

Onderzoeksrapport

Klimaatrobuuste maatregelen voor de landbouw

Een inventarisatie naar de toepassingsmogelijkheden
van klimaatrobuuste maatregelen en de effecten binnen
de Maasvallei.

10 februari 2023, Den Bosch | Projectcode: 22400232

In opdracht van: Lectoraat klimaatrobuuste landschappen, HAS green academy



HAS green academy
Onderwijsboulevard 221
Postbus 90108
5200 MA 's-Hertogenbosch
Telefoon: 088 890 36 00

Documenttitel: Onderzoeksrapport – Klimaatrobuuste maatregelen voor de landbouw
Projectcode: 22400232

Opdrachtgever: Lectoraat klimaatrobuuste landschappen, HAS green academy
Contactpersoon: Ellen Weerman (e.weerman@has.nl)

Projectleider: Thijs Frenken

Inhoudsdeskundige: Marloes Hendriks

Projectteam: Kevin Muijres
Mike Ketelaars
Tygo Keunen

Plaats: Den Bosch
Datum: 10 februari 2023

Verwijzen als: *HAS Rapport 22400232 Klimaatrobuuste maatregelen in de landbouw, Afstudeeronderzoek K. Muijres, M. Ketelaars, T. Keunen. Lectoraat Klimaatrobuuste landschappen. HAS green academy.*

.

Voorwoord

Dit verslag is geschreven door drie vierdejaarsstudenten van de opleiding Toegepaste Biologie als onderdeel van de beroepsopdracht. Het project is uitgevoerd in opdracht van het lectoraat Klimaatrobuuste Landschappen van de HAS green academy onder leiding van Lector Ellen Weerman. Het onderzoek is een inventarisatie van de maatregelen die agrariërs toepassen om het landschap klimaatrobuuster te maken. Daarnaast is aan de hand van literatuur geanalyseerd wat de effecten van deze maatregelen zijn. Met behulp van interviews is geïnventariseerd welke maatregelen in deze gebieden al worden toegepast. Wat u nu leest is het onderzoeksverslag "Klimaatrobuuste maatregelen voor de landbouw". Aanvullend op dit verslag is ook een managementsamenvatting geschreven voor betrokkenen en geïnteresseerden met daarin een samenvatting van de bevindingen uit dit onderzoek. Daarnaast is een overzichtstabel gemaakt met daarin een overzicht van de maatregelen en de effecten daarvan op verschillende aan klimaatrobuuste landbouw gerelateerde thema's.

Graag willen we de begeleiders Thijs Frenken, Marloes Hendriks en Eva van Rijsingen van HAS green academy bedanken voor de hulp gedurende dit onderzoek. Ook willen we Ellen Weerman van het lectoraat bedanken voor het vertrouwen en de samenwerking. Tot slot willen we alle betrokken agrariërs bedanken voor hun deelname aan dit onderzoek.

Kevin Muijres, Mike Ketelaars en Tygo Keunen

Den Bosch, 10 februari 2023

Inhoudsopgave

INHOUDSOPGAVE	3
SAMENVATTING	4
1. INLEIDING	5
2. MATERIAAL EN METHODE	7
2.1 GEBIEDSBESCHRIJVING	7
2.1.1 Maasheggen	7
2.1.2 Maasduinen	8
2.2 ONDERZOEKSOPZET	10
2.3 LITERATUURSTUDIE	10
2.3.1 Klimaatrobuuste maatregelen	10
2.3.2 Zoekmachines en betrouwbaarheid	12
2.4 DATAVERWERKING	12
3. RESULTATEN	13
3.1 LITERATUURONDERZOEK	13
3.1.1 Effecten op de parameters per cluster	13
3.1.2 Bodembetreding	13
3.1.3 Grondbewerking	14
3.1.4 Waterafvoer	14
3.1.5 Waterberging	14
3.1.6 Beregenen	15
3.1.7 Plantwijze	15
3.1.8 Type gewas	15
3.1.9 Plantaardige bemesting	15
3.1.10 Mestwijze	16
3.1.11 Type mest	16
3.1.12 Vee	16
3.1.13 Bufferzone	17
3.1.14 Flora en fauna	17
3.1.15 Gewasbeschermingsmiddelen	17
3.2 INTERVIEWS	18
3.2.1 Maatregelen	18
3.2.2 Effecten	19
3.2.3 Bereidheid van het treffen van maatregelen	23
4. DISCUSSIE	24
5. CONCLUSIE	27
AANBEVELINGEN	28
BRONVERMELDING	29
BIJLAGE 1: INTERVIEWVRAGEN	35
BIJLAGE 2: VERKORTE WEERGAVE VAN DE OVERZICHTSTABEL	39
BIJLAGE 3: OVERZICHT VAN DE GENOMEN MAATREGELLEN	48
BIJLAGE 4: BEREIDHEID EN BELEMMERINGEN VAN AGRARIËRS	49

Samenvatting

In de Nederlandse landbouw zijn de gevolgen van een veranderend klimaat steeds meer merkbaar waardoor maatregelen genomen moeten worden om de negatieve effecten hiervan te verminderen en een klimaatrobuust landschap te creëren. Maatregelen die tot nu toe worden genomen komen bijvoorbeeld uit de gangbare, regeneratieve en natuurinclusieve landbouw. Echter is er onvoldoende overzicht in hoeverre deze maatregelen kunnen bijdragen aan een klimaatrobuust landschap en welke maatregelen al worden toegepast in de praktijk.

