



# BedrijfsBodemWaterPlan

maatwerk voor duurzaam bodem- en waterbeheer

Gerard H. Ros

Sven Verweij

Nick Quist (ZLTO)

Nick van Eekeren (LBI)

Referaat

Ros GH, Verweij S, Quist N & N van Eekeren (2020). BedrijfsBodemWaterPlan. Maatwerk voor duurzaam bodem en waterbeheer. Nutriënten Management Instituut BV, Wageningen, Rapport 1805.N.20, 34 pp.

Rapport in het kort

In samenwerking met ZLTO, het Louis Bolk Instituut, provincie Noord-Brabant en de Brabantse waterschappen is een integraal BedrijfsBodemWaterPlan (BBWP) ontwikkeld waarmee het mogelijk is om per bedrijf maatwerk te leveren om bij te dragen aan schoon grond- en oppervlaktewater, voldoende watervasthoudend en bufferend vermogen en een hoge benutting van nutriënten. Het faciliteert daarmee het gesprek tussen agrariër en adviseur als ook de doelen van het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer. Met de BBWP is het mogelijk om de huidige bijdrage van agrariers aan allerlei maatschappelijke opgaves zichtbaar te maken als ook om gericht te sturen op verbetering van de bodemkwaliteit.

Met medewerking van



---

© 2019 Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit de inhoud mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directie van Nutriënten Management Instituut NMI.

Rapporten van NMI dienen in eerste instantie ter informatie van de opdrachtgever. Over uitgebrachte rapporten, of delen daarvan, mag door de opdrachtgever slechts met vermelding van de naam van NMI worden gepubliceerd. Ieder ander gebruik (daaronder begrepen reclame-uitingen en integrale publicatie van uitgebrachte rapporten) is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NMI.

Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

---

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting en conclusies</b>	<b>2</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2 Het BedrijfsBodemWaterPlan</b>	<b>5</b>
2.1 Het BBWP in een notedop	5
2.2 Kansen voor maatregelen per perceel	5
2.3 De BedrijfsScan	7
2.3.1 Achtergronden van de BedrijfsScan	7
2.3.2 De thematiek van bodemkwaliteit	7
2.3.3 De BodemScan vragenlijst	9
2.4 Benodigde data en Kennisregels	10
2.5 IT-architectuur	14
2.6 Toekomstige ontwikkelingen	15
2.7 Valorisatie van duurzaam bodembeheer	16
<b>3 Resultaten praktijktoets</b>	<b>18</b>
3.1 Werkwijze	18
3.2 Evaluatie bedrijven op zandbodems	18
3.3 Evaluatie bedrijven op kleibodems	23
<b>4 Evaluatie praktijkbedrijven</b>	<b>28</b>
4.1 Werkwijze	28
4.2 Handleiding praktijktoets	28
4.3 Feedback vanuit de praktijk	29
<b>5 Conclusies en vooruitblik</b>	<b>32</b>
<b>Literatuur</b>	<b>33</b>
<b>Bijlage I. Maatregellijst</b>	<b>34</b>

# Samenvatting en conclusies

De laatste jaren worden er tientallen projecten opgestart om met agrarische maatregelen de bodem- en waterkwaliteit te verbeteren als ook bij te dragen aan voldoende (grond-)wateraanvulling. De focus van veel van deze projecten ligt op bewustwording, kennisoverdracht en stimulering van de Goede Landbouw Praktijk als ook de inzet van extra blauwe diensten. Er komt in het mestbeleid, bodembeleid, het agrarisch natuurbeleid als ook binnen grondwaterbeschermingsgebieden meer en meer aandacht voor maatwerk. Alleen via dit maatwerk is het mogelijk om de uiteenlopende doelen en beleidsopgaves te vertalen in maatregelen waarmee de agrarische sector bij kan dragen aan de realisatie van deze doelen. De vertaling van een gebiedsopgave naar concrete doelen voor bedrijven gebeurt maar mondjesmaat en monitoring van maatregelen vrijwel niet. In 2020 hebben ZLTO, provincie Noord-Brabant en de Brabantse waterschappen daarom een impuls hieraan gegeven door een BedrijfsBodemWaterPlan (BBWP) te ontwikkelen, samen met het Louis Bolk Instituut en het Nutriënten Management Instituut. Deze rapportage beschrijft de ontwikkeling en toetsing van deze applicatie.

Het BBWP integreert bestaande kennis vanuit de Nationale Wateranalyse, provinciale bodemkwaliteitsprojecten, de GLB-pilot en inzichten vanuit de Kennisimpuls in een eenvoudig advies- en monitoringsinstrument. Op basis van de gebiedsopgave en kenmerken van het perceel, worden kansen (en risico's) in beeld gebracht in relatie tot het vasthouden en bufferen van water, het verhogen van de efficiëntie van bemesting, het vasthouden van fosfaat (voorkomen afspoeling) en stikstof en nitraat (voorkomen uitspoeling en afspoeling). Gegeven de effectiviteit van maatregelen op deze vijf aspecten wordt per bedrijf aanbevelingen gedaan voor de meest effectieve maatregelen die inpasbaar zijn op het bedrijf. De implementatie ervan wordt gemonitord en biedt mogelijkheden voor nieuwe verdienmodellen.

In het najaar van 2020 is dit instrument geëvalueerd samen met agrarische ondernemers binnen het BodemUP-programma in provincie Noord-Brabant. Uit de praktijkevaluatie blijkt dat zij positief gestimuleerd worden door het geleverde maatwerk in het BBWP. De score-systematiek maakt gebruikers enthousiast om zelfs meer maatregelen te nemen dan oorspronkelijk beoogd. Het BBWP maakt voor hen de vertaal-slag van de wat abstracte gebiedsopgaves richting maatregelen die binnen hun bedrijf een positieve bijdrage leveren aan de kwaliteit van de leefomgeving. Het faciliteert en uniformeert daarnaast de gesprekken die adviseurs voeren. De voorgestelde verbeteringen liggen vrijwel allemaal in het verlengde van het leveren van meer maatwerk.

Het BBWP brengt hiermee kennis naar de praktijk, geeft advies en inspiratie aan ondernemers en hun adviseurs, registreert deze adviezen op een uniforme wijze en borgt de kwaliteit van adviezen. Het BBWP ondersteunt ondernemers met het plannen en uitvoeren van maatregelen die bijdragen aan voldoende en schoon water. Omdat elke regio in Nederland binnen de context van het DeltaPlan Agrarisch Waterbeheer een vergelijkbare vertaalslag moet maken om de waterkwaliteit en kwantiteit te verbeteren, zien we mogelijkheden voor uitrol van dit initiatief naar heel Nederland.

# 1 Inleiding

In 2013 is het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW) van start gegaan om een bijdrage te leveren aan de wateropgaven in Nederland. Heel concreet zijn daarbij de volgende doelen geformuleerd:

- Het bereiken van een betere waterkwaliteit (oplossen van alle knelpunten in 2027)
- Zorgen voor voldoende water (optimale waterhuishouding en spaarzaam watergebruik)
- Koersen op hogere productie en efficiënt ruimtegebruik.

Voor het realiseren van deze doelstellingen is de afgelopen jaren samengewerkt tussen het agrarisch bedrijfsleven en waterbeheerders. Omdat de bodem een cruciale rol speelt in de realisatie van deze doelen, is er veel aandacht voor maatregelen die de bufferende rol van de bodem vergroten. De bijdrage die de bodem levert aan andere maatschappelijke opgaven, als ook de actieve samenwerking met de agrarische sector, stimuleerde de ministeries van I&W en LNV om te zoeken naar een verdergaande samenwerking met het DAW. Gezamenlijk wordt er ingezet op kennisverspreiding met betrekking tot de goede landbouwpraktijk conform het 6e Nitraat Actie Programma, een optimale nutriëntenbenutting, duurzaam bodembeheer, optimale invulling van gewasbescherming en het vergroten van het klimaat-adaptatief vermogen van bodems en bedrijven. Ook coördineert het DAW de uitvoering van de bestuursovereenkomst Nitraatuitspoeling in grondwaterbeschermings-gebieden.

Vanuit het DAW-programma worden agrarisch ondernemers gestimuleerd en gefaciliteerd om met een water- en bodemgerichte bedrijfsvoering te werken aan een duurzame leefomgeving. De afgelopen jaren zijn binnen deze context diverse instrumenten ontwikkeld en tientallen projecten uitgevoerd om agrarische ondernemers te inspireren en te adviseren. De focus hiervan ligt in de praktijk op bewustwording, kennisoverdracht en stimulering van de Goede Landbouw Praktijk als ook op de inzet van bovenwettelijke blauwe diensten die positief zijn voor grond- en oppervlaktewaterkwaliteit.

Maatregelen zijn echter niet generiek inzetbaar omdat de effectiviteit ervan sterk beïnvloedt wordt door lokale perceels- en bedrijfskenmerken. Er komt in het mestbeleid, bodembeleid en agrarisch natuurbeleid als ook binnen grondwaterbeschermingsgebieden daarom meer en meer aandacht voor maatwerk. Verschillende onderzoeken bevestigen dat alleen via maatwerk het mogelijk is om de uiteenlopende doelen en beleidsopgaves te realiseren.

Binnen de provincie Noord-Brabant zijn daarvoor de afgelopen jaren al grote stappen gezet. In 2014 is er bijvoorbeeld al maatwerk mogelijk gemaakt voor maatregelen die positief bijdragen aan het watervasthoudend en bufferend vermogen van de bodem. Om de grondwatervoorraad te beschermen hebben ZLTO, waterschappen en de provincie Noord-Brabant een intentieovereenkomst getekend om duurzaam bodembeheer te stimuleren. Via een vigerend beregeningsbeleid wordt actief samengewerkt om de huidige en toekomstige wensen en eisen van de functies landbouw en natuur te combineren. Een boer kan hier profijt van hebben, maar komt alleen voor deze versoepelde regel in aanmerking als hij actief laat zien dat hij zuinig met grondwater omgaat. Hiervoor maakt hij gebruik van een BedrijfsWaterPlan (BWP). Uit de uitgevoerde evaluatie in 2018 blijkt dat het instrument BWP positief heeft bijgedragen aan het stimuleren van waterconserveringsmaatregelen. Of de daarin opgenomen maatregelen ook effect hebben op de grondwatervoorraad was nog te vroeg om vast te kunnen stellen. In de evaluatie wordt aanbevolen het instrument breder in te zetten om zo zicht te krijgen in het aantal agrarische bedrijven

dat grondwater onttrekt voor beregening. Daarbij werd aangevolen om het instrument te versterken richting innovatievere maatregelen op het gebied van bodem- en eventueel ook waterkwaliteit.

In mei 2020 hebben ZLTO, de provincie Noord-Brabant, waterschap Aa en Maas, waterschap de Dommel, waterschap de Brabantse Delta, waterschap Rivierenland, het Louis Bolk Instituut en het Nutriënten Management Instituut deze handschoen opgepakt door het huidige bedrijfswaterplan te verbreden en geschikt te maken voor brede uitrol. Dit kan door in het BWP een concrete koppeling te leggen met zowel de gebiedsopgaven (voor waterkwantiteit en -kwaliteit en bodemkwaliteit) als ook de kenmerken van percelen en bedrijven. Binnen het DAW is het namelijk gewenst en noodzakelijk om gebiedsplannen (met doelen per regio) te vertalen in handelingsperspectief per bedrijf en de uitgevoerde maatregelen ook daadwerkelijk te monitoren. Het instrument dat hiervoor ingezet wordt is een BedrijfsBodemWater-Plan (BBWP).

Voor het beoogde BBWP wordt voortgebouwd op bestaande kennis vanuit de Nationale Wateranalyse, provinciale bodemkwaliteitsprojecten (het programma Vitale Bodem), de GLB-pilot (zoals deze loopt in provincie Noord-Holland) en ontwikkelde adviesinstrumenten voor bodemcoaches en agrarische adviseurs. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van inzichten vanuit de Kennisimpuls Waterkwaliteit, een programma waarin kennisinstellingen samen met experts de basis hebben gelegd voor maatwerk in agrarische maatregelen die bijdragen aan schoon grond- en oppervlaktewater. De voorliggende rapportage beschrijft de achtergronden en rekenregels van dit BBWP.

Kort samengevat: op basis van de gebiedsopgave en 18 kenmerken van een agrarisch perceel, worden kansen (en risico's) in beeld gebracht in relatie tot:

1. Het vasthouden en bufferen van water;
2. Het verhogen van de mineralenefficiëntie van bemesting;
3. Het vasthouden van fosfaat voor wat betreft het voorkomen van oppervlakkige afspoeling en ondiepe uitspoeling naar het oppervlaktewater;
4. Het vasthouden van stikstof ter bescherming van de kwaliteit van het oppervlaktewater, en;
5. Het vasthouden van nitraat voor wat betreft het voorkomen van uitspoeling naar grondwater.

Gegeven de effectiviteit van maatregelen op deze vijf aspecten worden per bedrijf aanbevelingen gedaan voor de meest effectieve maatregelen die inpasbaar zijn op het bedrijf. De implementatie ervan kan worden gemonitord en worden beloond.

Dit instrument is in het najaar van 2020 geëvalueerd samen met boeren (in het BodemUP-programma) en zal in 2021 worden ingezet voor een grotere uitrol. Het BBWP brengt hiermee kennis naar de praktijk, geeft advies en inspiratie aan ondernemers en hun adviseurs, registreert deze adviezen op een uniforme wijze en borgt de kwaliteit van adviezen. Het BBWP ondersteunt zo ondernemers met het plannen en uitvoeren van maatregelen die bijdragen aan voldoende en schoon water.

# 2 Het BedrijfsBodemWaterPlan

## 2.1 Het BBWP in een notedop

Het BBWP zoals deze door de betrokken partijen in provincie Noord-Brabant is ontwikkeld, integreert data van agrarische percelen samen met kennis over agrarische maatregelen om maatwerk te bieden voor elk agrarisch bedrijf. Het integreert hiermee de kennis en tools vanuit

- het Bedrijfswaterplan (BWP) zoals deze wordt toegepast binnen het vigerende beregeningsbeleid binnen provincie Noord-Brabant,
- de Kennisimpuls waterkwaliteit Fase 1 en Fase 2 (de Maatregel-Op-De-Kaart),
- de in provincie Noord-Holland ontwikkelde BodemScan (inventarisatie van knelpunten en kansen voor duurzaam bodem- en waterbeheer op bedrijfsniveau),
- het systeeminzicht vanuit de studies van WEnR rond de opgaves voor stikstof- en fosforreductie voor de KRW,
- de vertaalslag van maatregelen naar Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's) (vanuit de GLB-pilot in Noord-Holland / Utrecht en diverse gebiedsstudies in Nederland), en
- data vanuit agrarische meetnetten zoals deze zijn verzameld in provincie Noord-Brabant.

## 2.2 Kansen voor maatregelen per perceel

Voor elk perceel in provincie Noord-Brabant is inzicht nodig in de mogelijkheden die er op dat perceel zijn om bij te dragen aan een robuust bodem- en watersysteem. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het Kanskaart concept zoals dat in 2018 is ontwikkeld door Verhoeven en Ros (2018ab), en zoals dat in diverse studies in Nederland al is toegepast. De studie van van Leeuwen (2019) bevestigt de relevantie van deze aanpak door te laten zien dat gerichte verbetering van nutriëntenmanagement inzicht vraagt in maatregelen en bodemkwaliteit van individuele percelen. Binnen het BBWP wordt dit concreet gemaakt door gebruik te maken van bodemdata zoals die gemeten zijn bij Eurofins Agro (of een ander laboratorium) als ook generieke perceelkenmerken (afgeleid van maaiveldhoogte, grondsoort, omliggende waterlopen, en grondwaterdynamiek). Op basis hiervan wordt in beeld gebracht wat de eventuele knelpunten en kansen zijn voor:

1. het bufferen van fosfaat ter bescherming van oppervlaktewaterkwaliteit,
2. het bufferen van stikstof ter bescherming van oppervlaktewaterkwaliteit,
3. het bufferen van nitraat om uitspoeling naar het grondwater te voorkomen,
4. het verhogen van de benutting van (toegevoegde) nutriënten in de bodem, en
5. het verhogen van het watervasthoudend vermogen als ook de waterbenutting.

Dit levert de volgende kansen op per perceel:

- **Kans voor schoon oppervlaktewater voor wat betreft fosfor.** Deze is gebaseerd op rekenregels voor het risico op oppervlakkige afspoeling (Van Hattum et al., 2011), de natte omtrek en helling van het perceel (Van Gerven et al., 2018), de grondwatertrap, de P-retentie van de bovengrond zoals gemeten via een oxalaatextractie van de hoeveelheid aluminium en ijzer (Al-ox en Fe-ox),

de direct beschikbare hoeveelheid fosfaat (P-CaCl<sub>2</sub>), en de P-verzadigingsgraad (alle vier beschikbaar via opgewerkte meetgegevens van agrarische laboratoria) en het risico op ondergrondverdichting (Van den Akker, 2012).

