mede beïnvloed door de randvoorwaarde dat de hoeveelheid plaatsbare mest in Nederland niet mocht verminderen.

Een gebruikelijke indicator voor het risico van P-uitspoeling is de P-verzadigingsgraad van de bodem (Schoumans en Chardon, 2015). Deze geeft aan welk deel van de P-bindingsplaatsen in de bodem is bezet. Van Doorn et al. (2025) berekenden vanuit maximaal toegestane P-gehalten de overeenkomstige P-verzadigingsgraad. Bij maximale P-gehalten van 0,1-0,3 mg P per liter in bodemvocht liep voor de Nederlandse gronden de kritische P-verzadigingsgraad uiteen van 4 tot 57%. Via de relatie tussen PAL, een belangrijke bodemparameter in bemestingsadviezen, en P-verzadigingsgraad (Van Doorn et al., 2023) kon worden afgeleid dat de overeenkomstige PAL-waarden varieerden van 2 tot 40 mg P₂O₅ per 100 gram grond (= kritische P-bodemtoestand). Aangegeven werd dat op circa 85% van het landbouwareaal de huidige P-verzadigingsgraad hoger was dan de waarde nodig voor een goede waterkwaliteit.

De PAL-waarden van veel percelen zijn bekend bij RVO, omdat deze nodig zijn om gebruik te mogen maken van een hogere P-gebruiksnorm. Daarnaast zijn deze beschikbaar bij de boer, agrarische laboratoria en als ruimtelijke kaarten bij het Nutriënten Management Instituut.

Indien de actuele P-bodemtoestand hoger is dan de kritische P-bodemtoestand, zou de negatieve drempelwaarde nog afhankelijk gemaakt kunnen worden van de omvang van het verschil. Bij een groot verschil is dan de drempelwaarde lager dan bij een klein verschil. Met behulp van bovenstaande systematiek is het ook mogelijk om, gegeven de hoogte van het negatieve P-bodemoverschot, aan te geven hoeveel tijd nodig is om de actuele P-verzadigingsgraad te laten dalen naar de kritische P-verzadigingsgraad. Omgekeerd kan ook worden afgeleid hoe negatief het P-bodemoverschot moet zijn om in een bepaalde periode van de actuele P-verzadigingsgraad naar de gewenste kritische P-verzadigingsgraad te komen.

De bovenstaande benaderingswijze is in het KPI-K-project nog niet vertaald naar concrete drempel- en streefwaarden voor doelbereik.

3 Handelingsperspectief en samenhang

3.1 Handelingsperspectief

Figuur 3.1 en tabel 3.1 geven een overzicht van een aantal maatregelen die het P-bodemoverschot kunnen verlagen.

Melkveehouderij en akkerbouw

Verlaging van het P-bodemoverschot is mogelijk door de aanvoer te verlagen en/of de afvoer te verhogen.

Verlaging van de aanvoer loopt vooral via verlaging van de P-aanvoer met meststoffen. Vaak zal eerst worden gekeken naar verlaging van de kunstmestaanvoer. Dat is mogelijk via een efficiënte toediening onder andere met rijenbemesting. Ook het rekening houden met de P-toestand is belangrijk, omdat de bemestingsbehoefte hiervan afhangt.⁷ Ten slotte kan ook een hogere P-opname-efficiency van het gewas (bijvoorbeeld door betere rassen en een goede bodemkwaliteit) de benodigde input van meststoffen verlagen en daarmee het P-bodemoverschot verlagen.