Deze verkennende studie is een inventarisatie van maatregelen die de landbouw mogelijk klimaatrobuuster kunnen maken. Hiervoor is een overkoepelend overzicht gecreëerd van de diverse maatregelen en wat de effecten daarvan zijn op de thema's als: bodemgezondheid, waterkwaliteit, en -kwantiteit, plantweerbaarheid, natuurwaarde en de gewaskwaliteit. Verder is doormiddel van interviews bij agrariërs geïnventariseerd welke maatregelen al toegepast worden, voor welke maatregelen de agrariërs openstaan en wat de eventuele belemmeringen zijn om meer maatregelen toe te passen.

Tijdens dit onderzoek zijn 82 verschillende maatregelen gevonden die zijn verdeeld in verschillende clusters zoals beregenen, bufferzone, bodembetreding etc. De maatregelen bleken meer positieve dan negatieve effecten te vertonen op de verschillende thema's en kunnen daardoor worden ingezet voor een klimaatrobuuste landbouw. De geïnterviewde agrariërs passen de meeste maatregelen die ingaan op de gewaskeuze. De maatregelen binnen het cluster bodembetreding hebben de meeste positieve effecten maar worden nog minimaal toegepast door de agrariërs.

Om toekomstige effecten van klimaatverandering op te vangen is een klimaatrobuuste landbouw nodig. Dit onderzoek heeft aangetoond dat verschillende maatregelen ingezet kunnen worden om de klimaatrobuustheid van de landbouw te vergroten. Veel maatregelen worden door de geïnterviewde agrariërs al toegepast, echter wordt het nemen van meer maatregelen bemoeilijkt door belemmeringen zoals wisselende wetgeving, aanschafkosten en het verlies in opbrengst. Voor het creëren van een klimaatrobuuste landbouw is meer onderzoek nodig naar de kennishiaten van de effecten van maatregelen. Daarnaast is een onderlinge samenwerking van belang om de inzichten van de maatreegeffecten naar elkaar en de buitenwereld kenbaar te maken. Een klimaatrobuuste landbouw is niet alleen noodzakelijk voor de toekomstbestendigheid van de landbouw maar ook mogelijk.

1. Inleiding

De effecten van een veranderend klimaat zijn wereldwijd steeds meer merkbaar. Als gevolg hiervan zullen klimaatzones verschuiven waardoor Nederland in de toekomst niet langer een gematigd zeeklimaat zal behouden (Jylhä et al., 2010; Cassia et al., 2018; Palmer, 2013). Deze verschuiving in klimaatzones zorgt in Nederland voor gemiddeld hogere temperaturen waardoor zachtere winters en zowel een verlenging als een verschuiving van het groeiseizoen ontstaan (Chen & Chen, 2013; Palmer, 2013). Hierdoor zal zowel de natuur als de landbouw de effecten van de klimaatverandering voelen (van Delden, 2012). Enerzijds ontstaan er langer durende droge periodes die zorgen voor lagere grondwaterstanden, verzilting en een verslechtering in de kwaliteit van de bodem en het oppervlaktewater (Mosley, 2015). Vervolgens kan dit leiden tot oogstschade en een lagere gewasopbrengst (Team NAS, 2021; Stowa, 2022; Al-Kaisi, et al., 2013). Anderzijds kunnen meerdaagse natte periodes ontstaan met daarin extreme piekbuien die leiden tot wateroverlast, een minder begaanbaar land, bodemverdichting en plasvorming wat een stijging in ziekten en plagen als gevolg kan hebben. (Team NAS, 2021; Schaap, et al., 2014). Deze negatieve effecten van klimaatverandering zorgen ervoor dat agrariërs maatregelen moeten nemen om de landbouwsystemen klimaatrobuuster te maken zodat zowel de landbouw als de omliggende natuur kan blijven gedijen (Loeve et al., 2006; WUR, 2018; Kennisportaal Klimaatadaptatie, 2022).

Het nemen van maatregelen kan effect hebben op verschillende thema's als de bodemkwaliteit, waterkwaliteit en -kwantiteit, plantweerbaarheid, gewaskwaliteit en natuurwaarde en daarmee een grote rol spelen in klimaatrobuustheid in een gebied (Bartholomeus, 2021). Vanuit de duurzame landbouw zijn verschillende maatregelen ontstaan, echter hangen aan deze maatregelen vaak de termen regeneratieve landbouw of natuur inclusieve landbouw waardoor niet duidelijk is of dat deze maatregelen ook effect hebben op de klimaatrobuustheid van een gebied (Erisman, 2017; Smit et al., 2020; WUR, 2022).

Een aantal programma's zijn opgestart om maatregelen toe te passen en zo de kwaliteit van de bodem, water en daarmee de gewaskwaliteit te verbeteren (Ministerie van LNV, 2020). Voorbeelden van deze programma's zijn het actieprogramma klimaatadaptatie landbouw, Klimaatadaptatie in praktijk (KLIMAP), het kennisprogramma COASTAR en het deltaprogramma Zoetwater (Team NAS, 2021; Schouten, 2020; Rees, 2021). Deze programma's zijn opgesteld door ministeries, waterschappen, VNG (Vereniging van Nederlandse Gemeenten) en het IPO (Interprovinciaal Overleg). Ook zijn diverse (subsidie)projecten gestart vanuit de regeneratieve-, kringloop- en natuurinclusieve-landbouw die een rol kunnen spelen in het klimaatrobuuster maken van een landschap (Erisman, 2017; Smit et al., 2020; WUR, 2022).