- **Kans voor schoon oppervlaktewater voor wat betreft stikstof.** Deze is gebaseerd op rekenregels voor het risico op oppervlakkige afspoeling (Van Hattum et al., 2011), de natte omtrek en helling van het perceel (Van Gerven et al., 2018), de grondwatertrap (bodemkaart), de hoeveelheid stikstof (N-totaal) in de bouwvoor als ook de afbreekbaarheid ervan waarbij rekening wordt gehouden met landgebruik en het risico op ondergrondverdichting (Van den Akker, 2012).
- **Kans voor schoon grondwater.** Deze is gebaseerd op rekenregels voor het risico op uitspoeling van nitraat naar het grondwater, en maakt gebruik van grondsoort, landgebruik (basis registratie percelen) en grondwatertrap (bodemkaart), het N-leverend vermogen (afgeleid van metingen van agrarische laboratoria) en uitspoelfracties vanuit het STONE-instrumentarium (Groenendijk et al., 2016).
- **Kans voor hoge NP-mineralenefficiëntie.** Deze is gebaseerd op de P-beschikbaarheids-index (CBGV, 2020) zoals deze bepaalt wordt door de P-capaciteit en P-intensiteitsmetingen zoals deze voor elk perceel bekend zijn via metingen van agrarische laboratoria, de grondwatertrap (bodemkaart), de mogelijke opbrengstreductie door droogte (HELP-systematiek, Van Bakel et al., 2005), en het N-leverend vermogen (bodemdata) als ook het landgebruik (basis registratie percelen).
- **Kans voor groot watervasthoudend en bufferend vermogen.** Deze is gebaseerd op rekenregels die gebruik maken van grondsoort en grondwatertrap (bodemkaart), het gehalte organische stof (bodemdata), de potentiële waterberging in de bouwvoor (afgeleid van bodemdata, conform de OBI-systematiek, zie Ros, 2019; Van Leeuwen, 2019), en het risico op droogte- en natschade (HELP-systematiek, Van Bakel et al., 2005).

Om een agrarisch bedrijf dan wel de adviseur maximaal te ondersteunen, is een rekensystematiek ontwikkeld waarbij de gebruiker inzicht krijgt in de best passende maatregelen op zijn / haar bedrijf. Deze rekensystematiek houdt rekening met de perceelskenmerken (op basis van de hierboven beschreven indicatoren), de effectiviteit en inpasbaarheid van de maatregelen, als ook de aanwezige gebiedsopgave voor zowel waterkwantiteit, waterkwaliteit als het landbouwkundig functioneren.

Of maatregelen nodig zijn, hangt namelijk samen met de aanwezige gebiedsopgave. Een verhoging van het watervasthoudend en bufferend vermogen is gewenst op alle percelen waar een potentieel risico bestaat op droogte- en natschade (conform de HELP-systematiek). Een verhoging van de mineralenbenutting van meststoffen is generiek gewenst voor elk bodemtype en gewas. De gebiedsopgave voor de Nitraatrichtlijn wordt bepaald door het risico op nitraatuitspoeling naar het grondwater, waarbij de opgave het grootst is in de aanwezige grondwaterbeschermingsgebieden. De gebiedsopgave voor reductie van N- en P-belasting naar het oppervlaktewater is onderbouwd door modelstudies van WEnR (Schipper et al., 2005) die per stroomgebied berekend hebben hoeveel de agrarische belasting moet worden verlaagd om de doelen van de KRW in 2027 te bereiken.

De effectiviteit van maatregelen, wordt bepaald op basis van de kennis ontwikkeld binnen de Kennisimpuls Waterkwaliteit. Daarbij wordt voortgebouwd op het initiatief van de Maatregel-Op-De-Kaart (Van Gerven et al., 2018), waarbij voor alle maatregelen op de BOOT-lijst (zie bijv., Verloop et al., 2018) een expert-judgement gebaseerde inschatting is gegeven van de effectiviteit en toepasbaarheidsrange. Dit is gebeurd voor de effectiviteit om stikstof en fosfor in de bodem te bufferen en zo de uit- en afspoeling te verminderen. Deze lijst is uitgebreid met de huidige maatregelen uit het Bedrijfswaterplan (zoals gebruikt in provincie Noord-Brabant). Voor alle maatregelen is aanvullend in beeld gebracht of en zo ja hoe deze de mineralenbenutting als ook het watervasthoudend en -bufferend vermogen van een perceel kunnen vergroten. Ook is vastgesteld onder welke omstandigheden deze wel of niet toepasbaar zijn, afhankelijk van grondsoort, landgebruik, drainagesysteem en grondwatertrap.



## 2.3 De BedrijfsScan

### 2.3.1 Achtergronden van de BedrijfsScan

In 2017 is door het Nutriënten Management Instituut in samenwerking met onderzoekers en adviseurs van het Louis Bolk Instituut, Aequator, WEnR, PPO, CAH Dronten, Soil Cares Research en Van Dam een BodemScan ontwikkeld waarmee via eenvoudige vragen inzichtelijk wordt gemaakt welke knelpunten er op een bedrijf aanwezig zijn rondom bodem- en waterkwaliteit. Hierbij wordt rekening gehouden met de landbouwkundige sector, de grondsoort en de aanwezigheid van perspectievolle maatregelen. Het resultaat van de BodemScan is daarmee een eerste 'bedrijfscheck' of er daadwerkelijk handelingsperspectief is voor maatregelen om de bodemkwaliteit te vergroten en daarmee de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater te beschermen. Deze BedrijfsScan is ingebouwd binnen het landbouwportaal van de provincie Noord-Holland om agrariërs binnen de provincie te faciliteren met kennis en eenvoudige toegang tot subsidies die bijdragen aan een duurzaam bodem- en watersysteem. Binnen het BBWP is de BedrijfsScan het startpunt waarmee een adviseur met de agrariër in gesprek gaat. De vraag naar welke maatregelen op welk perceel geschikt zijn, is relevant zodra op bedrijfsniveau de noodzaak tot duurzaam bodem- en waterbeheer wordt ingezien.

De kracht van deze aanpak ligt in:

- de eenvoud waarin de complexiteit van bodembeheer en agrarisch waterbeheer is verwerkt tot een eenvoudige vragenlijst waarmee de knelpunten worden geïdentificeerd.
- het aanleveren van cruciale gespreksvragen om het gesprek tussen agrariër en coach / adviseur te faciliteren om zo een goed zicht te krijgen op eventuele knelpunten op het bedrijf die samenhangen met de bodemkwaliteit. Waar nodig kan een kort veldbezoek verhelderend zijn.
- De opschaalbaarheid is hoog; het is inzetbaar voor alle agrarische teelten en grondsoorten.

### 2.3.2 De thematiek van bodemkwaliteit

Bij bodemkwaliteit spelen niet alleen nutriënten een belangrijke rol, maar ook beworteling en bodemleven. In de vragenlijst is er aandacht voor de volgende thema's: 1) bodemverdichting en beworteling, 2) verslemping, 3) waterhuishouding, 4) afspoeling van stikstof, fosfor en gewasbeschermingsmiddelen, 5) stikstofuitspoeling, 6) bodemgezondheid en de organische stofbalans.

#### **Bodemverdichting en beworteling**

Feitelijk is er sprake van twee vormen van verdichting: van de bouwvoor (bovenste 20-30 cm) en net onder de bouwvoor. Diepe ondergrondverdichting komt meer voor op zandgronden. De belangrijkste oorzaak is het veelvuldig berijden en bewerken van de grond met zware machines onder suboptimale bodemomstandigheden. Verdichting veroorzaakt niet alleen problemen voor de beworteling van gewassen, maar verstoort ook de waterhuishouding van de bodem. Een slechte bodemstructuur kan tot 30% opbrengst kosten, waarbij het gemiddelde effect geschat wordt op 10% (Van den Akker, 2019). Dat betekent dat de toegediende nutriënten ook niet worden benut en dus achterblijven in het systeem en kunnen uitspoelen.

#### **Verslemping**

Verslemping speelt vooral op lichte klei- en zavelgronden (<25-30% afslibbaar). Probleem is dat de bovenlaag van de grond bij neerslag dichtslaat door uiteenvallen van bodemaggregaten en er een korst wordt gevormd. Daardoor wordt de waterinfiltratie bemoeilijkt en treedt snel afspoeling op, maar het geeft ook schade aan gewassen (verstikking). Dit risico is het grootst rond opkomst van pas gezaaide gewassen, wanneer de grond relatief fijn ligt.

## **Waterbergend en bufferend vermogen van de grond**

Het waterbergend vermogen van veel bouwlandpercelen is beperkt. Dit is vaak gerelateerd aan bodemverdichting, verslumping, en een laag organische stofgehalte. Bij een beperkt waterbergend vermogen leiden natte omstandigheden naast schade aan gewassen ook tot een verhoogd risico op af- en uitspoeling. Droge omstandigheden kunnen bij een beperkt waterbergend vermogen leiden tot droogteschade aan gewassen en/of verhoogd gebruik van water voor beregening. De huidige klimaatverandering - richting meer en heftigere buien in de zomer – maakt het waarborgen van een goed waterbergend vermogen nog belangrijker.

## **Perceelafspoeling**

Bij (forse) neerslag infiltreert het water niet meer in de bodem, maar spoelt oppervlakkig af naar de naastgelegen greppel of sloot, waarbij ook gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen worden meegenomen. Voor fosfaat kan bijvoorbeeld een forse regenbui vlak na bemesting resulteren in een hoeveelheid fosfor dat afspoelt naar het water dat gelijk staat aan de helft van de totale jaarlijkse vracht naar de sloot. Afspoeling blijkt de belangrijkste emissieroute van gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater.

## **Stikstofuitspoeling**

Bouwland (inclusief maïs) is gemiddeld genomen gevoeliger voor uitspoeling van stikstof dan grasland. Veel bouwlandgewassen gaan minder efficiënt om met stikstof dan gras en bij bouwland is vaak sprake van een (vrijwel) gewasloze periode in het najaar en de winter. Op lichte gronden (zand, lichte zavel) zijn de risico's groter dan op zwaardere grond. Wanneer graslandvernieuwing plaatsvindt van een grasmat ouder dan 3 jaar kan er een sterke flux van nitraat naar het grondwater plaatsvinden. Het risico op nitraatuitspoeling is lager bij een hoger aandeel groenbemesters, als ook bij een lager aandeel wisselbouw. Het risico neemt toe als het organische stofpercentage laag is. Zand heeft een hoger uitspoelingsrisico dan klei, en bij kleigronden neemt het risico toe naarmate de grond lichter wordt.

## **Bodemgezondheid en organische stofbalans**

Bij bodemgezondheid gaat het om een goed biologisch functioneren van de bodem en een goede cyclus van het gewas / beworteling met het bodemleven en de bodem als geheel. Bodemleven bestaat onder andere uit microflora (zoals bacteriën en schimmels) en fauna (zoals aaltjes/nematoden, mijten en wormen). Het bodemvoedselweb en de kringloop van organische stof en nutriënten zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Aanvoer van organische stof stimuleert het goede bodemleven. Dit heeft ook een positief effect op de weerbaarheid tegen ziekteverwekkende organismen (pathogenen) in de bodem. Managementmaatregelen zoals type grondbewerking, bemesting, beregening, drainage en bouwplan hebben een direct en indirect effect op de bodemgezondheid en kunnen worden ingezet om de bodemkwaliteit te verbeteren.

### 2.3.3 De BodemScan vragenlijst

Er zijn in totaal 30 vragen beschikbaar voor het gesprek tussen agrariër en adviseur, waarbij het aantal varieert van 5 tot 6 vragen per thema. De vragen die beschikbaar zijn, kunnen per bedrijf variëren afhankelijk van de grondsoort en sector. Na beantwoording wordt het bedrijf geclassificeerd in relatie tot het voorkomen van bodemkwaliteitsproblemen en het daaraan gekoppelde handelingsperspectief.

#### **Bodemverdichting en beworteling**

Onder dit thema vallen de volgende vragen:

- Hoe waardeert u als ondernemer uw bodemstructuur?
- Hoe diep gaat de beworteling van de verschillende gewassen op uw percelen?
- Is uw land vaak te nat om te kunnen berijden of te bewerken?
- Heeft u drainage en zo ja, is uw drainage op orde?
- Wanneer kunt u in het voor- en najaar op uw land komen voor berijding?
- Zijn er storende bodemlagen aanwezig (bijv zichtbaar bij blauwverkleuring bij het ploegen)?
- Staat er wel eens water op uw percelen en wanneer treedt deze plasvorming op?

#### **Verslemping**

Onder dit thema vallen de volgende vragen:

- Treedt er snel korstvorming op na neerslag en vormen zich dan plassen op het land?
- Hebben gezaaide gewassen moeite met opkomen als er na het zaaien heeft geregend?
- Treedt er verstikking op van pas opgekomen gewassen door korstvorming?

#### **Waterbergend en bufferend vermogen van de grond**

Onder dit thema vallen de volgende vragen:

- Is er bij droge omstandigheden snel sprake van droogtestress of zelfs gewasschade?
- Wordt er door u vaak beregend?
- Beregent u steeds meer en/of vaker?
- Treedt er bij natte omstandigheden schade op aan uw gewassen?
- Wordt er op het erf water vastgehouden om te gebruiken in periode van droogte?

#### **Perceelafspoeling**

Onder dit thema vallen de volgende vragen:

- Hebt u percelen met een hoge fosfaattoestand?
- Wat is het P-gehalte in uw graskuil?
- Liggen veel van uw percelen bol?
- Zijn er greppels en geulen om afwatering te bevorderen?
- Past u beweiding toe in het najaar?
- Is er op uw bedrijf sprake van oeverafkalving?

#### **Stikstofuitspoeling**

Onder dit thema vallen de volgende vragen:

- Hebt u late herfst- en winterteelten (zoals kool, bladgewassen of aardappelen)?
- Past u weidegang toe in het najaar?
- Past u graslandvernieuwing toe?
- Krijgen uw groenbemesters een stikstofbemesting?

## Bodemgezondheid en organische stofbalans

Onder dit thema vallen de volgende vragen:

- Is er op uw bedrijf sprake van een positief of negatieve organische stofbalans?
- Wat is de gemiddelde leeftijd van het grasland?
- Maakt u gebruik van groenbemesters?
- Hebt u problemen met bodempathogenen (bodemorganismen die schadelijk zijn)?
- Past u chemische gewasbescherming toe in de vollegrond (grondbehandeling)?
- Is de spuitvrije zone groter dan het wettelijk minimum?
- Worden er maatregelen genomen om verbruik gewasbeschermingsmiddelen te verminderen?
- Wordt er regelmatig een grondmonster genomen voor bodemanalyses?
- Wordt er regelmatig bekeken om de bodem op de geadviseerde pH te brengen?
- Hebt u inzicht in de aanwezigheid van bodemleven en regenwormen?
- Maakt u gebruik van een perceelspecifiek bemestingsplan waarbij op elk perceel het bemestingsadvies wordt gevolgd?

## 2.4 Benodigde data en Kennisregels

De BBWP biedt de gebruiker de mogelijkheid om met minimale input het risico in kaart te brengen dat de opbrengst wordt beperkt door vocht- of natschade als ook het risico dat stikstof en fosfor uitspoelen naar het grond- en oppervlaktewater. Dit gebeurt op perceelsniveau. Op basis van duizenden bodemanalyses die de afgelopen jaren zijn uitgevoerd op agrarische percelen in Nederland, heeft het NMI ruimtelijke modellen ontwikkeld waarmee voor elk perceel de gewenste bodemparameters kunnen worden voorspeld. Het BBWP maakt vooralsnog gebruik van deze voorspellingen waardoor voor elk perceel in de provincie Noord-Brabant de huidige bodemkwaliteit als ook de mogelijkheden om bij te dragen aan een duurzamer bodem- en watersysteem in kaart kan worden gebracht. Dit vergroot het gebruikersgemak van het BBWP omdat zonder veel invoergegevens een gebruiker al een maatwerkadvies kan krijgen dat geschikt is voor zijn / haar bedrijf. De onzekerheid op de gebruikte bodemparameters is relatief klein en varieert afhankelijk van de parameter van kleiner dan 5% tot maximaal 25%. In 2021 wordt de mogelijkheid toegevoegd om ook eigen actuele metingen toe te voegen aan het BBWP om zo een nog accurater beeld te krijgen van de bodemkwaliteit op het bedrijf.

De input die nodig is om voor elk perceel de bijdrage aan een duurzaam bodem- en watersysteem in beeld te brengen, staat beschreven in tabel 2.1.