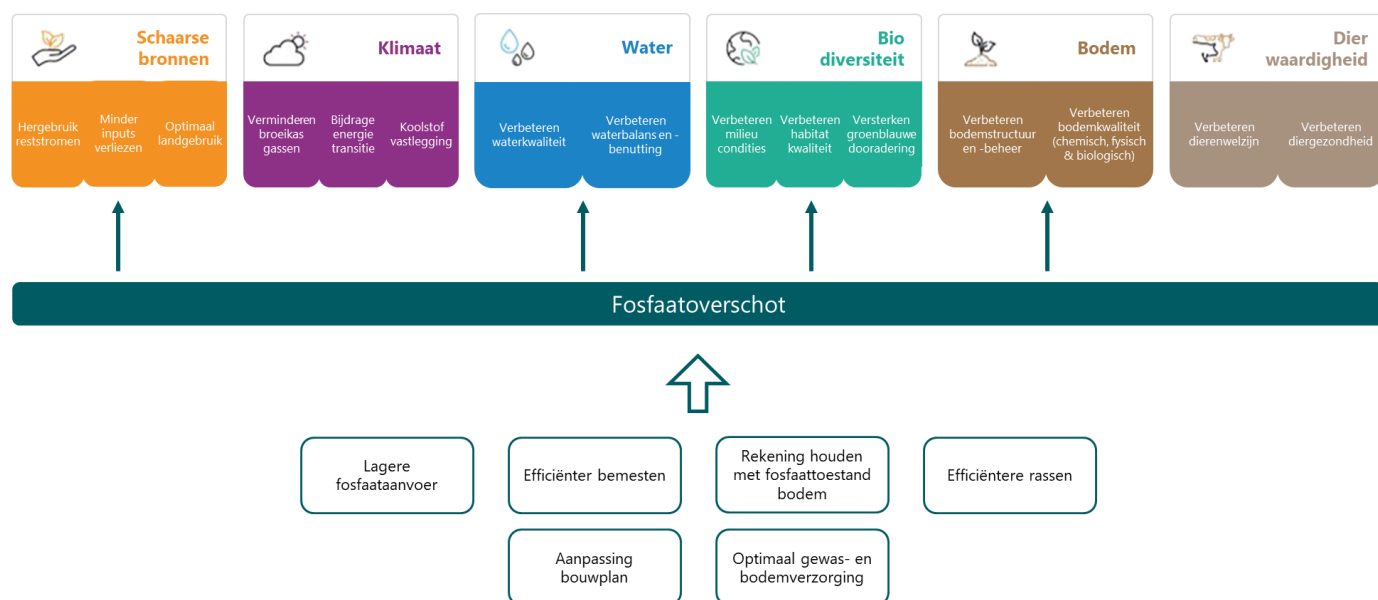
Een maatregel die zowel invloed kan hebben op de P-aanvoer als de P-afvoer is aanpassing cq. optimalisering van het bouwplan en de gewasrotatie. Er zijn verschillen in P-bodemoverschot tussen gewassen door verschillen in P-behoefte en P-afvoer.

Verhoging van de P-afvoer is ook een route om het P-bodemoverschot te verlagen. Deels hangt deze af van de groeiomstandigheden. Beïnvloeding is mogelijk, maar vereist vakmanschap, bijvoorbeeld door een optimale gewas- en bodemverzorging, waaronder een goede pH, het beperken van bodemverdichting en zorgen voor voldoende waterbeschikbaarheid.

Melkveehouderij

Op melkveebedrijven kunnen ook maatregelen worden genomen die de uitscheiding van P verlagen (onder andere P-arm voeren en hogere dierefficiency). Deze maatregelen leiden doorgaans niet tot minder mest-P-aanvoer naar de bodem (wel tot minder mestafvoer van het bedrijf, indien P beperkend is voor het mestgebruik), tenzij er door deze maatregel minder mest-P wordt toegediend dan de gebruiksnorm. Het P-bodemoverschot wordt er daardoor minder door beïnvloed.

Door beweiding wordt P minder homogeen verspreid binnen een perceel, wat leidt tot een minder goede benutting. Omdat de P-opname vooral ook wordt bepaald door de P-toestand van de bodem en de P-aanvoer wordt bepaald door de P-gebruiksnorm, zal het effect van beweiding op het P-bodemoverschot waarschijnlijk relatief beperkt zijn.



Figuur 3.1 Relatie tussen doelen, KPI en maatregelen voor KPI Fosfaatoverschot.

⁷ www.bemestingsadvies.nl, www.handboekbodemenbemesting.nl

Tabel 3.1 Mogelijke maatregelen om het N-bodemoverschot te verlagen op melkveehouderij- en akkerbouwbedrijven (x = gunstig effect op P-bodemoverschot; x = gering tot geen effect op P-bodemoverschot).