De projecten worden vaak gebiedsmatig uitgevoerd, dit omdat de effecten van klimaatverandering per gebied kunnen verschillen (Ministerie van LNV, 2022). Daarom is het van belang om per gebied te kijken welke klimaatrobuuste maatregelen genomen kunnen worden. Tijdens dit

onderzoek is gekeken naar de Maasvallei (Maasheggen en Maasduinen). De Maasheggen bestaat voornamelijk uit een kleibodem waardoor het gebied gevoelig is voor wateroverschot en droogte (Cox & McFarlane, 1990). Men is in dit gebied sinds 2014 bezig met het verbeteren van waterveiligheid en klimaatbestendigheid binnen het Deltaprogramma. Binnen dit programma zijn verschillende doelen opgesteld, zo moet het gebied in 2050 de grote extremen kunnen opvangen van het veranderende klimaat. Bij de daarvoor gebruikte aanpassingen wordt rekening gehouden met de ruimtelijke inrichting, waterveiligheid en zoetwatervoorziening (Unesco, z.d.-c). De Maasduinen bestaat voornamelijk uit een zandbodem waardoor er grotere kans is op nutriënt uitspoeling naar het oppervlaktewater, dit kan de kwaliteit van de watersystemen beïnvloeden (Jalali & Merrikhpour, 2007). Doordat de waterkwaliteit een grote rol speelt in dit gebied zijn er verschillende plannen zoals Provinciaal Waterplan Limburg (2016-2021) en Waterbeheerplan Waterschappen (2016-2021) opgesteld. Het doel van deze plannen is het behouden en het herstellen van ecologisch gezonde en veerkrachtige watersystemen, die dienen als natuurlijke klimaatbuffers (Provincie Limburg, 2019). Dit is ook het doel van de Nationale Omgevingsvisie van de overheid (Ministerie van EZK et al., 2012).

Met oog op de Nationale Omgevingsvisie heeft de HAS green academy in samenwerking met het NIOO een nieuw lectoraat gestart (NIOO, 2022). Het lectoraat houdt zich sinds begin 2022 bezig met klimaatrobuuste landschappen met als doel om de transitie naar een klimaatrobuuste landbouw verder in gang te zetten. Echter is er onvoldoende overzicht van welke maatregelen bij kunnen dragen aan een klimaatrobuuste inrichting van het agrarische landschap en wat de effecten van deze maatregelen zijn op de verschillende thema's. Doormiddel van dit onderzoek is het ontbrekende overzicht gecreëerd en is de vraag beantwoordt: welke klimaatrobuuste maatregelen zijn mogelijk en in hoeverre kunnen deze bijdragen aan een verbetering van de bodemgezondheid, waterkwaliteit, -kwantiteit, plantweerbaarheid, natuurwaarde en de gewaskwaliteit binnen de Maasvallei?

Om antwoord te krijgen op deze vraag werd met behulp van een literatuurstudie geïnventariseerd welke maatregelen er zijn en hoe deze bij kunnen dragen aan de klimaatrobuustheid van een landschap. Vanuit de bestaande literatuur is onderzocht wat er bekend is over de effecten (positief, negatief, geen of onbekend effect) van deze maatregelen op de thema's bodemkwaliteit, waterkwaliteit, -kwantiteit, plantweerbaarheid, natuurwaarde en de gewaskwaliteit. Daarmee is ook duidelijk geworden waar de kennishiaten zitten. De verkregen informatie is vervolgens in een overzichtstabel verwerkt.

Naast de literatuurstudie zijn 10 agrariërs geïnterviewd in de Maasheggen en de Maasduinen. Hierbij is de actuele kennis van de geïnterviewde agrariërs over de klimaatrobuuste maatregelen en de effecten daarvan gepeild. Daarbij is geïnventariseerd welke van de klimaatrobuuste maatregelen momenteel al worden toegepast, in hoeverre de geïnterviewde agrariërs open staan om meer maatregelen toe te passen en wat de eventuele belemmeringen zijn.