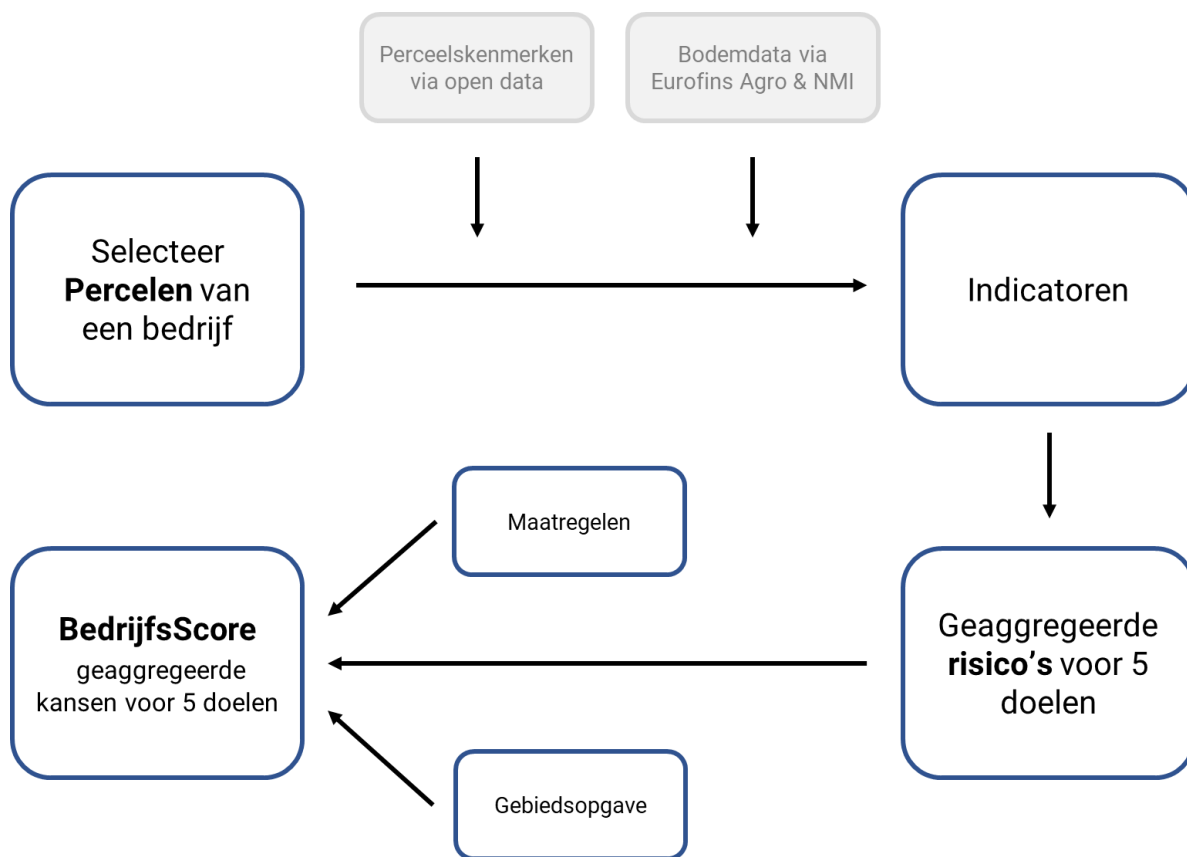
Tabel 2-1. Benodigde input die voor elk perceel nodig is voor het BBWP.

Eigenschap	Eenheid	Bechrijving
Sector (bedrijfseigenschap)	-	Sector waarin bedrijf actief is
BRP gewascode	-	De Basisregistratie Percelen gewascode
Agrarisch bodemtype	-	Het agrarisch bodemtype
HELP bodemtype	-	Bodemcode volgens de HELP systematiek
Totaal stikstofgehalte*	mg N kg <sup>-1</sup>	De stikstofvoorraad in de bouwvoor
Pw-getal*	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> L <sup>-1</sup>	De P-voorraad, gemeten in een water extract
PAL-getal*	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 100g <sup>-1</sup>	De P-voorraad, gemeten in een ammoniumlactaat extract
P-CaCl <sub>2</sub> *	mg P kg <sup>-1</sup>	De P-concentratie in de bodemoplossing
P-verzadigingsgraad	%	De mate waarin de bodem is opgeladen met fosfaat
Ondergrondverdichtingsrisico	-	Het risico op ondergrond-verdichting volgens van den Akker (2006)
Natte omtrek	-	De fractie van de omtrek van het perceel dat is omgeven door water (bv. sloten)
Risico op oppervlakkige afspoeling	-	Het risico op oppervlakkige afspoeling, gebaseerd op de morfologie van het perceel
Fe-ox en Al-ox*	mmol+ kg <sup>-1</sup>	De P-retentie van de bodem zoals deze afhangt van het ijzer en aluminiumgehalte, gemeten via een oxalaatextractie
Klei, zand en siltgehalte*	%	De mineralogie van het perceel
Het OS-gehalte*	%	Organisch stofgehalte
Drainage	-	Aanwezigheid van buisdrains
N- en P-opgave voor KRW	kg ha <sup>-1</sup>	De benodigde reductie van de landbouwkundige belasting om KRW-doelen te realiseren
Grondwaterbeschermingsgebied	-	Ligging van perceel in een grondwaterbeschermingsgebied

\* voor deze eigenschappen kan vanaf 2021 gebruik worden gemaakt van analyseuitslagen van agrarische laboratoria.

## Van perceelskenmerken naar indicatoren

In Figuur 2-1 is de structuur te zien van het rekenhart van BBWP. Als eerste wordt voor elk perceel van een landbouwbedrijf de relevante gegevens (zie tabel 2-1) opgevraagd vanuit de onderliggende database. Dit zijn perceelskenmerken afkomstig van open data dan wel bodemdata vanuit bodemanalyses die routinematig in agrarische laboratoria wordt gemeten. De geselecteerde kenmerken hebben een positieve of negatieve invloed op het watervasthoudend vermogen, de nutriëntenbenutting of de uit- en afspoeling van nitraat, stikstof en fosfor. Voor elk stroomgebied wordt op basis van deze kenmerken in kaart gebracht welke percelen het sterkst bijdragen aan de daar aanwezige opgave. Hiervoor worden de verschillende bodemparameters voor alle percelen binnen het stroomgebied met elkaar vergeleken, en krijgen de percelen een ranking die varieert van de waarde 0 tot 1. Percelen met een hoge ranking (de waarde 1) worden gekenmerkt door een groot risico op stikstof of fosforverliezen naar het watersysteem, een lage bodembenutting en weinig watervasthoudend vermogen. Deze gerankte bodemeigenschappen noemen we in indicatoren.



*Figuur 2-1 Conceptuele weergave van het rekenhart om het handelingsperspectief in beeld te brengen voor elk perceel om bij te dragen aan een duurzaam bodem- en waterbeheer.*

### **Van indicatoren naar geaggregeerde risico's**

Zodra de relatieve ranking voor elk perceel bekend is, worden deze geaggregeerd in risico's voor de vijf hierboven genoemde doelen; doelen waar het BBWP op stuurt. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een gewogen gemiddelde van de relevante indicatoren, waarbij indicatoren met een hoog risico sterker meetellen dan indicatoren met een laag risico. Welke indicatoren hiervoor gebruikt worden, wordt hieronder per gebiedsopgave toegelicht.

1. Het **risico op afspoeling van fosfor** naar het oppervlaktewater is een gewogen gemiddelde van de indicatoren oppervlakkige afspoeling, de natte omtrek van het perceel, de grondwatertrap, de P-retentie, de direct beschikbare hoeveelheid fosfaat, de P-verzadigingsgraad en het risico op ondergrondverdichting.
2. Het **risico op afspoeling van stikstof** naar het oppervlaktewater is een gewogen gemiddelde van de indicatoren oppervlakkige afspoeling, de natte omtrek van het perceel, de grondwatertrap, het N-gehalte in de bouwvoor en het risico op ondergrondverdichting.
3. Het **risico op uitspoeling van nitraat** naar het grondwater is een gewogen gemiddelde van de indicatoren uitspoelingsrisico (afhankelijk van grondsoort, landgebruik en grondwatertrap) en het N-leverend vermogen.
4. Het **risico op een lage nutriëntenbenutting** is een gewogen gemiddelde van de indicatoren opbrengstderiving door droogte, het N-leverend vermogen en de P-beschikbaarheid.

5. Het **risico op een laag watervasthoudend en bufferend vermogen** is een gewogen gemiddelde van de indicatoren potentiële waterberging in de bouwvoor en de mogelijke droogte- en natschade.

### Van risico's naar kansen en bedrijfsscore

De ingeschatte risico's worden vervolgens beoordeeld in het licht van de aanwezige gebiedsopgave. Op dat moment praten we dan ook over een kans om bij te dragen aan een duurzaam bodem- en watersysteem (zie Figuur 2-1). Dit betekent concreet dat in gebieden met een grote gebiedsopgave meer maatregelen gewenst zijn, en idem dito ook voor percelen met een groot risico. Om de gebiedsopgave te koppelen aan de kenmerken van de percelen wordt gebruik gemaakt van de volgende aannames:

- Alle opgaves worden uitgedrukt op een schaal die varieert van 0 (geen opgave) tot 1 (een grote opgave). De kansrijkheid voor maatregelen (lees: het handelingsperspectief) wordt vervolgens bepaald door het risico te vermenigvuldigen met de daar aanwezige opgave. In gebieden met een grote opgave moeten er dus meer maatregelen genomen worden om de gebiedsopgave te realiseren dan in gebieden met een kleine opgave. De kans om via een of meerdere maatregelen op een individueel perceel bij te dragen aan een duurzaam bodem- en watersysteem wordt berekend via een logistische correctiefunctie, waarbij het risico (een waarde tussen 0 en 1) wordt vermenigvuldigd met de aanwezige opgave (ook een waarde tussen 0 en 1) waarbij de oorspronkelijke variatie tussen de percelen niet wordt verkleind. Dit gebeurt voor alle vijf doelen: watervasthoudend en bufferend vermogen, nitraatuitspoeling, ondiepe uit- en afspoeling van N en P naar het oppervlaktewater en de nutriëntenbenutting.
- Voor de provincie Noord-Brabant nemen we aan dat het risico op uitspoeling vooral relevant is voor percelen die binnen een grondwaterbeschermingsgebied liggen (opgave = 1,0). Ligt een perceel buiten een grondwaterbeschermingsgebied, dan wordt de kans gehalveerd (opgave = 0,5). Buiten het grondwaterbeschermingsgebied zijn er namelijk beperkt extra (bovenwettelijke) maatregelen nodig om het bufferend vermogen te vergroten en daarmee de nitraatuitspoeling te beperken. Door de opgave te halveren, blijven op elk perceel maatregelen gewenst en mogelijk om zo een positieve bijdrage te leveren aan de grondwaterkwaliteit. Binnen grondwater-beschermingsgebieden worden maatregelen die bijdragen aan de bescherming van grondwaterkwaliteit hierdoor echter meer geadviseerd.
- Voor alle percelen in Noord-Brabant is er een noodzaak om het watervasthoudend en bufferend vermogen te vergroten in het licht van de verwachte klimaatverandering en de huidige droogtegevoeligheid van landbouwbodems (opgave = 1,0).
- Om als landbouw toekomstbestendig te zijn is het gewenst om de nutriëntenbenutting te verhogen. Omdat hiervoor geen wettelijke doelen zijn geformuleerd, wordt deze 'opgave' beperkt toegekend aan alle landbouwpercelen (opgave = 0,5). Ook hier betekent dit dat op alle percelen een verbetering van nutriëntenbenutting gewenst is.
- Omdat voor elk stroomgebied bekend is in welke mate de agrarische stikstof- en fosforbelasting moet worden verlaagd om de KRW-doelen te realiseren (proportioneel aan de landbouwbijdrage aan de totale N- en P-belasting conform de *Bronnenanalyse nutriënten stroomgebied Maas* (Schipper et al., 2019)) wordt deze gewenste reductie gelijk gesteld aan de opgave. De opgave wordt hierbij uitgedrukt als fractie van de maximaal bekende opgave (0,5 kg P ha<sup>-1</sup> en 5,0 kg N ha<sup>-1</sup>). Als er geen opgave bekend is vanuit deze bronnenanalyse, dan wordt de opgave gelijk gesteld aan de maximale opgave (opgave = 1,0).

Door maatregelen te nemen kan de bodemkwaliteit worden verbeterd en daarmee het watervasthoudend vermogen als ook het bufferend vermogen van de bodem. Hiermee daalt het risico op stikstof- en fosforverliezen naar grond- en oppervlaktewater. Om de impact van een maatregel in beeld te brengen, wordt voor elk perceel de volgende 3 stappen doorlopen.

1. Filter de lijst met maatregelen op alleen die maatregelen die toepasbaar zijn gegeven landbouwsector, bodemtype en grondwatertrap.
2. Bereken voor alle maatregelen de potentiële impact op de vijf eerder genoemde risico's door de effectiviteit van de maatregel te vermenigvuldigen met het risico van het desbetreffende perceel.
3. Sorteert de maatregelen op de gecombineerde impact van de vijf doelen, daarbij rekening houdend met de mogelijke kosten van de maatregelen.

Vanuit de Kennisimpuls Waterkwaliteit is van elke maatregel op basis van expertkennis geschat in welke mate deze bij kan dragen aan de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Voor het BBWP is deze lijst uitgebreid met de effectiviteit waarmee een maatregel bij kan dragen aan een verhoging van het watervasthoudend en bufferend vermogen als ook de nutriëntenbenutting. Elke maatregel krijgt dus een extra score die varieert van -2 (een sterk negatief effect) tot +2 (een sterk positief effect). Van elke maatregel is daarnaast bekend onder welke omstandigheden deze toepasbaar is. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het bedrijfstype (melkveehouderij, akkerbouw, bollen en boomteelt), grondsoort (zand, klei, veen en löss), grondwatertrap (droog en nat) en de aanwezigheid van drainage. Deze informatie wordt gebruikt om per perceel alleen die maatregelen te selecteren die daar ook van toepassing zijn (stap 1).

Omdat van elke maatregel bekend is hoe effectief het bij kan dragen aan de vijf genoemde doelen, wordt het berekende risico verlaagd (stap 2). Hierbij worden twee aannames gemaakt. Allereerst wordt aangenomen dat de effectiviteit van een maatregel positief samenhangt met het aanwezige risico. Een maatregel heeft daardoor meer impact op een perceel met een hoog risico dan op een perceel met een laag risico. Ten tweede wordt vanuit praktische overwegingen aangenomen dat het mogelijk is om voor elk perceel de doelen te bereiken door in totaal vier 'effectiviteitspunten' te scoren. Een effectiviteitspunt is hierbij gedefinieerd als de totale impact van een maatregel rekening houdend met het aanwezige risico. Stel, een perceel heeft een risico van 0,8 en er wordt een maatregel geselecteerd waarvan het effect maximaal is (+2), dan krijgt deze maatregel 1,6 effectiviteitspunten en kan het risico worden verlaagd met  $1,6 / 4 = 0,4$  eenheden. Het risico van dit voorbeeldperceel verlaagt daardoor van 0,8 naar 0,4. Uit de evaluatie (zie hoofdstuk 4) blijkt dat deze laatste aanname ietwat een te rooskleurig beeld geeft van de werkelijkheid: op vrijwel alle bedrijven was het met de huidige praktijk van bodembeheer (lees: bovenwettelijke maatregelen) al mogelijk om voor elk perceel alle doelen volledig te halen.

Zodra voor elke maatregel bekend is wat de invloed is op de vijf risico-indicatoren, kunnen de maatregelen gesorteerd worden op basis van hun verwachte integrale effectiviteit (stap 3). Maatregelen kunnen het risico alleen verlagen en de bedrijfsscore verhogen als zij door de gebruiker zijn geselecteerd en de status "uitgevoerd" hebben gekregen.

De rekenregels die gebruikt worden, zijn openbaar beschikbaar als R-package onder de GPL-3 licentie.

## 2.5 IT-architectuur

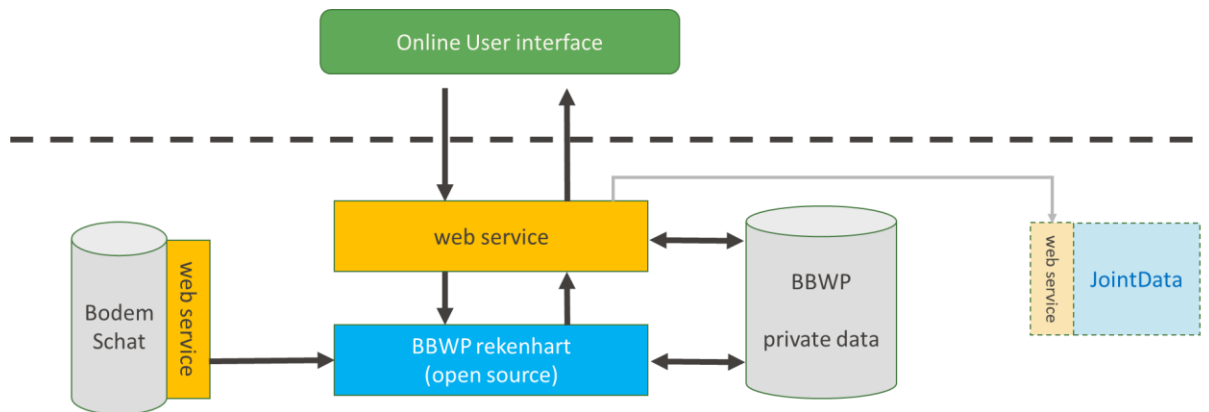
De BBWP bestaat uit 4 modules (Figuur 2.2):

- het *open source* BBWP rekenhart om een relatie te leggen tussen perceelskenmerken, de aanwezige gebiedsopgave en de effectiviteit en toepasbaarheid van maatregelen.
- NMI dataset (genoemd BodemSchat) met daarin schattingen van bodemkenmerken die van invloed zijn op de uit- en afspoeling van nutriënten, het watervasthoudend vermogen van de bodem, en de benutting van nutriënten.
- een beveiligde database met gebruikersdata waarin de geplande maatregelen per perceel en bedrijf als ook de resultaten van de BedrijfsScan zijn opgeslagen en gemonitord.