Maatregel	Melkveehouderij	Akkerbouw
Lagere P-aanvoer meststoffen		
Goede balans tussen organische mest en kunstmest	x	X
Optimale toediening (onder andere precisiebemesting)	x	X
Rekening houden met P-toestand bodem	x	X
P-arm voeren	x	
Minder beweiding	x	
Hogere efficiëntie		
Dieren	x	
Gewassen	x	X
Aanpassing bouwplan	X	X
Optimale gewas- en bodemverzorging	x	X

3.2 Samenhang

Neveneffecten

Maatregelen om het P-bodemoverschot te verminderen kunnen zowel gewenste als ongewenste neveneffecten hebben. Hieronder worden beide toegelicht.

Positief

Minder broeikasgasemissies

Het sturen op een lager P-bodemoverschot kan leiden tot vermindering van indirecte broeikasgasemissies voor productie van kunstmest, indien een lager P-bodemoverschot mede een gevolg is van een lager kunstmestgebruik. Omdat het kunstmest-P-gebruik in het algemeen laag is in de Nederlandse landbouw, zal het effect beperkt zijn. Kunstmest-P wordt vooral gebruikt op akkerbouwbedrijven op kleigrond (www.agrimatie.nl).

Biodiversiteit

Indien door verlaging van het P-bodemoverschot op termijn de P-belasting naar het oppervlaktewater afneemt, kan dit gunstig zijn voor de ecologische toestand van het water. Deze is echter wel van meer factoren afhankelijk dan alleen de fosforbelasting. Als verlaging van het P-bodemoverschot leidt tot minder organische P-aanvoer en daardoor minder organische stofaanvoer, kan dit ongunstig zijn voor de ondergrondse biodiversiteit door minder aanbod van voedsel voor bodemorganismen. Dit moet echter wel binnen de totale aanvoer van organische stof op een bedrijf worden bekeken.

Schaarse grondstoffen

Als verlaging van het P-bodemoverschot leidt tot een efficiënter gebruik van P-meststoffen, leidt dit tot een verlaagd gebruik van schaarse grondstoffen, zoals eindige P-voorraden.

Negatief

Organische stof

Het sturen op een laag en negatief P-bodemoverschot kan leiden tot een lagere aanvoer van organische stof, bijvoorbeeld indien een lager P-bodemoverschot (deels) wordt gerealiseerd door een verlaging van de organische mestaanvoer. Andersom zal het verhogen van de organischestofaanvoer naar de bodem doorgaans ook leiden tot een hogere P-aanvoer naar de bodem, omdat in veel gevallen de koolstofaanvoer is gekoppeld aan de P-aanvoer.

Sociaal-economische effecten

Positief

In zowel de melkveehouderij als de akkerbouw zijn besparingen mogelijk op de aankoop van kunstmest. Omdat er relatief weinig kunstmest-P wordt gebruikt in de Nederlandse landbouw, zullen de financiële besparingen relatief beperkt zijn.

Negatief

In zowel de melkveehouderij als de akkerbouw kan verlagen van de P-aanvoer leiden tot productie- of kwaliteitsverlies van gewassen zodra de bodem onvoldoende in staat is voldoende fosfaat te leveren voor de gewassen. Dit zal echter alleen het geval zijn bij een relatief lage P-bodemtoestand van de bodem, en deze percelen komen bijna niet voor (Van Doorn et al., 2025). Op melkveebedrijven kan dit leiden tot hogere voeraankopen of een lagere melkproductie. Mogelijk kunnen ook diergezondheidsproblemen optreden bij te lage P-gehalten in het voer.

4 Discussie

4.1 Overwegingen bij de keuze voor deze KPI

Doel van deze KPI is om de risico's van P-uitspoeling naar het oppervlaktewater te verminderen. De P-uitspoeling wordt primair bepaald door bodemeigenschappen (P-toestand, P-bindingscapaciteit) en hydrologie. Het P-bodemoverschot heeft op korte termijn geen effect op de P-uitspoeling, maar de KPI kan wel worden gebruikt om te sturen op verlaging van de P-bodemtoestand. Pas op termijn zal dit dan leiden tot een lager P-uitspoeling. Het is dus altijd van belang om de hoogte van het P-bodemoverschot te beoordelen in relatie tot de P-bodemtoestand.