2. Materiaal en methode

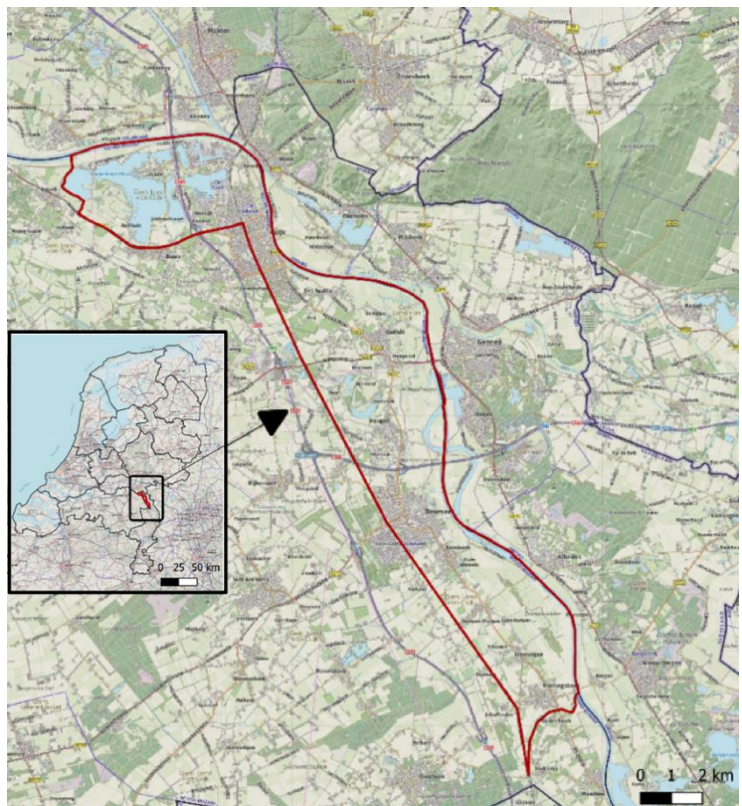
2.1 Gebiedsbeschrijving

Er zijn twee gebieden waarop de focus van het onderzoek heeft gelegen, dit zijn de Maasheggen en de Maasduinen.

2.1.1 Maasheggen

Het gebied de Maasheggen heeft een oppervlakte van ongeveer 2000 hectare en is gelegen in de Maasvallei tussen Cuijk en Vierlingsbeek op de grens van Noord-Brabant en Limburg (figuur 1) (van Eck, 2018; Unesco, z.d.-b). In het gebied zijn voornamelijk rivierkleibodems ($\pm 77\%$) en hogere zandgronden ($\pm 20\%$) te vinden (Esri Nederland & Wageningen Environmental Research, 2021; Ministerie van EZK, 2021). Het hoge percentage rivierkleibodem met een kleine korrelgrootte (< 2 micrometer) zorgt ervoor dat de bodem relatief waterdoorlaatbaar is (Trikt & Ahrens, z.d.). De delen met zandbodem hebben een hogere waterdoorlaatbaarheid door de grotere korrelgrootte ($0,06 < > 2$ mm) (Janssens, z.d.). Ook is de gemiddelde grondwaterstand in het gebied > 2 meter onder het maaiveld en er is een wegzijging van het oppervlaktewater van gemiddeld $0,5$ - 1 mm/dag. Verder varieert de hoogte in het gebied tussen 8 en 17 meter boven NAP (Ministerie van EZK, 2021).

Vroeger bestond het gebied uit oerbos, dit werd gekapt om plaats te maken voor landbouw. Later bleek dat de kleigrond te nat was voor landbouw waardoor de grond werd gebruikt als wei- en hooilanden voor de veehouderij. Op de hoger gelegen droge zandgebieden vond voornamelijk akkerbouw plaats en werden nederzettingen gebouwd (Provincie Noord-Brabant, 2016; Graatsma, 1993). Rond de weilanden waar het vee graasde werden heggen aangeplant die op een speciale manier gesnoeid en in elkaar geweven werden om als hek te dienen voor het vee (Baudry et al., 2000). De heggen bestaan voornamelijk uit meidoorn en sleedoorn en zijn soms tot 400 jaar oud (Unesco, z.d.-a; Buiteveld, 2016). Deze heggen



Figuur 1: Ligging Maasheggen (rood) (Aangepast overgenomen van van Aalst, 2022).

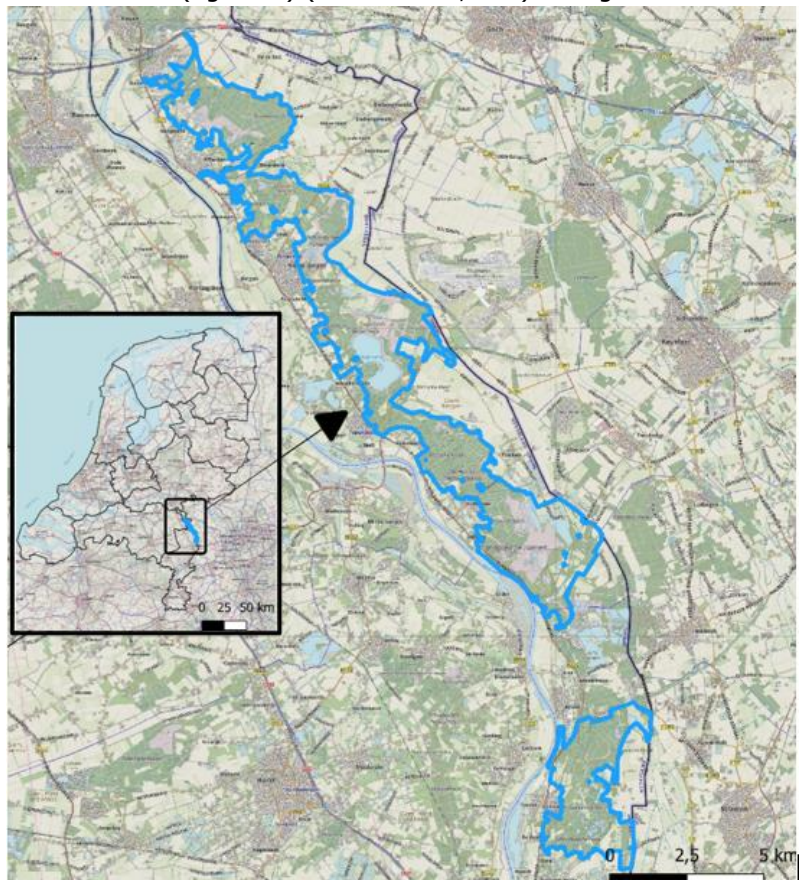
maken van het gebied een kenmerkend landschap dat bestaat uit een mozaïek van heggen, weides, drinkpoelen en oude knotbomen (van Eck, 2018) (figuur 2). Daardoor staat het gebied sinds 2018 ook op de Unesco erfgoedlijst als een biosfeergebied. Hier staat de relatie tussen mens en zijn natuurlijke omgeving centraal (van Eck, 2018; Unesco, z.d.-b). Tegenwoordig zijn nog veel graslanden te vinden in het gebied maar er worden ook gewassen zoals maïs, aardappelen of bieten verbouwd (Esri Nederland & Ministerie van EZK, 2021).