- de BBWP-applicatie waarmee gebruikers toegang krijgen tot de hierboven genoemde database, datasets en rekenhart. Het is daarmee de gebruikersinterface waarmee agrariers en hun adviseurs toegang krijgen tot maatwerkoplossingen per perceel en bedrijf als ook hun bijdrage aan een duurzaam bodem- en watersysteem kunnen monitoren.

Het rekenhart is ontworpen en ontwikkeld door NMI. Nadat een nieuwe versie is goedgekeurd, wordt het rekenhart als container online gezet binnen de cloud infrastructuur van NMI en bereikbaar gemaakt voor de applicatie.



Figuur 2-2 Conceptuele weergave van het rekenhart om het handelingsperspectief in beeld te brengen voor elk perceel om bij te dragen aan een duurzaam bodem- en waterbeheer.

De applicatie stuurt de gegevens van de gebruiker naar het rekenhart om de risico's en kansen te berekenen en de aanbevolen maatregelen te bepalen. De applicatie is ontwikkeld door het NMI en is beschikbaar via het portaal van de HLB holding, het moederbedrijf waarvan NMI onderdeel is. Omdat het BBWP binnen dit portaal werkt, kunnen gebruikers ook eenvoudig gebruik maken van de tools die NMI en HLB beschikbaar stellen, zoals een bemestingsadvies, weersvoorspellingen en waarderingsinstrumenten die inzicht geven in de bodemkwaliteit. Mogelijk kan in de toekomst ook gekozen worden voor een onafhankelijke gebruikersinterface.

De gebruikersdata en NMI-datasets zijn beveiligd opgeslagen en privacygevoelige gegevens worden alleen versleuteld verstuurd. De data van de gebruiker is niet toegankelijk voor derden zonder toestemming.

Het beheer en onderhoud van de applicatie ligt bij het NMI. Gebruikte algoritmen worden gepubliceerd onder de open source GPL-3 licentie. De applicatie is zo opgezet dat in een latere fase gemakkelijk koppelingen kunnen worden gelegd met andere applicaties zoals de PerceelWijzer of een landbouwportaal (via JointData bijvoorbeeld).

## 2.6 Toekomstige ontwikkelingen

De rekenregels van het BBWP worden in 2020 en 2021 verder beproefd en geëvalueerd in samenwerking met het BodemUP-programma. Hiermee krijgt de daadwerkelijke eindgebruiker (de agrariër en zijn adviseur) een grote stem in de ontwikkeling van een BBWP zodat het ook een instrument is (dan wel wordt) die gedragen wordt door de agrarische praktijk en hen ondersteunt in de realisatie van een duurzaam bodem- en waterbeheer. Dit betekent ook dat de huidige versie ook daadwerkelijk een versie 1.0 is.

Het is zinvol om de maatregelenlijst van de BedrijfsWaterWijzer (BWW), die meer gedetailleerd is dan die van de BOOT, toe te voegen aan de BBWP. Hiermee is concreter maatwerk mogelijk op perceel- en bedrijfsniveau. Het is daarnaast gewenst om de gebruikte risico's binnen het BBWP te vergelijken met

die van de BWW en waar mogelijk te synchroniseren. Een verdergaande koppeling tussen de informatie uit de BedrijfsScan (voor wat betreft berekening, begreppeling, etc) en de risico-indicatoren per perceel vergroot het maatwerk.

De impact van maatregelen op de bodemkwaliteit en de kwaliteit van het watersysteem maakt gebruik van een kwalitatief beoordelingssysteem voortbouwend op de kennis vanuit de Kennisimpuls Waterkwaliteit. We voorzien dat binnen dit spoor in komende jaren nieuwe kennis beschikbaar komt om het effect van maatregelen ook kwantitatief in beeld te brengen. Kennisinstellingen, agrariërs en adviserende bedrijven werken daarom komende jaren samen. Omdat de betrokken kennispartners van het BBWP onderdeel zijn van dit proces, worden nieuw inzichten te zijner tijd geïmplementeerd om zo nog meer maatwerk mogelijk te maken.

Op basis van feedback vanuit betrokken beleidsmedewerkers van provincie Noord-Brabant en betrokken waterschappen en kennisinstellingen wordt ook geadviseerd om de risico-indicator voor het water-vasthoudend en -bufferend vermogen te versterken met nieuwe indicatoren voor grondwater-aanvulling. Hiervoor kan worden aangesloten bij ontwikkelingen binnen de Open Bodemindex als de WaterWijzer Landbouw. Aansluitend is het gewenst om de gebruikte omschrijving van maatregelen verder te specificeren zodat ook concreet wordt gemaakt hoe een agrarische ondernemer gedurende het jaar kan sturen op een hogere nutriëntenbenutting en lagere verliezen naar het grond- en oppervlaktewater (en deze verliezen als ook de maatregelen zijn daarmee deels seizoensafhankelijk). Het staat nog open voor discussie in welke mate andere functionaliteiten van de Open Bodemindex (waarmee een integrale waardering wordt gegeven van de bodemkwaliteit) onderdeel moet en kan worden van de BBWP. Concreet denken we dan aan de evaluatie van de bodemkwaliteit op basis van een gegraven profielkuil, zoals dat ook plaatsvindt binnen het BodemUP-programma.

Gegeven de wens om gebiedsdoelen voor voldoende en schoon water te vertalen in maatwerk per bedrijf, de kwaliteit van adviezen (van adviseurs) te uniformeren en te vergroten, en de uitvoering van maatregelen te monitoren, voorzien we dat het BBWP wordt opgeschaald voor toepassing voor alle agrarische bedrijven in Nederland. Ontwikkeling van dit BBWP op landelijke schaal ondersteunt de uitrol en concretisering van de DAW-impuls, vergroot de meerwaarde van de Kennisimpuls Waterkwaliteit, en brengt de realisatie van doelen grond- en oppervlaktewater binnen bereik. Gegevens afkomstig uit het BBWP (beheermonitoring) vergroot het inzicht in het huidig bodembeheer en bemestingspraktijk en kan zo bijdragen aan meer inzicht in het bodem- en watersysteem als ook de landbouwkundige opgave om de doelen van KRW en Nitraatrichtlijn te realiseren. Het ondersteunt daarmee de landelijke en regionale onderbouwing van water, bodem en mestbeleid, en kan praktische invulling geven aan de invulling van het nieuw GLB dat gebruik gaat maken van Ecoregelingen om duurzaam bodembeheer te stimuleren. De informatie uit het BBWP kan ondersteunend zijn aan de landelijke uitrol van een landbouwportaal.

## 2.7 Valorisatie van duurzaam bodembeheer

In 2020 heeft een werkgroep rondom bodemwaarderingsinstrumenten nagedacht over mogelijkheden van instrumenten ondersteunend aan het Nationaal Bodem Programma. Om prestaties van de ondernemer te kunnen belonen stellen zij voor dat er gewerkt kan worden met kritische prestatie-indicatoren (KPI) die integraal sturen op duurzaam bodembeheer (Erisman & Verhoeven, 2020; Erisman et al., 2020). KPI's zijn integrale resultaatgerichte indicatoren waaraan doelen gekoppeld kunnen worden voor functies waaraan bodembeheer kan bijdragen. Hiermee is deze systematiek geschikt voor doelsturing, maar ook voor monitoring en als basis voor beloning. KPI's vormen een integrale set die gezamenlijk de prestaties op bodem en leefomgeving weergeven en voldoen aan de voorwaarde dat:

- ze gezamenlijk een duidelijke en aantoonbare relatie met bodem- en waterkwaliteit hebben en vergelijkbare informatie geven voor verschillende percelen en bedrijven.

- de set integraal is. Het gaat erom dat het ene niet ten koste gaat van het andere, maar dat door alle aspecten in samenhang te nemen de bodem- en waterkwaliteit versterkt wordt.
- aan de KPI's een streefwaarde verbonden is en op ieder bedrijf een nulmeting als ook het handelingsperspectief helder is. De streefwaarde is daarbij gekoppeld aan een of meerdere doelen.
- KPI's beïnvloedbaar moeten zijn door het nemen van maatregelen en bij voorkeur ook snel, goedkoop en betrouwbaar beschikbaar te maken zijn met minimale administratieve lasten.

Het hier ontwikkelde BBWP maakt deze systematiek concreet voor de opgaves rondom grondwateraanvulling en waterberging, waterkwaliteit grondwater, waterkwaliteit oppervlaktewater en een duurzaam nutriëntengebruik van de landbouwbodem. De ontwikkelde rekensystematiek geeft inzicht in de huidige situatie als ook de mate van doelrealisatie per perceel, bedrijf, stroomgebied en provincie. Het is daarmee een instrument dat tot een daadwerkelijke daadwerkelijke bodemkwaliteitverbetering leidt en zou daarmee ook passen in een KPI-systematiek voor doelsturing, monitoring en beloning.

Veranderingen in de bodem als gevolg van maatregelen door de boer laten zich vaak pas op lange termijn in resultaten zien. Veel maatregelen brengen kosten met zich mee die zich niet zomaar vanuit de markt laten vergoeden. Bij het uitvoeren van maatregelen is dus sprake van een financieel risico en soms is het een langetermijninvestering. Zolang de marktprijs voor de producten niet dekkend is voor de benodigde investeringen in duurzaam bodembeheer zijn er twee mogelijkheden om dit te stimuleren (Erisman et al., 2020): of de overheid doet aan marktprijsregulering of de boer krijgt vergoedingen voor de werkzaamheden of prestaties op het gebied van ecosysteemdiensten. Van marktprijsregulering zal voorlopig geen sprake zijn. Bij de tweede optie kan de KPI-systematiek en de implementatie ervan via een BBWP behulpzaam zijn. Het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid kijkt naar meer prestatiegerichte beloning en hierbij kan dit instrumentarium worden ingezet. Als alle partijen dezelfde systematiek gebruiken, kan ook gewerkt worden aan gestapelde beloning. Een alternatief spoor is het belonen via het bieden van beleidsruimte in het kader van beregeningsbeleid, het mestbeleid (denk in dit kader aan het spoor van equivalentie in gebruiksnormen of flexibelere gebruiksvoorschriften bij bewezen kundigheid), de toegang tot pachtgronden, of de toegang tot investeringssubsidies.

Met het huidige BBWP kan de borging en verantwoording van deze ruimte gefaciliteerd worden. Aandachtspunt is wel dat de huidige positieve framing rondom en inzet van het BBWP – het faciliteren en stimuleren van kennisoverdracht en vrijwillige inzet van maatregelen die de bodem- en omgevingskwaliteit verbeteren – hierdoor niet in het geding komt.

# 3 Resultaten praktijktoets

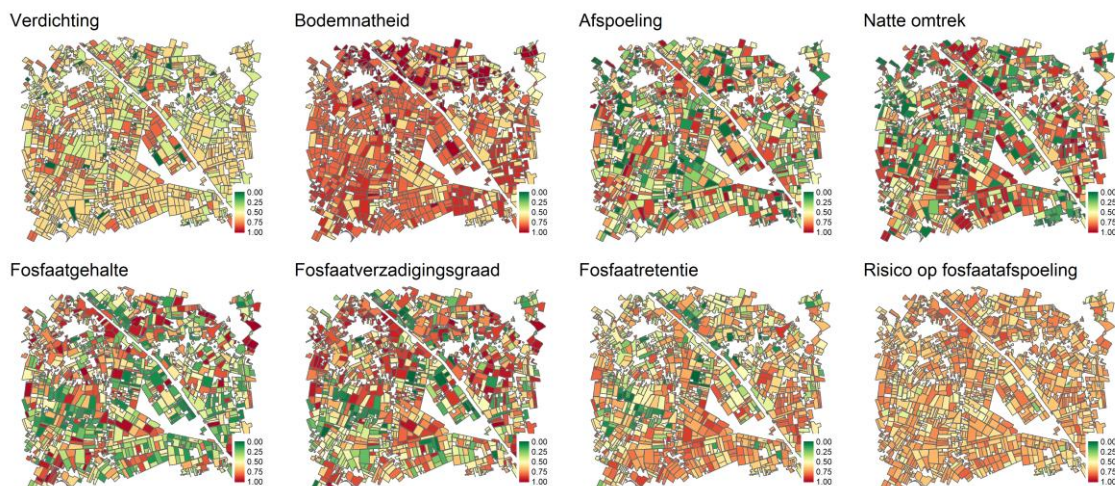
## 3.1 Werkwijze

Om de werkwijze en rekenmethodiek van de BBWP te illustreren, is voor een aantal gebieden in Noord-Brabant de variatie in bodemkwaliteit in kaart gebracht, evenals de daarvan afgeleide risico-factoren, de aanwezige gebiedsopgaves en de geadviseerde maatregelen. Dit is gedaan voor een regio met vooral zandbodems in de omgeving van Veghel en Erp, met kleibodems ten westen van de gemeente Oss, met zand en venige bodems rond 'De Grootte Peel' en ten zuiden van gemeente Someren, en een mix aan grondsoorten in het gebied tussen de gemeenten Zevenbergen, Etten-Leur en Breda. Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten voor deze 'voorbeeldbedrijven'.

## 3.2 Evaluatie bedrijven op zandbodems

### Risicoindex afspoeling fosfor

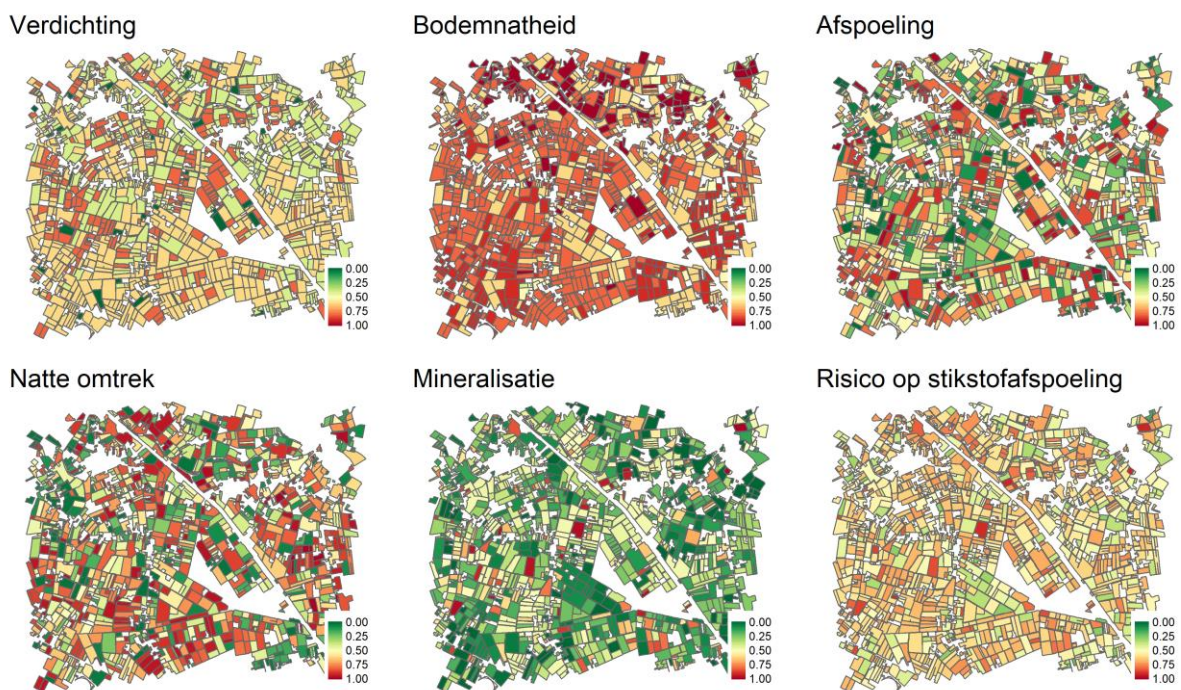
Het risico op afspoeling van fosfor naar het oppervlaktewater is een gewogen gemiddelde van de indicatoren oppervlakkige afspoeling, de natte omtrek van het perceel, de grondwatertrap, de P-retentie, de direct beschikbare hoeveelheid fosfaat in de bodemoplossing, de P-verzadigingsgraad en het risico op ondergrondverdichting. Op de percelen ten zuiden van Veghel is er aanzienlijke variatie in perceel-eigenschappen (Figuur 3-1), in het bijzonder voor het P-gehalte in de bodemoplossing als ook de P-verzadigingsgraad. Grote variatie in morfologie van de percelen als ook de natte omtrek zorgt voor grote verschillen in risico's op oppervlakkige afspoeling tijdens natte perioden en na intensieve regenbuien. De variatie in bodemverdichting en grondwaterstand is relatief kleiner. Rekening houdend met al deze factoren zijn er op het merendeel van de percelen maatregelen nodig om P-afspoeling te beperken.



Figuur 3-1 Voorbeeld van perceelskenmerken en de daarvan afgeleide index voor het risico op P-afspoeling naar het oppervlaktewater op zandgronden ten zuiden Veghel en Erp. De indicatoren variëren van groen (de waarde 0, een laag risico, dan wel een beperkte invloed op P-emissie naar het oppervlaktewater) tot rood (de waarde 1, een hoog risico).