Een alternatief is de P-bodemtoestand als KPI. Als deze te hoog is met oog op uitspoeling, is verlaging noodzakelijk via een negatief P-bodemoverschot. Een nadeel van de P-bodemtoestand als KPI is dat deze minder direct en snel beïnvloedbaar is door het handelen van de akkerbouwer en melkveehouder dan het P-bodemoverschot.

Een ander alternatief kan het toepassen van procesgerichte maatregelen zijn (onder andere end-of-pipemaatregelen) als KPI. De door kennisinstellingen ontwikkelde methodiek van de Maatregel-Op-De-Kaart en de verdere uitwerking ervan in het BedrijfsBodem-WaterPlan biedt hiervoor een goed startpunt. Bijkomend voordeel is dat hiermee ook wordt aangesloten op lopende initiatieven vanuit de sector (onder andere ZuivelNL, stichting OBI, Rabobank) en overheden (provincies en waterschappen).

Een verder aandachtspunt is hoe om te gaan met risico's op P-verliezen voor *oppervlakkige afspoeling*. Lokaal kan het een grotere rol spelen, bijvoorbeeld in geval van hellende percelen. In principe zal een lager P-bodemoverschot ook een effect kunnen hebben op de P-afspoeling, maar de effecten van perceelsmaatregelen als bufferstroken/dammetjes langs waterlopen zullen waarschijnlijk groter zijn. Dit type maatregelen heeft echter geen tot slechts beperkt effect op het P-bodemoverschot.

4.2 Sterkte en zwakte van deze KPI

Binnen het KPI-K-project heeft een beoordeling plaatsgevonden van de sterke en zwakte punten van de KPI's in de kernset. Deze beoordeling is gedaan door onderzoekers betrokken bij de inhoudelijke ontwikkeling van de KPI, door het team operationalisering dat werkt aan het automatiseren en koppelen van KPI-berekeningen en door het team van Boerenverstand dat de praktijkpilots begeleidt. De beoordeling vond plaats op drie hoofdcriteria: 1) wetenschappelijke onderbouwing, 2) bruikbaarheid en 3) data. Meer informatie over het gehanteerde beoordelingskader is te vinden in

paragraaf 3.4 van het hoofdrapport. De resultaten van de beoordeling van de KPI N-bodemoverschot zijn samengevat in figuur 4.1. In de navolgende paragrafen worden deze resultaten verder toegelicht en geduid.

Wetenschappelijke onderbouwing

Bij de wetenschappelijke onderbouwing is de score lager, omdat de relatie met oppervlaktewaterkwaliteit met veel variatie is omgeven en meer wordt bepaald door de P-toestand van de bodem dan het actuele P-bodemoverschot, waardoor ook de afleiding van streefwaarden lastiger is. Voor het P-bodemoverschot zijn voor zowel melkveehouderij- als akkerbouwbedrijven benchmarks beschikbaar, maar voor een goede beoordeling is ook informatie over P-toestand van de bodem nodig.

In paragraaf 2.4 is aangegeven dat vanuit de gewenste waterkwaliteit op basis van bodemeigenschappen kan worden afgeleid welke P-bodemtoestand daarbij hoort. Als deze lager is dan de huidige toestand, kan vervolgens via het P-bodemoverschot gestuurd worden op verlaging van de P-bodemtoestand.

Bruikbaarheid

Het P-bodemoverschot is goed te beïnvloeden door management op bedrijven onder andere via aanpassing van de P-aanvoer via meststoffen en in minder mate door verhoging van de P-afvoer. De berekening is transparant en goed te begrijpen. Het is niet eenvoudig om drempel- en streefwaarden af te leiden, omdat de relatie met waterkwaliteit zeer indirect is. Ook internationaal wordt deze indicator gebruikt, wel kunnen definities verschillen tussen landen. De KPI is breed toepasbaar op melkvee- en akkerbouwbedrijven. Voor specifieke tuinbouwbedrijven kan met name de schatting van de N-afvoer lastiger zijn door de minder goede beschikbaarheid van oogstgegevens en N-gehalten in oogstproduct.