Figuur 2 : Afbeelding van het mozaïeklandschap in de Maasheggen (HOSPER, 2020).

2.1.2 Maasduinen

De Maasduinen is gelegen tussen Boxmeer en Venlo op de grens van Noord-Brabant en Limburg en heeft een oppervlakte van ongeveer 5300 hectare (figuur 3) (Maasduinen, z.d.). Het gebied bestaat voornamelijk uit hogere zandgronden ($\pm 97\%$) en voor een klein deel uit rivierkleigronden ($\pm 3\%$) (Esri Nederland & Wageningen Environmental Research, 2021; Ministerie van EZK, 2021). Daarnaast is in de Maasduinen een gemiddelde grondwaterstand van >2 meter onder het maaiveld en een wegzijging van het oppervlaktewater van ongeveer 1 mm/dag. Ten slotte varieert de hoogte in het gebied tussen de 10 en 40 meter NAP (Ministerie van EZK, 2021).



Figuur 3: Kaart met locatie van de onderzoeksgebieden de Maasduinen (blauw) (Aangepast overgenomen van: van Aalst, 2022).

Het gebied is aangewezen als Natura2000 gebied op 23 mei 2013 (Provincie Limburg, 2017). Wanneer een gebied onder het Natura2000 plan valt heeft dit gevolgen voor de nabijgelegen landbouw vanwege een strengere wetgeving. Zo is er de

habitat- en vogelrichtlijn waaronder zeldzame dier- en plantsoorten en habitattypen extra worden beschermd (Provincie Limburg, 2019). Een kenmerk van de Maasduinen zijn de terrassen die zijn ontstaan door de Maas en de Rijn tijdens de laatste ijstijd. Daarnaast had ook de wind invloed op het landschap waardoor verschillende soorten zandduinen zijn ontstaan (figuur 4). Deze met rivierzand gevormde zandduinen zijn typisch voor de Maasduinen (Nationaal Park De Maasduinen, z.d.-b).

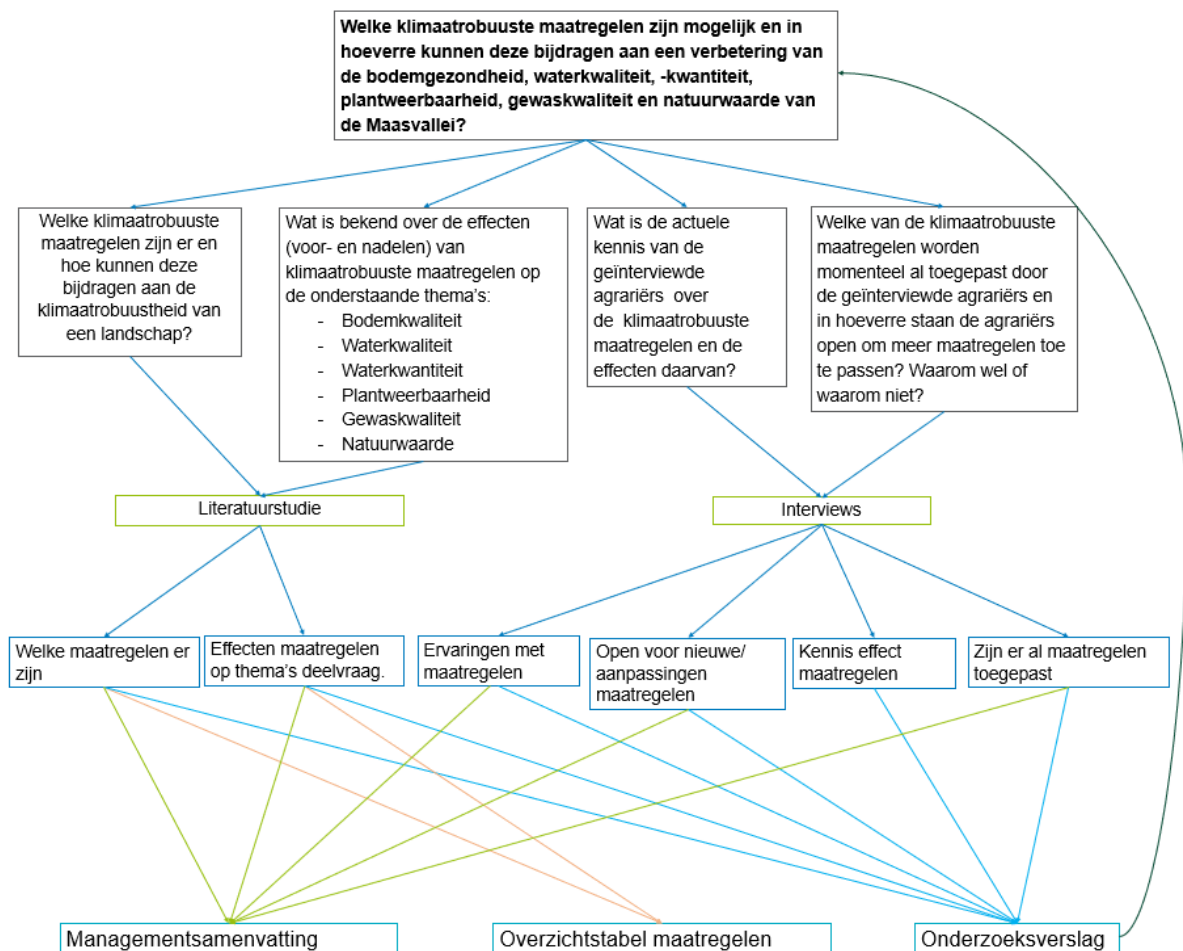
Vroeger vond er in de Maasduinen op de voedselrijke gebieden veel landbouw plaats. Op de armere zandgronden in de duingordel vond intensieve schapenbegrazing plaats en er werd geplagd voor potstallen waardoor kale plekken met stuifzanden in het landschap ontstonden. (Nationaal Park de Maasduinen, z.d.-a; Provincie Limburg, 2019). In de 14e en 15e eeuw begon men met de turfwinning, dit werd grootschalig gedaan in het begin van de 20e eeuw (Provincie Limburg, 2019). Tegenwoordig bestaat het gebied voornamelijk uit gras- en akkerland waar onder andere maïs, bonen, aardappelen en bloemen worden verbouwd (Esri Nederland & Ministerie van EZK, 2021).