## Risicoindex afspoeling stikstof

Het risico op afspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater is een gewogen gemiddelde van de indicatoren oppervlakkige afspoeling, de natte omtrek van het perceel, de grondwater-trap, het N-gehalte in de bouwvoor en het risico op ondergrondverdichting. De eerste vier indicatoren zijn vergelijkbaar met de indicatoren die het risico op afspoeling van fosfor beïnvloeden; dit omdat ze gekoppeld zijn aan het risico op afspoeling van water. Hoe natter en boller een perceel, hoe groter het risico op afspoeling. Als er sprake is van verdichting, wordt dit risico vergroot. Op de percelen ten zuiden van Veghel is er daarnaast aanzienlijke variatie in de biologische activiteit van het bodemleven (vroeger Bodemleven genoemd op het Eurofins formulier, tegenwoordig heet deze parameter microbiële activiteit) die bijdragen aan de capaciteit van de bodem om stikstof te leveren via mineralisatie (Figuur 3-2). Wanneer de indicatoren met elkaar worden vergeleken, zijn de kenmerken die samenhangen met het risico op afspoeling groter dan de impact van het N-leverend vermogen. Wanneer de vijf indicatoren worden gecombineerd in een geaggregeerde risicoindex (risico op N-afspoeling), dan blijkt deze te variëren tussen 0,2 (de bodemkwaliteit is goed op orde) en 1,0 (er zijn hier maatregelen nodig om afspoeling te beperken).

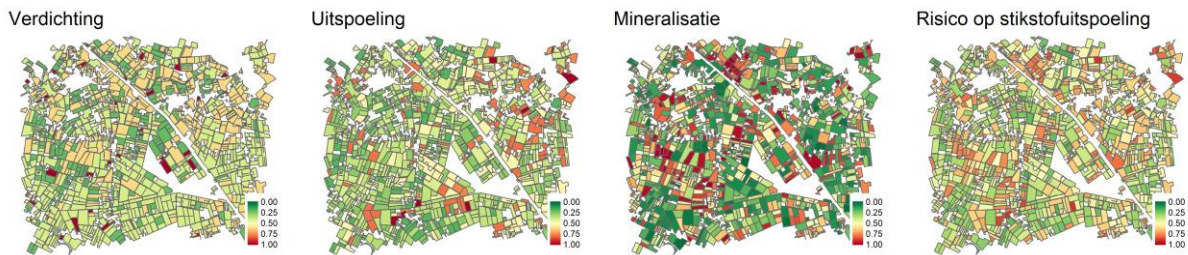


*Figuur 3-2 Voorbeeld van perceelskenmerken en de daarvan afgeleide index voor het risico op N-afspoeling naar het oppervlaktewater op zandgronden ten zuiden van Veghel en Erp. De indicatoren variëren van groen (de waarde 0, een laag risico), dan wel een beperkte invloed op N-emissie naar het oppervlaktewater) tot rood (de waarde 1, een hoog risico).*

## Risicoindex uitspoeling nitraat

Het risico op uitspoeling van nitraat naar het grondwater is een gewogen gemiddelde van de indicatoren uitspoelingsrisico (afhankelijk van grondsoort, landgebruik en grondwatertrap) en het N-leverend vermogen (Figuur 3-3). Bodems die sterk verdicht zijn in de ondergrond hebben een kleiner risico op uitspoeling door de verhoogde kans op denitrificatie en oppervlakkige afspoeling. Een groot deel van de zandgronden in de omgeving van Veghel is neutraal tot sterk verdicht, waardoor het risico op nitraatuitspoeling relatief beperkt is. De uitspoeling van nitraat hangt samen met de grondsoort, de grondwatertrap en het gewas wat erop geteeld wordt. In de percelen ten zuiden van Veghel blijkt er een relatief grote variatie te bestaan, wat vooral bepaald wordt door de grondwatertrap en het landgebruik.

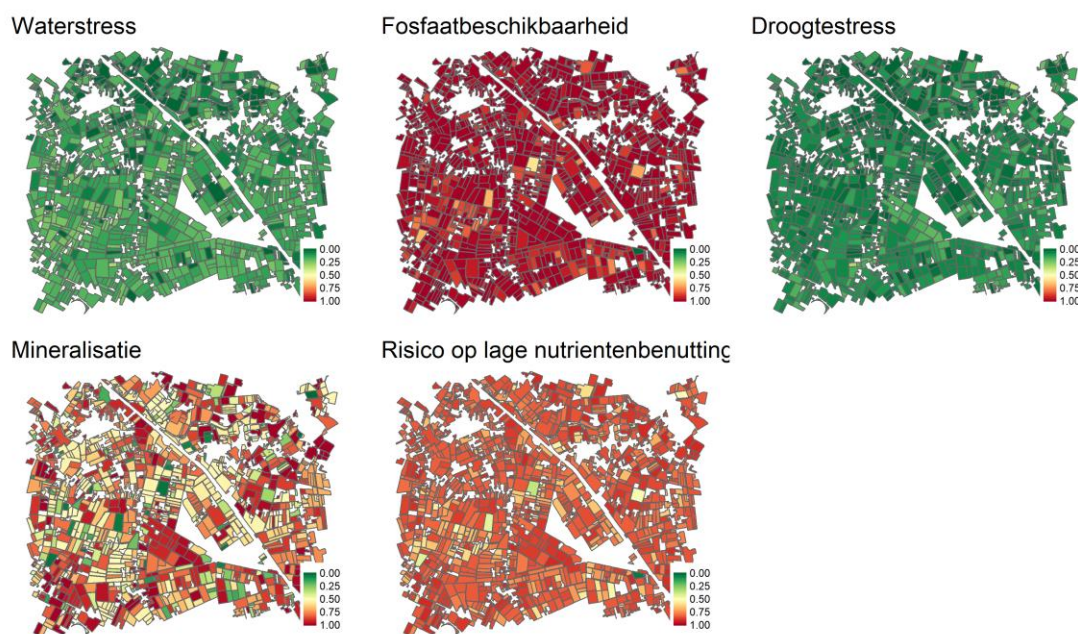
Bodems met een hoog N-leverend vermogen worden ook gekenmerkt door hogere N-verliezen in het winterseizoen. Om dat te voorkomen is het gewenst om een vanggewas te telen, het aanwezige grasland niet te vaak te vernieuwen en te zorgen voor voldoende bodembedekking gedurende het jaar.



*Figuur 3-3 Voorbeeld van perceelskenmerken en de daarvan afgeleide risicoindex voor het risico op N-uitspoeling naar het grondwater op zandgronden ten zuiden van Veghel en Erp. De indicatoren variëren van groen (de waarde 0, een laag risico, dan wel een beperkte invloed op nitraatuitspoeling naar het grondwater) tot rood (de waarde 1, een hoog risico).*

### Risicoindex nutriëntenbenutting

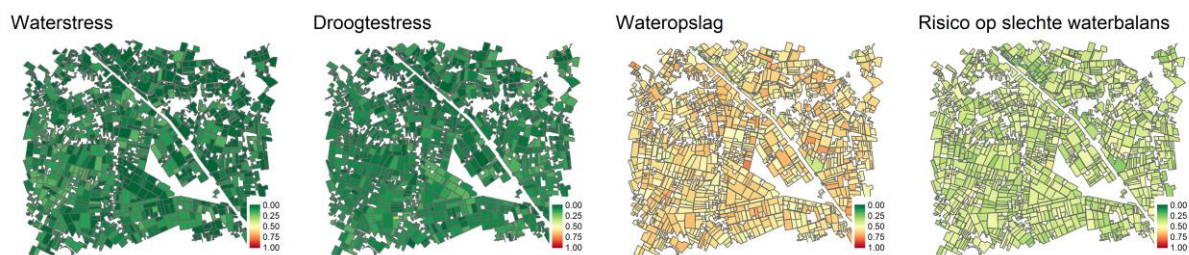
Het risico op een lage nutriëntenbenutting is is een gewogen gemiddelde van de indicatoren opbrengst-deriving door droogte, het N-leverend vermogen en de P-beschikbaarheid (Figuur 3-4). De P-beschikbaarheid in alle percelen is extreem hoog, een indicatie dat er weinig risico's zijn op een mogelijk P-tekort. Tegelijk betekent dat ook dat er een groot risico is op een lage P-benutting. De capaciteit van de bodem om stikstof te leveren via mineralisatie is relatief hoog. Als er een stikstofbemesting wordt uitgevoerd, dan is er een risico op een lage N-benutting van de gegeven stikstof. Perceelspecifiek bemesten en daarbij rekening houdend met het weer is van cruciaal belang om duurzaam met de gegeven meststoffen om te gaan. Hier liggen kansen voor verbetering. Er is weinig risico op droogte- of natschade, waardoor er vanuit dat oogpunt een gering risico is op een lage nutriëntenbenutting. De gecombineerde risicoindex is daardoor redelijk homogeen en vrijwel altijd hoger dan 0,8. Dit laat zien dat er op vrijwel alle percelen maatregelen nodig zijn om te benutting van meststoffen te verbeteren.



*Figuur 3-4 Voorbeeld van perceelskenmerken en de afgeleide index voor het risico op een lage N- en P-benutting op zandgronden ten zuiden van Veghel en Erp. De indicatoren variëren van groen (de waarde 0, een laag risico, dan wel een beperkte invloed op de nutriëntenbenutting van landbouwbodems) tot rood (de waarde 1, een hoog risico).*

## Risicoindex watervasthoudend en bufferend vermogen

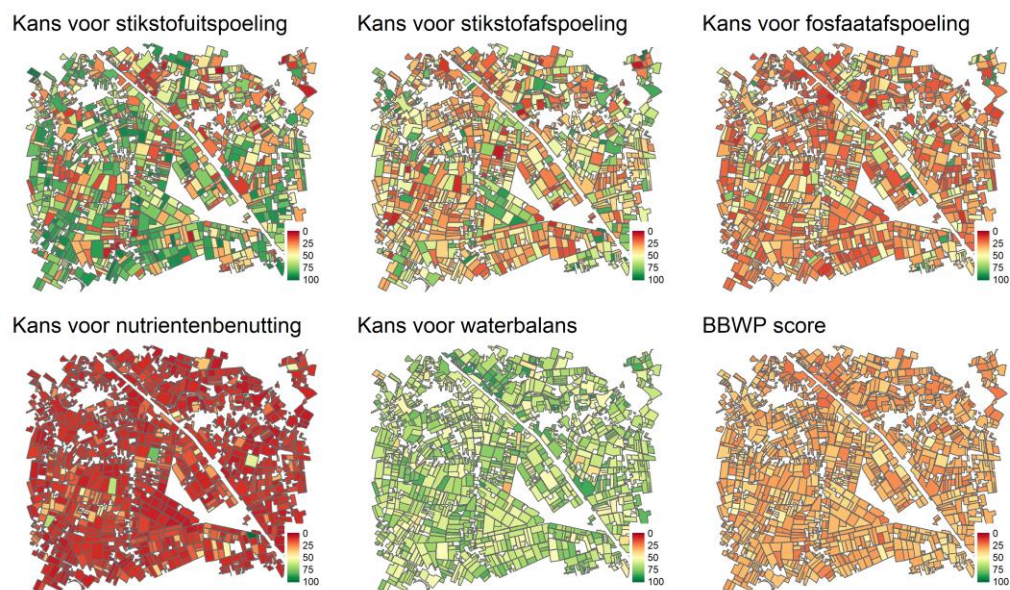
Het risico op een laag watervasthoudend en bufferend vermogen is een gewogen gemiddelde van de indicatoren potentiële waterberging in de bouwvoor (genoemd wateropslag) en de mogelijke droogte- en natschade. Alle percelen hebben een vergelijkbare grondsoort en grondwatertrap met een relatief laag risico op water- en droogtestress (<10%). Variatie in mineralogie en organische stofgehaltes is groter, waardoor de mogelijkheid van wateropslag in de bouwvoor sterk kan variëren. De indicator waterberging varieert van 0,3 tot 0,8. Het netto resultaat is dat de variatie in het watervasthoudend en bufferend vermogen binnen deze percelen sterk beïnvloed wordt door het waterbergend vermogen van de bovengrond, en indirect door het daar aanwezige organische stofgehalte. Het totale risico op een laag watervasthoudend vermogen ligt daardoor op de meeste percelen onder de 0,6.



Figuur 3-5 Voorbeeld van perceelskenmerken en de afgeleide index voor het watervasthoudend en -bufferend vermogen op zandgronden ten zuiden van Veghel en Erp. De indicatoren variëren van groen (de waarde 0, een laag risico, dan wel een beperkte invloed op het watervasthoudend en -bufferend vermogen) tot rood (de waarde 1, een hoog risico).

## Van risico naar kansen

De kansen om bij te dragen aan duurzaam bodem- en watersysteem worden hieronder weergegeven (Figuur 3-6) evenals de geaggregeerde score waarmee de bodem (als ook het beheer ervan) wordt gewaardeerd. Een kans is hierbij het resultaat van zowel de opgave als het risico, uitgedrukt op een schaal van 0 (veel kansen / maatregelen nodig) tot 100 (weinig maatregelen nodig).



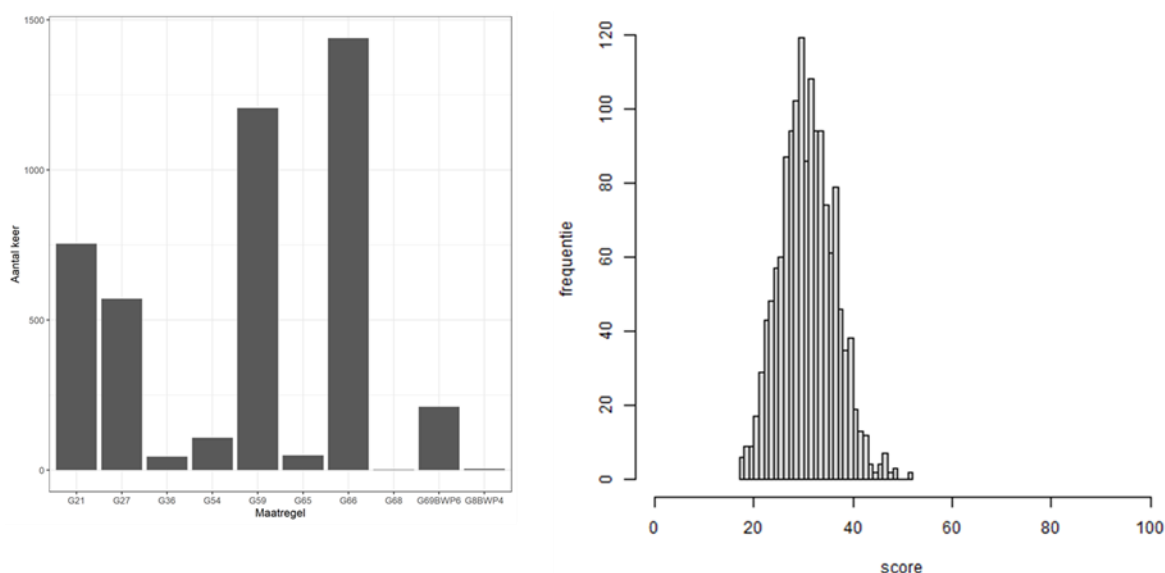
Figuur 3-6 De bodemkwaliteitswaardering van een groot aantal zandbodems ten zuiden van Veghel en Erp voor vijf doelen als ook de integrale BBWP score: een lage waardering (rood, de waarde 0) betekent dat er veel handelingsperspectief is voor maatregelen om de bodemkwaliteit te vergroten en zo bij te dragen aan een duurzaam bodem- en watersysteem. Op percelen met een hoge waardering (groen, de waarde 100) zijn geen extra maatregelen nodig.

De geselecteerde percelen ten zuiden van de Veghel en Erp liggen grotendeels buiten een grondwaterbeschermingsgebied. De percelen in het westen liggen in de stroomgebieden de Beekse waterloop en in het noordoosten in de Aa van Gemert tot den Bosch. De overige percelen liggen in stroomgebied de Biezenloop. De landbouwopgave om de N-belasting te verlagen varieert van 0,7 kg N ha<sup>-1</sup> in de Beekse waterloop tot 1,5 á 1,6 kg N ha<sup>-1</sup> in de beide andere stroomgebieden. Voor fosfor ligt de situatie anders en is er alleen een opgave in het stroogebied van de Aa van Gemert tot Den Bosch. Redenerend vanuit de opgave zijn er vooral P-reducerende maatregelen nodig in het laatste stroomgebied. De opgave voor stikstof is relatief klein in vergelijking met de andere stroomgebieden binnen de provincie Noord-Brabant.

De grootste opgave ligt in dit gebied bij de lage nutriëntenbenutting, een aspect dat sterk samenhangt met de hoge P-beschikbaarheid in de landbouwbodem. Opvolgend hierop is er aanzienlijke variatie tussen percelen in hun potentiële bijdrage aan het bufferend vermogen van de bodem om uit- en afspoeling van nitraat, stikstof en fosfor te beïnvloeden. De totale BBWP score varieert tussen 18 en 55, waarbij een perceel optimaal functioneert als deze de score 100 heeft bereikt. Door het nemen van maatregelen kan de bodemkwaliteitswaardering worden verhoogd.

### Van kansen naar maatregelen

Omdat van elk perceel bekend is hoe het bijdraagt aan meer watervasthoudend vermogen, een hoge benutting van nutriënten en minder uit- en afspoeling van stikstof en fosfor, kan vervolgens de meest geschikte maatregel worden geselecteerd. De aanname hierbij is dat de effectiviteit van een maatregel positief samenhangt met het risico als ook het aanwezige handelingsperspectief. Maatregelen verschillen daarnaast ook nog in effectiviteit afhankelijk van het onderliggend mechanisme waar de maatregel op ingrijpt. Op de zandbodems ten zuiden van Veghel en Erp varieert het totale handelingsperspectief voor maatregelen (de bedrijfsscore, het gewogen gemiddelde van de vijf kansen) tussen 18 en 55 (Figuur 3-7). Dit betekent concreet dat 2 tot 4 maatregelen nodig zijn per perceel om een positieve bijdrage te leveren aan de aanwezige gebiedsopgaven.