Databeschikbaarheid en -borging

De benodigde bedrijfsdata zijn een aandachtspunt. In de melkveehouderij wordt de KringloopWijzer breed toegepast, terwijl in de akkerbouw een dergelijke structuur er nog niet is. Verder is het van belang dat gaat om geborgde gegevens.

Een deel van de benodigde bedrijfsdata is goed te borgen. Dit betreft vooral data die bij RVO beschikbaar zijn (zoals dierlijke mest aan/afvoer, gewasarealen). De afvoer met oogstproduct op akkerbouwbedrijven is op dit moment nog niet goed borgbaar. In de melkveehouderij worden in de KringloopWijzer interne stromen berekend, mede op basis van data die de ondernemers zelf invoeren. Dat maakt de borging van deze data lastiger. Dat geldt ook voor de inschatting van voorraadveranderingen van verschillende producten (onder andere organische mest, kunstmest en voer).

Criterion	Score (0, 1 of 2)	Toelichting
<i>Wetenschappelijke onderbouwing</i>		
a. Relatie met doelen	1	Score varieert tussen 1 en 2. Er is een (zeer) indirecte relatie met waterkwaliteitsdoelen, maar deze is complexer dan bij stikstof.
b. Voldoende accuraat en precies	1	Consistente score. Belangrijke aanvoerbronnen zoals kunstmest en dierlijke mest zijn goed vast te stellen. De afvoerpost met oogstproduct is redelijk vast te stellen via totale hoeveelheid afgevoerd product.
c. Beoordelingswaarde beschikbaar	1	Score varieert tussen 0 en 2. Er zijn benchmarkwaarden beschikbaar, maar de relatie met waterkwaliteitsdoelen is complex door de veel bepalender rol van bodemeigenschappen als P-toestand en P-bindingscapaciteit.
<i>Bruikbaarheid</i>		
d. Beïnvloed door handelen	2	Consistente score. De KPI is relatief goed te beïnvloeden door ondernemers met name via de aanvoer van P uit meststoffen. Aan de afvoerkant is dat mogelijk door te zorgen voor een goede gewasgroei, waardoor er meer N met het oogstproduct wordt afgevoerd.
e. Transparant voor en te snappen door gebruikers	2	Score van 1 tot 2. Voor de meeste posten is de berekeningsmethode transparant en begrijpbaar.
f. Set van streef-, drempel- en referentiewaarden	1	Score tussen 1 en 2. Referentiewaarden (benchmarks) zijn beschikbaar. Voor koppeling aan waterkwaliteitsdoelen is het moeilijk streefwaarden af te leiden o.a. vanwege de rol van andere factoren als de P-toestand en de P-verzadigingsgraad van de bodem.
g. Internationale standaarden	1	Score tussen 1 en 2. Het bodemoverschot is een internationaal veel gebruikte maatstaf, wel kunnen definities verschillen tussen landen.
h. Brede toepasbaarheid	2	Score van 1 tot 2. Goed toepasbaar in de melkveehouderij- en akkerbouwsectoren.
<i>Data</i>		
i. Databehoeft	1	Score van 0 tot 2. Dit hangt mede samen met grote verschillen tussen sectoren. Voor de melkveehouderij kan de KringloopWijzer worden gebruikt. Voor de akkerbouw is er nog niet een dergelijk systeem en vraagt dataverzameling nog veel aandacht.
j. Borgbaarheid van data	1	Score van 0 tot 1. Data die bij RVO beschikbaar zijn (o.a. dierlijke mest aan/afvoer, gewasarealen) zijn goed te borgen. De afvoer met oogstproduct op akkerbouwbedrijven is op dit moment nog niet goed borgbaar. In de melkveehouderij worden in de KringloopWijzer interne stromen berekend, mede op basis van data die de ondernemers zelf invoeren.