Figuur 4: Afbeelding van een van de zandduinen in de Maasduinen (Reizen & Reistips, 2020).

2.2 Onderzoekopzet

Het onderzoek is uitgevoerd in 2 delen. Deel 1 bestond uit een literatuuronderzoek (2.3) en deel 2 bestond uit het afnemen van interviews onder agrariërs (2.4) (figuur 5).



Figuur 5: Een overzicht van de onderzoekopzet waarin aangegeven staat hoe de hoofd- en deelvragen beantwoord zijn en welke informatie in welk eindproduct staat.

2.3 Literatuurstudie

In dit literatuuronderzoek zijn de mogelijke klimaatrobuuste maatregelen en de bijbehorende effecten op 12 verschillende parameters geïnventariseerd (tabel 1). Hierbij zijn maatregelen die toepasbaar zijn op zandgronden uitgewerkt.

2.3.1 Klimaatrobuuste maatregelen

Met behulp van literatuur is er gekeken welke maatregelen eventueel gebruikt kunnen worden om een gebied klimaatrobuuster te maken. Hiervoor is onderzocht wat de impact is op de thema's als bodemkwaliteit, waterkwaliteit en -kwantiteit, plantweerbaarheid, natuurwaarde en

gewaskwaliteit. Daarvoor zijn de effecten van de maatregelen aan de hand van verschillende parameters onderzocht en is aangegeven of er een positief, negatief, geen of neutraal effect was gevonden. Daarnaast is zichtbaar gemaakt wanneer geen informatie over een onderwerp werd gevonden in de literatuur. Verder is opgezocht of er eventuele subsidies of wetgeving voor de maatregelen waren, voor welke bedrijfstypes deze maatregelen toepasbaar zijn en wat de relatieve kosten van de maatregelen zijn (goedkoop, relatief goedkoop, gemiddeld, relatief duur of duur).

Zoektermen die gebruikt werden om de maatregelen te vinden zijn: "klimaatrobuuste maatregelen", "waterberging landbouw", "natuurinclusieve landbouw", "kringlooplandbouw", "regeneratieve landbouw", "klimaat adaptieve landbouw", "bodemverbetering landbouw", "klimaatproef" en "adaptiemaatregelen", "maatregelen agrarisch waterbeheer". De zoektermen die werden gebruikt om de effecten van de maatregelen te vinden zijn de maatregelen in combinatie met bijvoorbeeld: "bodemleven", "sediment uitspoeling", "nutriënt uitspoeling", "biodiversiteit", "organische stof", "bodemstructuur", "watervasthoudend vermogen", "uitspoeling gewasbeschermingsmiddelen", "waterpeil", "vatbaarder ziektes" en "vatbaarder plagen". Ook zijn Engelse zoektermen gebruikt om de effecten van de maatregelen te vinden. Hiervoor zijn de vertalingen van de maatregelen gebruikt in combinatie met: "soil life", "sediment leaching", "nutrient leaching", "biodiversity", "organic matter", "soil structure", "water retention capacity", "pesticide leaching", "water level", "more susceptible to diseases" and "more susceptible to pests".

Tabel 1: Overzicht van de thema's en tot welke parameters het thema is afgebakend.

Thema	Parameters
Bodemkwaliteit	Bodemleven, nutriënt uitspoeling, organische stof, bodemstructuur, watervasthoudend vermogen, sediment uitspoeling
Waterkwaliteit	Sediment uitspoeling, nutriënt uitspoeling, uitspoeling gewasbeschermingsmiddelen
Waterkwantiteit	Watervasthoudend vermogen, waterpeil
Plantweerbaarheid	Vatbaarheid voor ziektes en plagen
Gewaskwaliteit	Geproduceerde biomassa, meerwaarde product
Natuurwaarde	Biodiversiteit, bodemleven

2.3.2 Zoekmachines en betrouwbaarheid

De benodigde informatie is gezocht met behulp van Nederlandstalige zoektermen. Aanvullend zijn vergelijkbare Engelstalige zoektermen gebruikt wanneer met Nederlandstalige zoektermen niet voldoende informatie werd gevonden. Zoekmachines zoals: Google Scholar, Scopus, Google en GreenI zijn gebruikt om de informatie op te zoeken.