Figuur 3-7 De totale score van alle agrarische percelen (rechts) als ook de meest voorkomende maatregelen in de top-3 van de geadviseerde maatregelen (links).

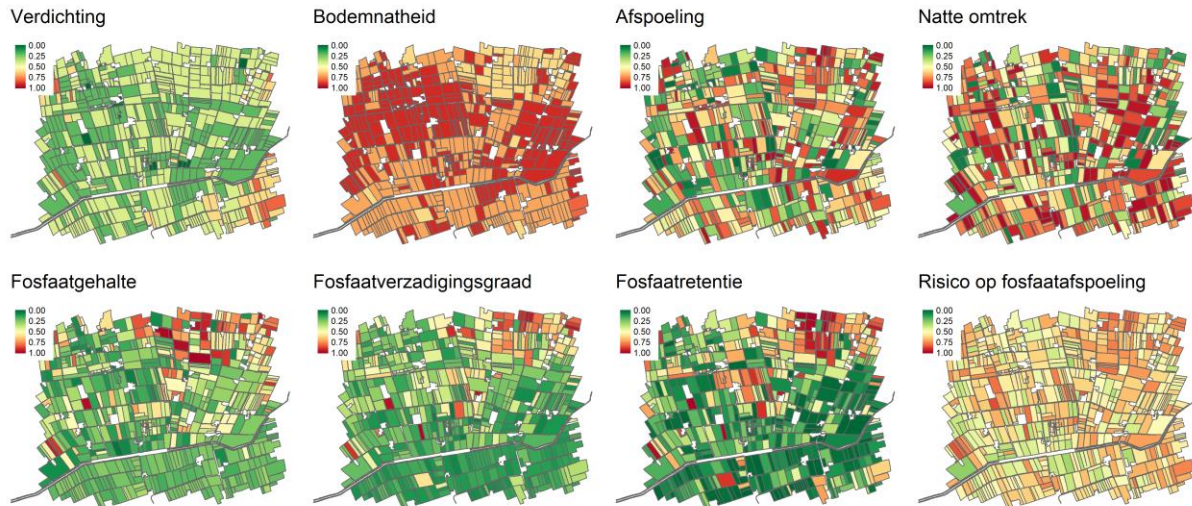


De belangrijkste maatregelen die in deze regio worden geadviseerd (Figuur 3-7), worden vooral gestuurd door de hoge kansen voor verhoging van de nutriëntenbenutting. In de top-3 komen de volgende maatregelen voor: gebruik op nattere gronden geen mais maar gras, gebruik groenbemesters of onderzaai onder mais, gebruik organische mest in de juiste CNP verhouding (met andere woorden: volg de gewenste bemesting conform het landbouwkundig bemestingsadvies, rekening houdend met de kwaliteit en het optimale moment van bemesten), en stem kunstmest af op de mineralisatie van de bodem. Hiermee gaat de benutting omhoog en mogelijk ook de gewasopbrengst en worden indirect de verliezen naar grond- en oppervlaktewater beperkt. Maatregelen die sterker ingrijpen op de hydrologie zijn het gebruik van diepwortelende rustgewassen in het bouwplan, als ook mogelijkheden om drainagewater opnieuw te benutten en maatregelen die afspoeling van water voorkomen door de aanleg van een randdam rond een afspoelingsgevoelig perceel.

### 3.3 Evaluatie bedrijven op kleibodems

#### Risicoindex afspoeling fosfor

Het risico op afspoeling van fosfor naar het oppervlaktewater is een gewogen gemiddelde van zeven indicatoren. Op de kleibodems ten westen van de gemeente Oss is er vooral variatie in de natte omtrek van het perceel als ook de fosfaatverzadiging en de mogelijkheid om fosfaat te binden in de bodem (Figuur 3-8). De variatie in bodemverdichting en grondwatertrap zijn homogener verdeeld over het gebied, wat mede samenhangt met de gebruikte brondata (de bodemkaart). Rekening houdend met al deze factoren zijn er op het merendeel van de percelen maatregelen nodig om P-afspoeling te beperken; het gewogen risico op P-afspoeling ligt overwegend boven de 0,4.

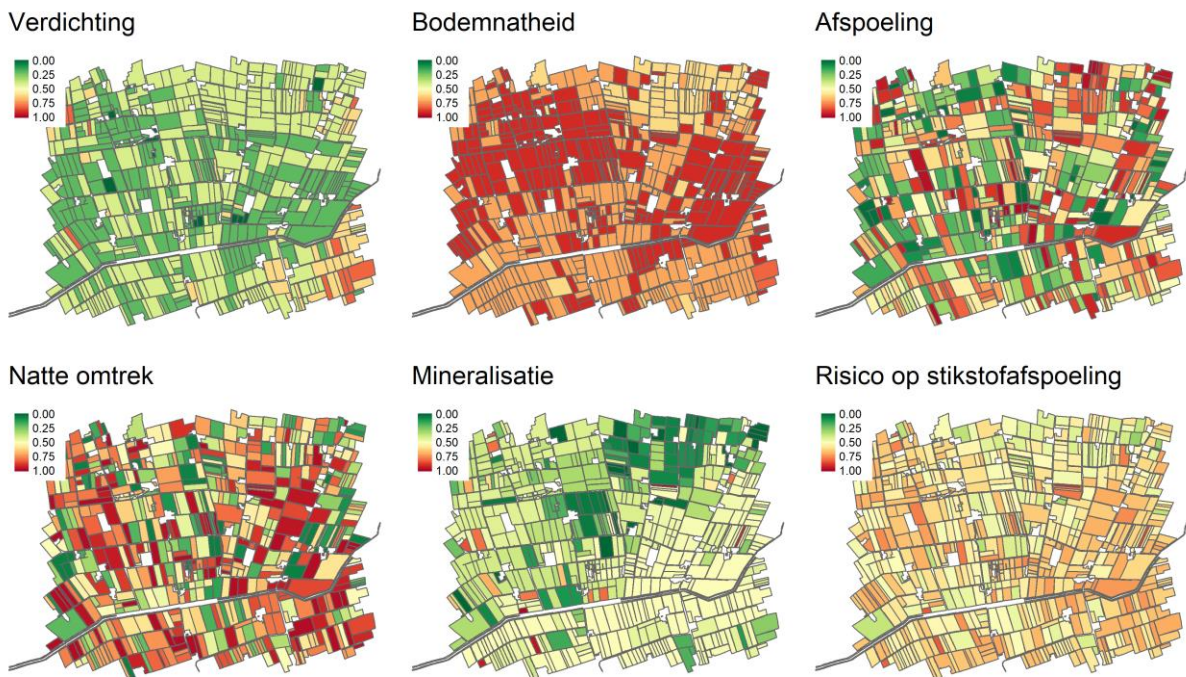


Figuur 3-8 Voorbeeld van perceelskenmerken en de daarvan afgeleide index voor het risico op P-afspoeling naar het oppervlaktewater op kleigronden ten westen van Oss. De indicatoren variëren van groen (de waarde 0, een laag risico, dan wel een beperkte invloed op P-emissie naar het oppervlaktewater) tot rood (de waarde 1, een hoog risico).

#### Risicoindex afspoeling stikstof

Het risico op afspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater is een gewogen gemiddelde van vijf indicatoren (figuur 3-9). De eerste vier indicatoren zijn vergelijkbaar met de indicatoren die het risico op afspoeling van fosfor beïnvloeden. Percelen in het noordoosten van dit gebied worden gekenmerkt door een hogere mineralisatie van stikstof, en hebben daardoor ook een hoger risico op verliezen naar het

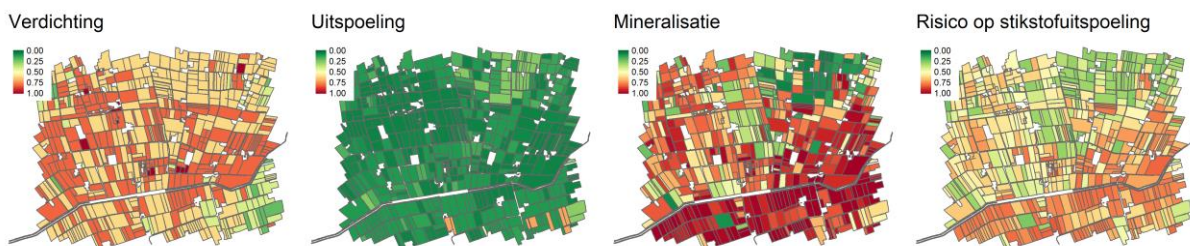
oppervlaktewater. Wanneer de vijf indicatoren worden gecombineerd, dan blijkt deze te variëren tussen afgerond 0,2 en 0,8.



*Figuur 3-9 Voorbeeld van perceelskenmerken en de daarvan afgeleide index voor het risico op N-afspoeling naar het oppervlaktewater op kleigronden ten westen van Oss. De indicatoren variëren van groen (de waarde 0, een laag risico, dan wel een beperkte invloed op N-emissie naar het oppervlaktewater) tot rood (de waarde 1, een hoog risico).*

### Risicoindex uitspoeling nitraat

Het risico op uitspoeling van nitraat naar het grondwater op klei is relatief beperkt (Figuur 3-10). Binnen het gebied is er wel variatie in het risico op ondergrondverdichting als ook het stikstofleverend vermogen van de bodem, waardoor er vooral in het zuiden van het gebied een groter risico aanwezig is op nitraatuitspoeling naar het grondwater. Binnen dit voorbeeldgebied varieert de totale risico op uitspoeling van 0,15 en 0,7.

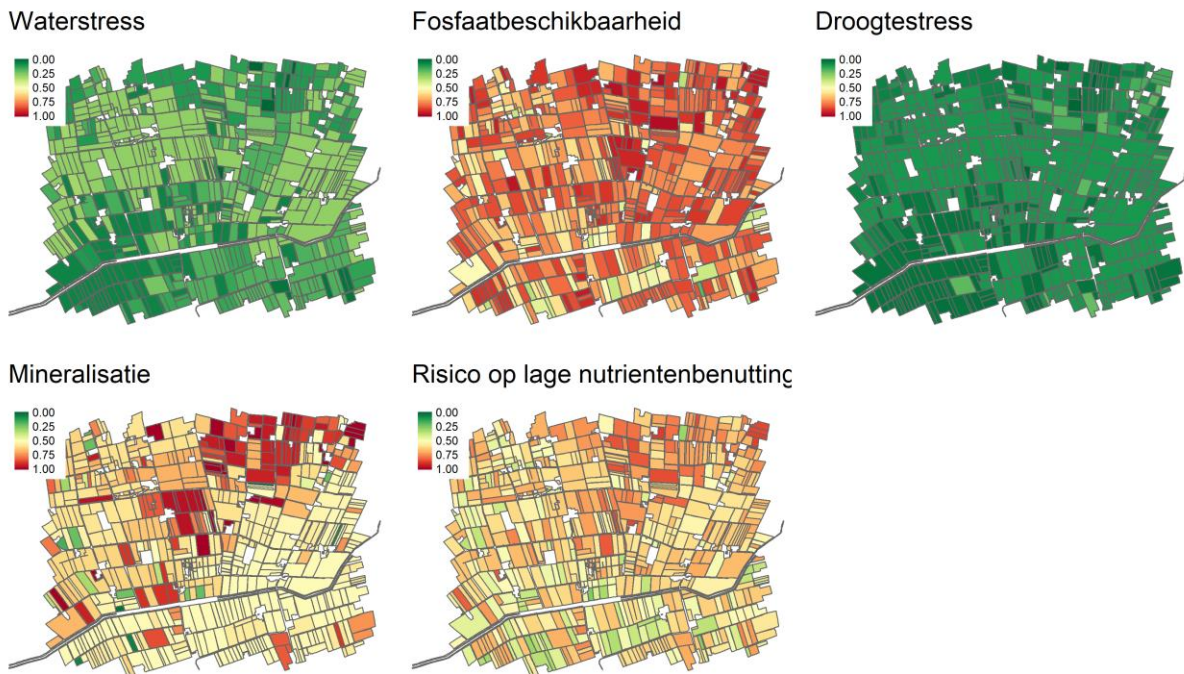


*Figuur 3-10 Voorbeeld van perceelskenmerken en de daarvan afgeleide risicoindex voor het risico op N-uitspoeling naar het grondwater op kleigronden ten westen van Oss. De indicatoren variëren van groen (de waarde 0, een laag risico, dan wel een beperkte invloed op nitraatuitspoeling naar het grondwater) tot rood (de waarde 1, een hoog risico).*

### Risicoindex nutriëntenbenutting

Het risico op een lage nutriëntenbenutting is is een gewogen gemiddelde van de indicatoren opbrengst-derving door droogte, het N-leverend vermogen en de P-beschikbaarheid (Figuur 3-11). De P-beschikbaarheid in alle percelen is hoog, een indicatie dat er weinig risico's zijn op een mogelijk P-tekort.

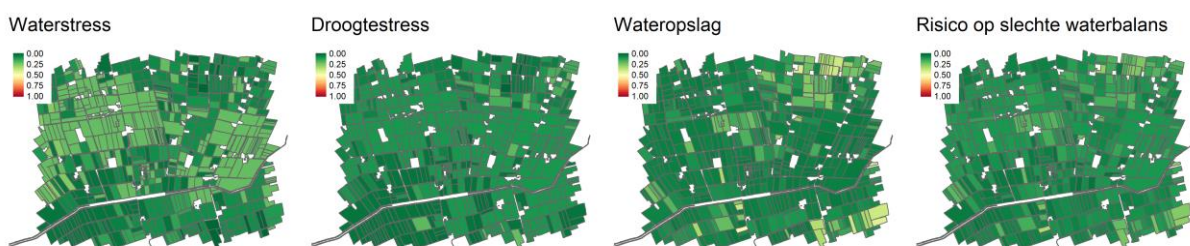
Tegelijk betekent dat ook dat er een groot risico is op een lage P-benutting. De capaciteit van de bodem om stikstof te leveren via mineralisatie is relatief hoog in het noordoosten. Als er op deze percelen een stikstofbemesting wordt uitgevoerd, dan is er een risico op een lage N-benutting. Hier liggen kansen voor verbetering van bodembeheer en bemesting. Er is relatief weinig risico op droogte- of natschade, waardoor er vanuit dat oogpunt een gering risico is op een lage nutriëntenbenutting. De gecombineerde risicoindex laat zien dat vrijwel overal extra maatregelen nodig zijn, maar vooral in het Noordoosten.



Figuur 3-11 Voorbeeld van perceelskenmerken en de afgeleide index voor het risico op een lage N- en P-benutting op kleigronden ten westen van Oss. De indicatoren variëren van groen (de waarde 0, een laag risico, dan wel een beperkte invloed op de nutriëntenbenutting van landbouwbodems) tot rood (de waarde 1, een hoog risico).

### Risicoindex watervasthoudend en bufferend vermogen

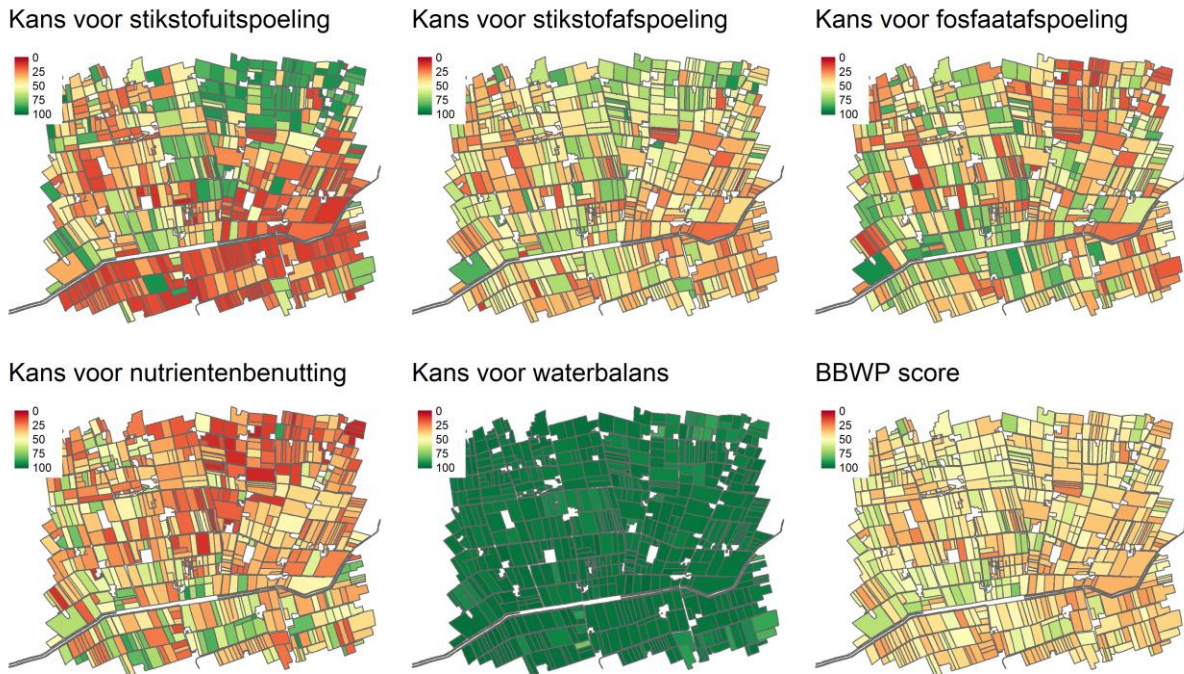
Het risico op een laag watervasthoudend en bufferend vermogen is een gewogen gemiddelde van de indicatoren potentiële waterberging in de bouwvoor (genoemd wateropslag) en de mogelijke droogte- en natschade (Figuur 3-12). Alle percelen hebben een vergelijkbare grondsoort en grondwatertrap waardoor het risico op water- en droogtestress relatief laag is (<10%). Variatie in mineralogie en organische stofgehaltenes is in dit gebied ook beperkt en in vrijwel alle percelen is de bodemkwaliteit op orde om water vast te houden en te bufferen. Het totale risico op een laag watervasthoudend vermogen ligt daardoor onder de 0,3.