Figuur 4.1 Resultaat beoordeling KPI Fosfaatoverschot. Gemiddelde score van de beoordelaars. Voor meer toelichting bij het gehanteerde beoordelingskader zie paragraaf 3.4 in het hoofdrapport.

Betekenis cijfers en kleuren: 2 (groen): voldoet goed aan het criterium; 1 (oranje): Voldoet matig aan het criterium, verbetering gewenst en 0 (rood) voldoet slecht aan het criterium, verbetering noodzakelijk.

5 Aanbevelingen voor verdere ontwikkeling

Op basis van de resultaten van het toetsingskader (hoofdstuk 4) en de opgedane ervaringen in de praktijkpilots zijn de volgende aanbevelingen naar voren gekomen:

Beschikbaarheid data/datasystemen en borgbaarheid data

- *Verbetering inputdata akkerbouw*

De ervaring in de uitgevoerde pilots leert dat in de akkerbouw de beschikbaarheid van data een aandachtspunt is. Veel data zitten in bedrijfsmanagementsystemen waarin de gegevens op perceelsniveau zijn ingevoerd, maar de invoer is meestal niet compleet en lastig te borgen. Het verzamelen van de gegevens op bedrijfsniveau (via de aan- en verkoopbonnen) is een andere optie die mogelijk betere mogelijkheden biedt voor borging. Dit wordt inmiddels onderzocht.

- *Certificering bedrijfsvoering, inclusief borging interne P-stromen*

Dit betreft de borging van de gebruikte bedrijfsdata. Een deel van de data (onder andere gewasarealen en aan- en afvoer van organische mest) zijn beschikbaar via RVO, maar berekening van de KPI zijn ook data nodig die de boer zelf moet invullen en in de melkveehouderij worden interne P-stromen berekend.

Drempel- en streefwaarden

- *Verbetering/doorontwikkeling afleiding toelaatbaar P-bodemoverschot op basis van waterkwaliteitsdoelen*
Het vaststellen van streef- en drempelwaarden is een cruciaal onderdeel van de KPI-systematiek. Zoals aangegeven in deze rapportage zijn er mogelijkheden

om toelaatbare P-bodemoverschotten af te leiden uit de gewenste waterkwaliteit via de milieukundig gewenste P-bodemtoestand. Dit vergt wel verdere uitwerking en onderbouwing, waarbij voortgebouwd kan worden op de methodiek van Van Doorn et al. (2025).

Verfijningsopties huidige berekeningswijze

- *P-afvoer in geoogste akker- en tuinbouwproducten*

Bij de P-afvoer in geoogste akker- en tuinbouwproducten wordt gebruik gemaakt van gewasspecifieke forfaitaire waarden. Nagegaan zou kunnen worden of een meting van het P-gehalte een meerwaarde kan opleveren.

- *Uitbreiding P-balans met aanvoer met uitgangsmateriaal en hulpmaterialen*

De P-aanvoer met zaai- en plantmateriaal is niet opgenomen in de P-balans. Met name voor gewassen, waarbij gebruik wordt gemaakt van plantmateriaal (zoals pootgoed bij aardappelen) zou dit te overwegen kunnen zijn. In verhouding tot de aanvoer van P met meststoffen zijn het wel relatief kleine posten. Anderzijds zijn kritische verliezen naar het water van dezelfde grootteorde.

Alternatieven voor P-bodemoverschot

- Omdat het P-bodemoverschot op de korte termijn geen effect heeft op de P-uitspoeling, is het zinvol na te gaan of er alternatieve KPI's zijn. Hierbij kan gedacht worden aan de P-bodemtoestand of het toepassen van procesgerichte maatregelen (onder andere end-of-pipemaatregelen) als KPI.