De betrouwbaarheid van de bronnen is bepaald aan de hand van een CRAP-test (Kurpiel, 2023). Hierbij is gekeken naar de actualiteit, betrouwbaarheid, autoriteit en de objectiviteit van de bron. Voor de actualiteit is aangehouden dat bronnen ouder dan 20 jaar zo min mogelijk gebruikt werden. De betrouwbaarheid van de bron is gecontroleerd door te kijken of de informatie in de bron was gereviewd door anderen en of de informatie relevant was voor de literatuurstudie. Voor de autoriteit werd gekeken of de auteurs expertise hadden op het desbetreffende vakgebied en of deze auteurs andere publicaties op hun naam hadden. Tot slot werd de objectiviteit van de bron bepaald door te kijken met welk doel de bron geschreven was en of er reclame aanwezig was. Wanneer reclame aanwezig was werd de bron niet gebruikt. Als de bron niet aan één of meerdere van de bovengenoemde criteria voldeed werd deze alleen gebruikt wanneer geen alternatieve bron gevonden kon worden.

2.4 Dataverwerking

De gevonden maatregelen uit de literatuurstudie zijn verwerkt in een overzichtstabel waarbij een korte toelichting van de maatregelen is weergegeven. De maatregelen zijn onderverdeeld in de clusters: beregenen, gewasbescherming, flora en fauna, bufferzone, plantaardige bemesting, grondbewerking, mestwijze, plantwijze, bodembetreding, type gewas, type mest, vee, waterafvoer en waterberging. De bronnen waaruit de informatie is gevonden over de maatregelen zijn ook weergegeven in de tabel. Verder zijn ook verwachtingen en indirecte effecten ingevuld in de tabel en aangegeven met cursieve tekst. De positieve score is bepaald door het aantal negatieve effecten af te trekken van het aantal positieve effecten en hier vervolgens het percentage van te berekenen:

$$\frac{(\textit{Positief} - \textit{negatief})}{12} \times 100\%$$

Er zijn 4 agrariërs uit de Maasheggen en 6 agrariërs uit de Maasduinen geïnterviewd. De benaderde agrariërs hadden al eerder samengewerkt met het lectoraat of de Limburgse Land- en Tuinbouwbond (LLTB). De interviews zijn uitgevoerd aan de hand van een vragenlijst (bijlage 1). De AVG gevoelige informatie is geanonimiseerd.

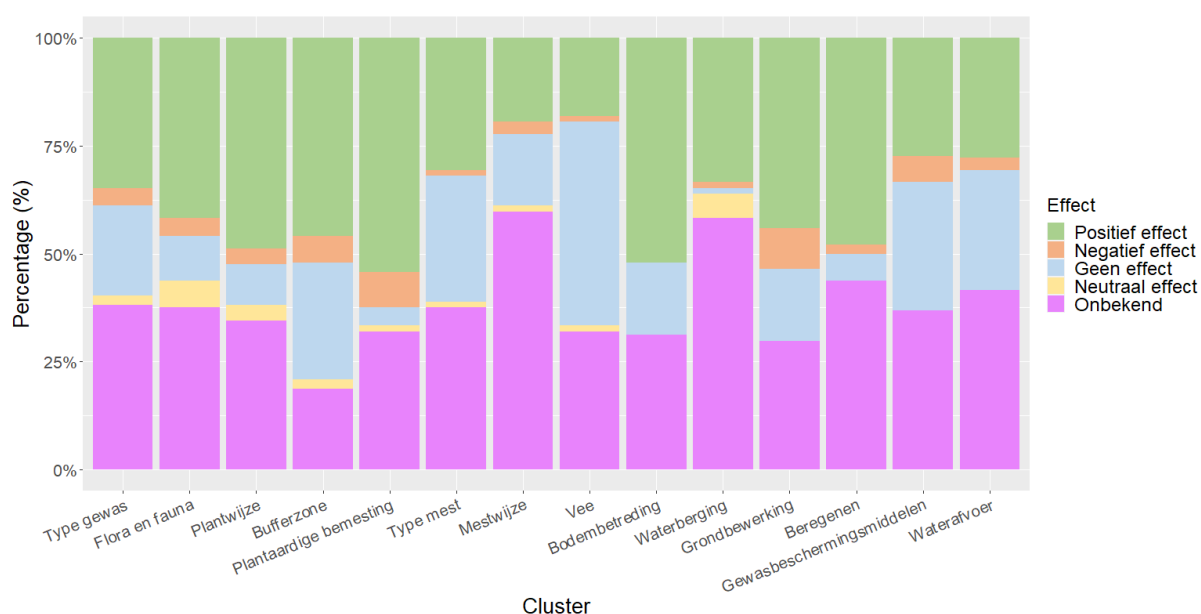
3. Resultaten

3.1 Literatuuronderzoek

Tijdens de literatuurstudie zijn 82 maatregelen gevonden die onderverdeeld zijn in 14 clusters. De maatregelen en de effecten daarvan op verschillende parameters (tabel 1) zijn in een overzichtstabel uitgewerkt waarvan een verkorte versie is weergegeven in bijlage 2.