Figuur 3-12 Voorbeeld van perceelskenmerken en de afgeleide index voor het watervasthoudend en bufferend vermogen op kleigronden ten westen van Oss. De indicatoren variëren van groen (de waarde 0, een laag risico, dan wel een beperkte invloed op het watervasthoudend en -bufferend vermogen) tot rood (de waarde 1, een hoog risico).

## Van risico naar kansen

De kansen om bij te dragen aan duurzaam bodem- en watersysteem worden hieronder weergegeven (Figuur 3-6) evenals de geaggregeerde score waarmee de bodem (als ook het beheer ervan) wordt gewaardeerd.

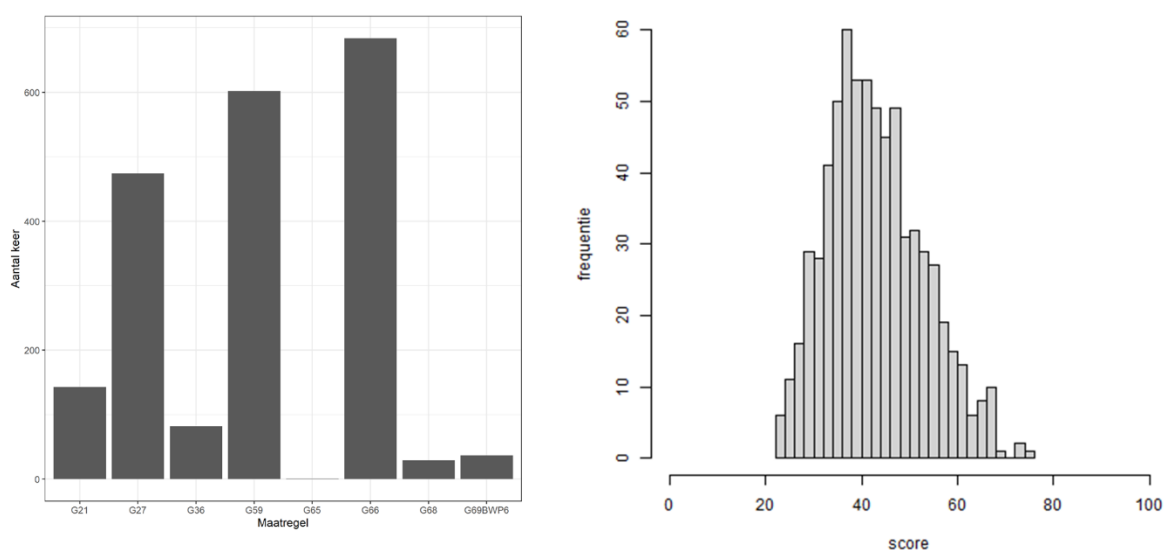


*Figuur 3-13 De bodemkwaliteitswaardering van een groot aantal kleibodems ten westen van Oss voor vijf doelen als ook de integrale BBWP score: een lage waardering (rood, de waarde 0) betekent dat er veel handelings-perspectief is voor maatregelen om de bodemkwaliteit te vergroten en zo bij te dragen aan een duurzaam bodem- en watersysteem. Op percelen met een hoge waardering (groen, de waarde 100) zijn geen extra maatregelen nodig.*

De percelen ten westen van Oss liggen grotendeels buiten een grondwaterbeschermingsgebied, met uitzondering van de percelen in het noordwesten. Voor de kwaliteit van het oppervlaktewater is het belangrijk dat er geen opgave is voor stikstof, en dat er alleen een opgave is voor fosfor in het zuiden van het gebied. De percelen liggen in twee stroomgebieden: “de Lorregraaf en andere M1 waterlopen” als ook “de Hertogswetering, Hoefgraaf e.a.”. De bodemkwaliteit voor wat betreft het watervasthoudend en bufferend vermogen is op orde waardoor er weinig tot geen maatregelen nodig zijn hiervoor. Het handelingsperspectief voor verschillende maatregelen varieert sterk binnen het gebied: voor nitraatuitspoeling liggen deze vooral in het zuiden van het gebied, voor de nutriëntenbenutting vooral in het noordoosten, en voor verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater varieert het sterk door het hele gebied. De BBWP-score varieert tussen 20 en 75, waarbij een perceel optimaal functioneert als deze de score 100 heeft bereikt. Door het nemen van maatregelen kan de bodemkwaliteitswaardering worden verhoogd.

## Van kansen naar maatregelen

Omdat van elk perceel bekend is hoe het bijdraagt aan meer watervasthoudend vermogen, een hoge benutting van nutriënten en minder uit- en afspoeling van stikstof en fosfor, kan vervolgens de meest geschikte maatregel worden geselecteerd. Op de kleibodems ten westen van Oss varieert het totale handelingsperspectief voor maatregelen (de bedrijfsscore, het gewogen gemiddelde van de vijf kansen) tussen 20 en 75 (Figuur 3-14). Dit betekent concreet dat 1 tot 4 maatregelen nodig zijn per perceel om een positieve bijdrage te leveren aan de aanwezige gebiedsopgaven.



Figuur 3-14 De totale score van alle agrarische percelen (rechts) als ook de meest voorkomende maatregelen in de top-3 van de geadviseerde maatregelen (links).

De belangrijkste maatregelen die in deze regio worden geadviseerd (Figuur 3-14), worden gestuurd door de hoge kansen voor verhoging van de nutriëntenbenutting als ook het verminderen van nitraatuitspoeling. In de top-3 komen de volgende maatregelen voor: gebruik op nattere gronden geen mais maar gras, gebruik groen-bemesters of onderzaai onder mais, gebruik diepwortelende gewassen in het bouwplan, gebruik organische mest in de juiste CNP verhouding, kies gewassen die netto meer fosfaat afvoeren dan dat er wordt bemest (uitmijnen) op percelen met een hoge P-beschikbaarheid, en stem de kunstmestgift af op de mineralisatie van de bodem. Hiermee gaat de benutting omhoog en mogelijk ook de gewas-opbrengst en worden indirect de verliezen naar grond- en oppervlaktewater beperkt. In aanvulling daarop worden ook maatregelen geadviseerd die het risico van oppervlakkige afspoeling beperken als ook de gewaskeuze voor minder uitspoelingsgevoelige gewassen.

# 4 Evaluatie praktijkbedrijven

## 4.1 Werkwijze

Voor agrarische ondernemers en hun adviseurs is het belangrijk om de complexiteit van gebiedsopgaven, perceelskenmerken en de lange lijst met maatregelen te versimpelen binnen een gebruikersvriendelijk adviesprogramma. Hiervoor is in 2020 een eerste ontwerp gemaakt die met 35 agrarische ondernemers en hun adviseurs is getest. Via deze praktijkevaluatie wordt duidelijk hoe de applicatie maximaal kan aansluiten bij de wensen en ideeën van gebruikers en adviseurs. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de Plan-Learn-Check-Act cyclus zoals toegepast wordt binnen het programma BodemUP.

## 4.2 Handleiding praktijktoets

Met de BodemUP-adviseurs van ZLTO is geevalueerd in welke mate het BBWP ondernemers inzicht geeft in de opgave waaraan zij bij kunnen dragen en met welke maatregelen dat mogelijk is. Hierbij wordt gelet op:

- Het maatregelenpakket: welke maatregelen komen in beeld die nog niet opgenomen waren in het BBWP? En, zijn de (geadviseerde) maatregelen inpasbaar binnen het bedrijf en is de bijgevoegde informatie nuttig om meer te weten te komen over hun effectiviteit en inpasbaarheid?
- De perceptie en motivatie van agrariërs bij de genoemde opgaves en de mogelijkheid om via maatwerk een bijdrage te leveren aan de opgaves voor waterkwaliteit, waterkwantiteit en bodemkwaliteit. En via welke route is het gewenst om deze bijdrage te valoriseren?
- De gegeven risico-inschatting van de landbouwpercelen: sluit deze aan op de ervaringen van de agrariër?
- Het gebruikersgemak van de applicatie: Hoe wordt deze ervaren voor toepassing op het eigen bedrijf?

Tijdens het invullen van de BBWP en het gesprek aan de keukentafel, zijn aanvullend de volgende vragen gesteld om meer zicht te krijgen op het gebruik van het BBWP.

- Is het voor u zinvol om een BBWP op te stellen, en zo ja, waarom?
- Heeft u zicht op mogelijke knelpunten op uw bedrijf met betrekking tot de beschikbaarheid van water als ook de waterkwaliteit van grond- en oppervlaktewater, en waar wordt dat zichtbaar? Helpt de bijgevoegde vragenlijst (BodemScan) om eenvoudig en snel inzicht te krijgen in eventuele knelpunten? Waarom wel of niet?
- Wat zijn voor u de belangrijkste overwegingen (naast praktische haalbaarheid) wanneer u beslist een maatregel wel of juist niet toe te passen?
- Hoe staat u tegenover de geadviseerde maatregelen dan wel de keuzelijst van maatregelen in het BBWP? Bevat de lijst maatregelen die so-wie-so praktisch niet uit te voeren zijn? Zou u eigen maatregelen toe willen voegen?

- Hoe waardeert u de geleverde achtergrondinformatie over de maatregelen? Is het nuttig om deze uit te breiden, en zo ja, op welk vlak?
- Vindt u het meer of minder belangrijk om daadwerkelijk effecten te zien van de maatregelen (via metingen van bodemkwaliteit, waterkwaliteit of natuur rond en in de sloot) en welke mogelijkheden ziet u om dit inzichtelijk te maken?
- Is het relevant om ook (ruimtelijke) te kunnen zien op welke bodemeigenschappen het advies is gebaseerd, en wilt u deze ook overschrijven met eigen metingen?
- De huidige applicatie geeft beperkt inzicht hoe de geadviseerde lijst van maatregelen als ook de scoreberekening tot stand is gekomen. Wat is voor u als gebruiker relevant om te weten?

### 4.3 Feedback vanuit de praktijk

De huidige opzet van het BBWP wordt goed ontvangen bij agrarische ondernemers. Een ruime meerderheid zou de applicatie in de huidige vorm aanbevelen bij andere agrarische ondernemers. Een goed teken voor de huidige opzet van de applicatie. Wel zijn er tijdens de evaluatieronde meerdere verbeterpunten opgehaald. Deze worden hieronder kort toegelicht.

#### Werking applicatie

De applicatie werkt duidelijk en is gebruiksvriendelijk. Van de deelnemende agrarische ondernemers geeft de meerderheid aan zich te herkennen in de geschatte risico's en bijbehorend handelingsperspectief van de percelen. Circa 80% van de ondernemers geeft aan dat het eenvoudig is om maatregelen te selecteren die: 1) bijdragen aan de gestelde doelen en 2) in te passen zijn in de huidige bedrijfsvoering. Wel is duidelijk geworden dat er meer routing moet plaatsvinden. Hiermee wordt bedoeld dat er mogelijkheden wegvallen die niet van toepassing zijn. Deze routing moet plaatsvinden bij:

- Bij de vragenlijst (BodemScan). Vragen gericht op melkveehouderij moeten wegvallen bij akkerbouwbedrijven en visa versa.
- Bij de maatregelenselectie. Maatregelen die puur gericht zijn op graslandpercelen moeten wegvallen bij bouwland en visa versa.

Ook werd de wens geuit dat de vragenlijst (BodemScan) in zou gaan op perceelspecifieke kwesties. In de huidige vorm is de lijst nuttig maar heeft deze een sterke focus op het hele bedrijf. Omdat een deel van de vragen ingaat op problemen die voorkomen, ligt hierbij een mogelijkheid om deze informatie direct te linken aan het specifieke perceel (of percelen) waar dit probleem voorkomt.

Verder wordt de vragenlijst gezien als een middel dat snel inzicht geeft in huidige knelpunten. De ondernemers geven aan dat directe feedback wenselijk is. Deze directe feedback kan zich uiten in een aanpassing van de startscore of de wegging van maatregelen. Op deze manier wordt naast het faciliteren van een gesprek de vragenlijst ook een tool om nog bedrijfsspecifieker maatregelen te selecteren. De vraag naar directe feedback geeft aan dat het gesprek met de adviseur belangrijk is in het BBWP; de adviseur kan namelijk voldoen aan de vraag naar directe feedback middels de kennis die hij/zij met zich meebrengt.

#### Maatregelen selectie

Zoals eerder gemeld is het voor de ruime meerderheid van de deelnemers goed mogelijk om maatregelen te selecteren die binnen hun bedrijfsvoering passen. Niet verrassend is de praktische uitvoerbaarheid van maatregelen essentieel voor het wel of juist niet uitvoeren van een maatregel. Belangrijke argumenten die naast praktische haalbaarheid meewegen zijn:

- rendement;
- effectiviteit;

- de benodigde tijdsinvestering;
- samenwerking in de omgeving (doen mijn collega's het ook), en;
- kennis over de praktische implementatie van de maatregel binnen het bedrijf als ook de reden waarom deze maatregel positief dan wel negatief bijdraagt aan de doelen van bodem- en waterkwaliteit.

Het kennisaspect achter deze argumenten geeft wederom aan waarom het belangrijk is dat het BBWP naast een applicatie óók (en juist vooral) het gesprek faciliteert tussen ondernemer en adviseur. Echter, de insteek blijft dat het BBWP zo werkbaar is dat een ondernemer ook individueel kan werken met het BBWP. De pilot laat zien dat er bij de ondernemers hier behoefte naar is. Meerdere ondernemers gaven aan zelf verder te gaan met maatregelen bij percelen te selecteren en zo de invloed van een maatregel op perceelsniveau te ontdekken. Dit toont aan dat de huidige manier van scoren ondernemers uitdaagt om extra maatregelen te nemen die bijdragen aan de bodemkwaliteit als ook de waterkwaliteit.

Echter, het nemen van zeer effectieve maatregelen laat de score nu snel oplopen, door de gebruikte aannames rondom de effectiviteit ervan. De vraag is vanuit de ondernemers of deze score niet té snel oploopt. Het is daarom aan te bevelen om de gebruikte aannames over de impact van maatregelen aan te passen en beter aan te laten sluiten bij de praktijkervaring. Wanneer de score minder snel oploopt, wordt de ondernemer bovendien meer uitgedaagd waardoor ook minder conventionele maatregelen worden geselecteerd. Momenteel zorgt elke maatregel voor een directe verlaging van het risico van het perceel en daarmee een verhoging van de bedrijfsscore. Omdat de impact van meerdere maatregelen niet volledig optelbaar zijn, is het aan te bevelen hiermee rekening te houden en de rekensystematiek hierop aan te passen. Aanvullend daarbij is het mogelijk verstandig om de score niet te maximaliseren op een vaste waarde van 100. Er blijft zo altijd mogelijkheid tot verdere verbetering.

Uit de gesprekken met de ondernemers blijkt ook dat de omschrijving van maatregelen concreter moet worden geformuleerd. Concreter zodat het voor hen direct duidelijk is wat de maatregel betekent. Voorbeelden van maatregelen die op verschillende manieren zijn te interpreteren, zijn: "Gebruik organische mest met optimale C/N/P verhouding" en "helofyten-filters nabij watergang". Daarnaast is het gewenst om bij de advisering van maatregelen nog specifiekere rekening te houden met de gewassen in het bouwplan. Hieraan kan mogelijk voldaan worden door in de applicatie ook de mogelijkheid te bieden om het gewas of gewastype van het perceel te wijzigen. Zo kunnen maatregelen zoals de "aanleg doorlopende grondwal rondom het perceel" specifiekere worden aanbevolen.

De voorkeursmaatregelen geselecteerd door de BBWP passen niet altijd binnen de bedrijfsvoering. Momenteel kun je overigens wel uit de gehele lijst andere maatregelen selecteren. Het is echter niet direct duidelijk of dit effectieve maatregelen zijn voor het geselecteerde perceel. Ondernemers geven aan hier een verduidelijkingslag te willen zien. Mogelijkheden zijn ordening per onderwerp en herschikking maatregelen op basis van eerder geselecteerde maatregelen. De lijst met meer dan 60 maatregelen maakt het momenteel onoverzichtelijk wat de next-best-maatregelen zijn naast de vijf geadviseerde maatregelen. Een klein aandachtspunt is dat er ook maatregelen zijn te selecteren die wettelijk verplicht zijn. Hoewel ze in de scoreberekening niet worden meegenomen, roept dit verwarring op bij verschillende gebruikers.