Literatuur

- Haan, J.J. de, M. Wesselink, W. van Dijk, H.A.G. Verstegen, W.C.A. van Geel, W. van den Berg, 2017. Effect van organische stofbeheer op opbrengst, bodemkwaliteit en stikstofverliezen op een zuidelijke zandgrond. Resultaten van de gangbare bedrijfssystemen van het project Bodemkwaliteit op zand in de periode 2011-2016. Wageningen Research, Rapport WPR-754. 108 blz.
- Ruijter, F.J. de, W. van Dijk, W.C.A. van Geel, G. Holshof, R. Postma en P. Wilting, 2000. Actualisatie van stikstof- en fosfaatgehalten van akkerbouwgewassen met een groot areaal. Wageningen Research, Rapport WPR-957, 96 blz.
- Vries, W. de, J.J. de Jong, J. Kros en J.H. Spijker, 2019. Het effect van houtoogst op nutriëntenbalansen in bossen op zandgronden. Onderbouwing van een adviessysteem. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2923, 78 blz.
- Ehlert, P., J. van Middelkoop, I. Regelink, J. de Haan en W. van Geel, 2018. Veeljarige fosfaatveldproeven op gras- en bouwland; Syntheserapport. Wageningen, Wageningen Environmental Research, rapport 2906, 114 blz.
- Gerritsen, S., A. Evers, M. de Haan, G. Hilhorst en K. Verloop, 2024. Integrale milieuanalyse Koeien & Kansen bedrijven 2020-2023. Wageningen Plant Research, Rapport WPR-1422.
- Moria, L., G.H. Ros, D. van Rotterdam, M. Ouboter en S. Schep, 2023. Naar een onderbouwd handelingsperspectief voor landbouw en waterkwaliteit. H2O vakbladartikel, 1-6.
- Ros, G.H., H. Kager, G. Boom en W. de Vries, 2025. Verkenning effecten landbouwinnovaties. Potentieel van landbouwinnovaties om emissies van ammoniak en broeikasgassen naar de lucht en verliezen van nutriënten naar het water te verlagen. Wageningen, Wageningen Universiteit, Rapport 2024.159, 78 blz.
- Schoumans, O.F. en W.J. Chardon, 2015. Phosphate saturation degree and accumulation of phosphate in various soil types in The Netherlands. Geoderma 237-238, 325-335.
<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.08.015>
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, J.C. van Middelkoop, R.L.M. Schils, G.L. Velthof, B. Fraters en W.J. Willems. Permissible manure and fertilizer use in dairy farming systems on sandy soils in The Netherlands to comply with the Nitrates Directive target. European Journal of Agronomy 27 (2007) 102-114.
- Schröder, J.J. en B. Rutgers, 2018. Kringloopwijzer – Akkerbouw. Rekenmodel versie 'april 2018'. Wageningen Research, Rapport WPR-797.
- Dijk, W. van, J.A. de Boer, R.L.M. Schils, M.H.A. de Haan, P. Mostert, J. Oenema en J. Verloop, 2025. Rekenregels van de KringloopWijzer 2025; Achtergronden van BEX, BEA, BEN, BEP en BEC: actualisatie van de 2024-versie. Wageningen Research, Rapport WPR-1480. 188 blz.
- Doorn, M. van, D. van Rotterdam, G. Ros, G. Koopmans, E. Smolders en W. de Vries, 2023. The phosphorus saturation degree as a universal agronomic and environmental soil P test. Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. 54(5), 385-4-4.
<http://doi.org/10.1080/10643389.2023.2240211>
- Doorn, M. van, D. van Rotterdam, G.H. Ros, G.F. Koopmans en W. de Vries, 2025. Using the phosphorus saturation degree as a guide for sustainable phosphorus management balancing crop production and water quality objectives. Journal of Environmental Management 384, 125617.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.125617>
- Vervuurt, W., W.C.A. van Geel, I. Regelink en J.J. de Haan, 2023. Lange termijn effecten fosfaatbemesting op bouwland; Meetresultaten 2005-2020. Wageningen Research, Rapport WPR-1000.

Websites

www.handboekbodemenbemesting.nl

www.bemestingsadvies.nl

www.emissieregistratie.nl

www.rvo.nl

www.agrimatie.nl/lmm/onderwerpen/overschotten/

Foto: Shutterstock

Contact & informatie

Wim van Dijk
E wim.vandijk@wur.nl
wur.nl/social-and-economic-research

Wageningen Social & Economic
Research
Postbus 88, 6700 AB Wageningen

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.900 medewerkers (7.100 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 12.700 studenten en 80.000 Leven Lang Lerende deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.