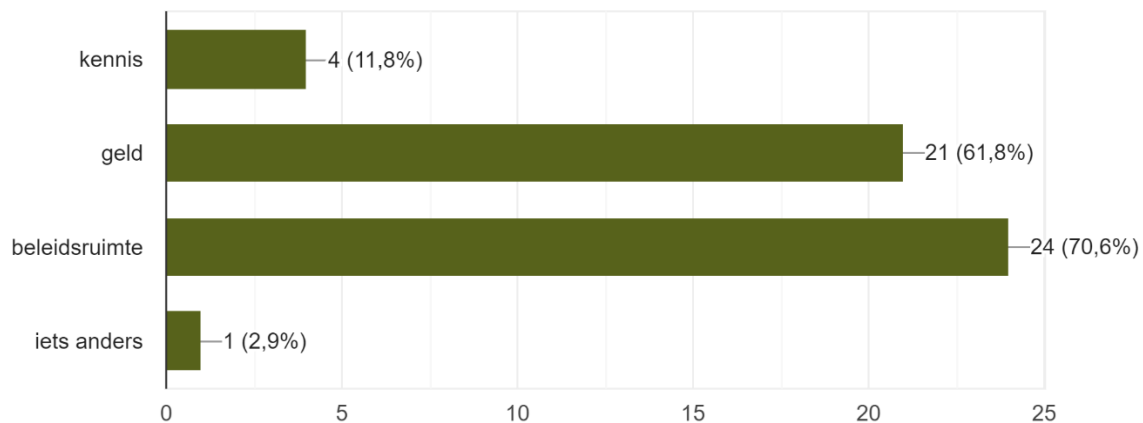
Om de maatregelenselectie nog bedrijfs- en perceelsspecifieker te maken is de wens van veel ondernemers om de brondata met perceelsgegevens te kunnen inzien en waar noodzakelijk aan te passen op basis van eigen bodemanalyses. Mogelijk kan de optie worden ingebouwd om gegevens van pdf-formulieren van bodemanalyserapportages automatisch toe te voegen. Hierbij waarborgen we direct dat de aanpassingen van brondata correct zijn.

## **Koppeling met verdienmodel**

Er zijn maatregelen die contraproductief zijn in termen van opbrengst (kg/ha), maar zeer effectief bijdragen aan de opgaven. Wanneer ondernemers geen waardering krijgen voor de bijdragen die zij



leveren aan de opgaven, is de motivatie om maatregelen te nemen minder. Dit roept de vraag op naar manieren om ondernemers te belonen voor het duurzaam beheer van het bodem- en watersysteem. Onder de pilotdeelnemers was hier consensus; de meerderheid zoekt nieuwe verdienmodellen in financiële vergoedingen (direct of indirect) of beleidsruimte (Figuur 4-1).



*Figuur 4-1: Uitslag op de vraag: Wat verwacht u terug van overheden als zij u vragen om maatregelen te nemen / monitoren.*

Onder de beloning geld verstaan we niet enkel compensatie in termen van schadeloosstellen, maar ook vergoedingen voor eigen monitoring van maatregelen, hogere beloningen bij GLB, eenvoudige toegang tot subsidies, korting op waterschapsbelasting en vergoedingen van Brabant Water. Onder extra beleidsruimte worden betere voorwaarden voor pacht, verruiming inzaaimogelijkheden (van vanggewas of grasland) en ruimte in het mestbeleid genoemd. Deze “waarderingen” zijn essentieel in het slagen van programma’s om bovenwettelijke maatregelen voor het bodem- en watersysteem te implementeren. In zekere zin is het daarmee ook essentieel voor een succesvolle implementatie van het BBWP. Wanneer ondernemers niet worden beloond voor hun bijdrage aan een duurzaam bodem- en watersysteem, dan is het BBWP al snel niet meer dan een administratietool en verdwijnt het draagvlak bij de agrarisch ondernemers. De afstemming tussen aantoonbaar goed bodem- en waterbeheer en de gekoppelde waardering is daarom cruciaal.

### **Data en privacy**

Momenteel is de data van de agrarische ondernemers binnen het BBWP enkel toegankelijk voor de ondernemers zelf. Ondernemers geven aan niet individueel gegevens te willen delen met overheden. Echter, wanneer hier individuele beloningen tegenoverstaan, willen zij wel openheid geven. De praktische uitwerking hiervan behoeft nog verdere uitwerking.

## 5 Conclusies en vooruitblik

Om via bodembeheer bij te dragen aan voldoende grondwateraanvulling, en grond- en oppervlakte-waterkwaliteit is afstemming en overeenstemming nodig tussen ondernemers, waterschappers en gebiedsbeheerders. Het BBWP faciliteert dit door de gebiedsopgave te vertalen in concreet maatwerk per bedrijf en per perceel, en dat binnen een positieve context. Een sterke focus op het agrarisch bedrijf is cruciaal.

Om succesvol bij te dragen aan duurzaam bodem en waterbeheer wordt in het BBWP alle benodigde stappen genomen om maatwerk mogelijk te maken. De ontwikkelde adviestool levert transparant en wetenschappelijk geborgd inzicht en advies rond maatwerk in maatregelen en faciliteert daarmee het gesprek tussen de agrariër en de adviseur. Het brengt daarbij voor elk bedrijf in beeld hoe ver het verwijderd is van de "gewenste situatie" en hoe de ondernemer hieraan positief kan bijdragen. In dit proces wordt rekening gehouden met:

- i. de aanwezige gebiedsopgave,
- ii. het kwantificeren van risico's en kansen van individuele percelen of bedrijven
- iii. het in beeld brengen van de toepasbaarheid en geschiktheid van maatregelen
- iv. het kwantificeren van de impact en effectiviteit van maatregelen
- v. het borgen en monitoren van maatregelen in de context van beleidsevaluatie en monitoring

Uit de praktijkevaluatie blijkt dat agrarische ondernemers positief gestimuleerd worden door het geleverde maatwerk in het BBWP. De gebruikte score-systematiek maakt hen en de adviseurs enthousiast om zelfs meer maatregelen te nemen dan oorspronkelijk beoogd. Een BBWP maakt voor hen de vertaalslag van de wat abstracte gebieds-opgaves richting maatregelen die binnen hun bedrijf een positieve bijdrage leveren aan de kwaliteit van de leefomgeving. Het faciliteert en uniformeert daarnaast de gesprekken die adviseurs voeren. De voorgestelde verbeteringen liggen vrijwel allemaal in het verlengde van het leveren van meer maatwerk.

Op basis van feedback vanuit betrokken beleidsmedewerkers van provincie Noord-Brabant en betrokken waterschappen en kennisinstellingen wordt ook geadviseerd om de risico-indicator voor het water-vasthoudend en -bufferend vermogen te versterken met nieuwe indicatoren voor grondwater-aanvulling. Hiervoor kan worden aangesloten bij ontwikkelingen binnen de Open Bodemindex als de WaterWijzer Landbouw.

Een grote bottleneck bij de ontwikkeling van nieuwe verdienmodellen was altijd dat er weinig zicht was op de daadwerkelijke uitvoering van maatregelen. Via het BBWP is het mogelijk om per perceel concreet bij te houden welke maatregelen gepland en uitgevoerd worden. Dit faciliteert en verbetert de Plan-Do-Check-Act cyclus zoals die in veel bodemprojecten en studiegroepen wordt toegepast. Dit gestandaardiseerd en gestructureerd monitoren van maatregelen biedt perspectief als borging richting nieuwe verdienmodellen, via het spoor van beleidsruimte of financiële vergoedingen voor groenblauwe diensten.

# Literatuur

- CBGV** (2020) *Bemestingsadvies Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen*. Beschikbaar via [www.bemestingsadvies.nl](http://www.bemestingsadvies.nl).
- Groenendijk et al.** (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*. WEnR-rapport 2749, 150 pp.
- Erisman JW & F Verhoeven** (2020) *Integraal op weg naar kringlooplandbouw 2030 – Een voorstel voor kritische prestatie indicatoren systematiek*. Bunnik. LBI-rapport 2020-010 LbP.
- Erisman JW, Koopmans C, Zanen M, Van Eekeren N & J Wagenaar** (2020) *Prestatie-indicatoren voor landbouwbodems*. Landschap 2020/4, 223-229.
- Ros GH** (2019) *De open Bodemindex 0.11*. OBI rapportage, 183 pp.
- Ros GH, Fujita Y, Koomen A & A Buijert** (2020) *Een casestudie naar agrarisch maatwerk voor schoon oppervlaktewater*. H2O-online, 9 juli 2020, 1-6.
- Schipper P, Renaud L & E van Boekel** (2019) *Bronnenanalyse nutriënten stroomgebied Maas*. WEnR-rapport 2931, 82 pp.
- Van Bakel et al.** (2005) *HELP-2005 Uitbreiding en actualisering van de HELP-tabellen ten behoeve van het WATERNOOD-instrumentarium*. STOWA-rapportnummer 2005-16, 50 pp.
- Van den Akker JJH, de Vries F, Vermeulen GD, Hack-ten Broeke MJD & T Schouten** (2012). *Risico op ondergrondverdichting in het landelijk gebied in kaart*. Alterra-rapport 2409, 80 pp.
- Van den Akker JJH** (2019) *Bodemverdichting: ondergrond en bovengrond*. Fact finding paper voor de RLi studie 'de Bodem Bereikt?!', 20 pp.
- Van Gerven L, Jansen S & P Groenendijk** (2019) *Maatregel op de Kaart (Fase 1). Identificeren van kansrijke landbouwmaatregelen per perceel voor schoner grond- en oppervlaktewater*. KIWK-notitie, 16 pp.
- Van Hattum et al.** (2011) *P-reducerende maatregelen in het stroomgebied van de Hunze; inventarisatie van de meest kosteneffectieve P-reducerende maatregelen in het stroomgebied van de Hunze*. Alterra-rapport 2183, 84 pp.
- Van Leeuwen MWJ** (2019) *Reading soils. Using easily obtainable soil information to assess soil functioning*. PhD thesis, Wageningen University, 170 pp.
- Verhoeven F & GH Ros** (2018a) *Kansenkaart Waterkwaliteit: slimme combinaties*. V-Focus februari 2018.
- Verhoeven F & GH Ros** (2018b) *Kansenkaart 1.0: slimme combinaties*. V-Focus oktober 2018.
- Verloop et al.** (2018) *Achtergronden bij informatie in de BOOT-lijst factsheets*. WPR-rapport 842, 133 pp.

# Bijlage I. Maatregellijst

MOK-nr	Korte omschrijving van de maatregel	Categorie
1	Beweiden optimaliseren (bijv. strip grazen, kort omweiden, nieuw NL weiden)	Planvorming voor eigen bedrijf
2	Niet scheuren van blijvend grasland	Gebruik mest en nutriënten
3	Drinkbakken plaatsen midden in perceel	Gebruik mest en nutriënten
4	Onderbemaling toepassen in veenweidegebied	Hydrologische maatregelen
5	Water vasthouden in een kavelsloot	Hydrologische maatregelen
6	Onderwaterdrainage	Hydrologische maatregelen
7	Opnieuw benutten van drainagewater	Hydrologische maatregelen
8	Opslag hemelwater in bassin, vijver of plas	Hydrologische maatregelen
9	Zuiveren drainagewater (via omhullen van drains met zuiveringsmateriaal)	Hydrologische maatregelen
10	Regelbare/ peilgestuurde drainage	Hydrologische maatregelen
11	Gerichte watergeefsystemen (bv. druppelirrigatie)	Watergeefsystemen
12	Droge bufferstroken	Maatregelen in of langs het watersysteem
13	Natuurvriendelijke oevers en/of waterbergingssoever	Maatregelen in of langs het watersysteem
14	Natte bufferstroken	Maatregelen in of langs het watersysteem
15	Helofytenfilters nabij watergang	Maatregelen in of langs het watersysteem
16	Aanleg infiltratiegreppel (tegengaan afspoeling)	Maatregelen in of langs het watersysteem
17	Zuiveren van drainagewater (aan het uiteinde van de drain bij slootkant)	Maatregelen in of langs het watersysteem
18	Vaste rijpaden op perceel, via GIS/materieel	Maatregelen voor een goede bodemstructuur
19	Terrassen aanleggen	Maatregelen voor een goede bodemstructuur
20	Organisch bemesting als bodemtemperatuur tenminste 8 oC is, doch uiterlijk 15 maart	Gebruik dierlijke mest
21	Uitrijperiode dierlijke mest verkorten en later in voorjaar	Gebruik dierlijke mest
22	Dierlijke mest niet of nauwelijks in het najaar	Gebruik dierlijke mest
23	Gebruik organische mest met optimale C/N/P verhouding, eventueel via mestbewerking	Gebruik dierlijke mest
24	Uitrijden van met water verdunde drijfmest	Gebruik dierlijke mest
25	Beperk dierlijke mestgift en bemest eventueel bij met kunstmest	Gebruik dierlijke mest
26	Gewassen telen (met negatief P-overschot) voor verlagen fosfaat op percelen met een hoge fosfaattoes	Gebruik dierlijke mest
27	Pas minder uitspoelingsgevoelige N-meststoffen toe	Gebruik kunstmest
28	Bijmesten met vloeibare N-meststoffen	Gebruik kunstmest
29	Kunstmestgift afstemmen op mineralisatie	Gebruik kunstmest
30	Bemesten met kunstmest bij temperatuursom boven de 180 oC-dagen	Gebruik kunstmest
31	Betere grasbedekking door maai- en/of graaslengte van 5 naar 7 cm te brengen	Overige maatregelen nutriënten
32	Optimaliseer Ph- en Ca/Mg verhouding voor gewasproductie	Overige maatregelen nutriënten
33	Plant mais in ruitverband	Overige maatregelen nutriënten
34	Breng drempels aan in ruggenteelten	Overige maatregelen nutriënten
35	Hergebruik fosfor en stikstof uit slootbagger (baggerpomp)	Overige maatregelen nutriënten
36	Pas sleepslangbemesting toe	Maatregelen voor een goede bodemstructuur
37	Toepassen niet kerende bodembewerking of ondiep ploegen	Maatregelen voor een goede bodemstructuur
38	Voorkom insporing door gebruik lichtere machines met lagere bandenspanning	Maatregelen voor een goede bodemstructuur
39	Bewerk grond haaks op de helling	Maatregelen voor een goede bodemstructuur
40	Gebruik diepwortelende grassoorten	Maatregelen voor een goede bodemstructuur
41	Gebruik diepwortelende rustgewassen	Maatregelen voor een goede bodemstructuur
42	Teel vroegrijpe gewassen voor inzaai van stikstofvanggewas	Maatregelen voor een goede bodemstructuur
43	Egaliseer laagtes in percelen (natte delen opheffen)	Maatregelen voor een goede bodemstructuur
44	Hergebruik gewasresten (stro, blad) op het bedrijf	Maatregelen voor een goede bodemstructuur
45	Voeg compost of andere OS verhogende bronnen toe	Maatregelen voor een goede bodemstructuur
46	Pas groenbemesters/onderzaai toe	Maatregelen voor een goede bodemstructuur
47	Hou het perceel lang bedekt en voorkom braakligging	Maatregelen om bodemleven te bevorderen
48	Pas mengteelten toe	Maatregelen om bodemleven te bevorderen
49	Maak greppels afsluitbaar in combinatie met bezinkplaats	Hydrologische maatregelen
50	Geen uitspoelingsgevoelige gewassen op uitspoelingsgevoelige gronden (grondwater)	Aanvullend op BOOT-lijst
51	Geen mais (maar gras) op natte gronden	Aanvullend op BOOT-lijst
52	Najaarsbeweidings beperken, begin gelijk in het voorseizoen al te weiden	Aanvullend op BOOT-lijst
53	Slootmaaisel van perceels- en kavelsloten verwerken en afvoeren	Aanvullend op BOOT-lijst
54	Slootkanten ecologisch maaien en onderhouden	Aanvullend op BOOT-lijst
55	Tegengaan van oeverafkalving door vee in het veenweidegebied	Aanvullend op BOOT-lijst
56	Volvelds uitmijnen door negatief P-overschot (geen P-bemesting)	Aanvullend op BOOT-lijst
57	Bijvoeding vee afstemmen op grasopname in de weide	Aanvullend op BOOT-lijst
58	Randdam i.c.m. bezinkgreppel om perceel	Aanvullend op BOOT-lijst
59	Sloot op diepte houden in veenweidegebied (minimaal 30 cm diep)	Aanvullend op BOOT-lijst
60	Afdammen van eindsloot	Aanvullend op BOOT-lijst
61	Afkoppelen en infiltreren schoon hemelwater	erf
62	Gebruik restwater van derden	erf
63	Accepteren van hogere stuwpeilen in de categorie A oppervlaktewaterlichamen	Hydrologische maatregelen
64	Verhogen van het watervasthoudend vermogen van de bodem	Hydrologische maatregelen



Nutriënten Management Instituut BV  
Nieuwe Kanaal 7c  
6709 PA Wageningen

tel: (06) 29 03 71 03  
e-mail: [nmi@nmi-agro.nl](mailto:nmi@nmi-agro.nl)  
website: [www.nmi-agro.nl](http://www.nmi-agro.nl)