3.1.1 Effecten op de parameters per cluster

In figuur 6 staan per cluster de percentages weergegeven van de effecten op de parameters. Over het cluster mestwijze is op de meeste parameters in de literatuur niks gevonden (59,7%). Verder heeft het cluster bodembetreding relatief de hoogste positieve score (52,1%). De clusters mestwijze en vee hebben relatief de laagste positieve score (16,7%).



Figuur 6 Effecten op de parameters per cluster: Het percentage positieve, negatieve, geen, neutraal (zowel positief als negatief op dezelfde parameter) en onbekend (er is niks gevonden in de literatuur) effect op de parameters per cluster staat weergegeven. Hierbij staan de clusters weergegeven op de x-as en het percentage op de y-as.

3.1.2 Bodembetreding

De maatregelen die te maken hebben met bodembetreding gaan onder andere in op het gebruik van vaste rijpaden en het voorkomen van schade door het berijden onder natte omstandigheden. Hierbij wordt gekeken naar waarmee, wanneer en op welke locatie het land wordt betreden.

In deze studie is geen literatuur gevonden over de effecten van de maatregelen omtrent bodembetreding op de meerwaarde van het product. Wel hebben alle 4 de maatregelen een positief effect op het bodemleven en de bodemstructuur. Daarnaast hebben ze ook volgens de onderzochte literatuur een positief effect op het verminderen van nutriënt uitspoeling en de geproduceerde biomassa. Het gebruik van vaste rijpaden heeft volgens dit literatuuronderzoek de hoogste positieve score (58,3%).

3.1.3 Grondbewerking

De maatregelen omtrent grondbewerking gaan vooral over het egaliseren en bewerking van de bodem. Ook gaan sommige maatregelen over het niet/minder beschadigen van de bodemstructuur.

Er is gevonden dat alle maatregelen een positief effect hebben op het tegengaan van nutriënt uitspoeling en sediment uitspoeling. Ook hebben 7 van de 8 maatregelen een positief effect op watervasthoudend vermogen van de bodem en heeft 1 maatregel hier een negatief effect op. Verder hebben 3 maatregelen een negatief effect op de resistentie van de gewassen tegen ziektes en plagen. Minder kerende grondbewerking en zandgrond verrijken met klei hebben de hoogste positieve score (58,3%).

3.1.4 Waterafvoer

De maatregelen die te maken hebben met waterafvoer gaan in op de wijze van afwatering van grond- en oppervlaktewater. Ook gaan de maatregelen uitspoeling tegen.

Alle tijdens de literatuurstudie gevonden maatregelen hebben een positief effect op het verminderen van nutriënt uitspoeling. Regelbare buisdrainage heeft de hoogste positieve score (33,3%). Daarna heeft het aanleggen van een rand-dam rond het perceel de hoogste positieve score (25%).

3.1.5 Waterberging

De maatregelen die te maken hebben met waterberging gaan in op het vasthouden van water in de bodem en oppervlak. Dit wordt gedaan door waterafvoer te vertragen en daarmee de waterberging te verhogen.

6 van de 7 waterbergingsmaatregelen hebben een positief effect op het bodemleven en waterpeil. Tijdens de studie is geen literatuur gevonden over de effecten op het organisch stofgehalte, het watervasthoudend vermogen van de bodem, de meerwaarde van het product en de eventuele vatbaarheid voor ziekten en plagen. Het accepteren van hoge stuwpeilen en het afdammen van (eind)sloten hebben de hoogste positieve score (41,7%).

3.1.6 Beregenen

Bij het cluster beregenen zijn 4 maatregelen gevonden, waarvan 2 gericht op zuiniger beregenen, en 2 gericht op het hergebruik van water. De beregeningsmaatregelen hebben een positief effect op bodemleven en waterpeil. Ook hebben 3 van de 4 maatregelen een positief effect op het tegengaan van nutriënt uitspoeling. In deze studie is voor de beregeningsmaatregelen geen literatuur gevonden over de effecten op de biodiversiteit. Zuinig beregenen met behulp van vochtsensoren heeft de hoogste positieve score (83,3%). Zuinig beregenen door druppelirrigatie heeft daarna hoogste positieve score (58,3%).

3.1.7 Plantwijze

De maatregelen omtrent plantwijze gaan in op het combineren van gewassen en de zaailocatie (positie waarop de gewassen worden gezaaid).

Er is geen literatuur gevonden over de effecten van de maatregelen binnen het cluster plantwijze op de meerwaarde van het product. Wel hebben alle 7 maatregelen een positief effect op een verminderde nutriënt uitspoeling. Verder hebben 6 van de 7 maatregelen een positief effect op de sediment uitspoeling. Ook hebben 5 van de 7 maatregelen een positief effect op het bodemleven en de bodemstructuur. Strokonteelt heeft de hoogste positieve score (66,7%). Daarna heeft agroforestry de hoogste positieve score (58,3%).

3.1.8 Type gewas

Bij maatregelen omtrent het type gewas wordt de afweging gemaakt welke gewassen het beste zijn voor het perceel. Bij de afweging wordt rekening gehouden met het doel, de waterbeschikbaarheid, de bodemstructuur en de plaaggevoeligheid. Daarnaast zijn er ook nog maatregelen die rekening houden met de biodiversiteitsvergroting. Ook zijn er maatregelen die de beschadiging van de bodem tegengaan zoals maaigewassen.

6 van de 12 maatregelen hebben een positief effect op de biodiversiteit. Verder hebben 9 van de 12 maatregelen uit dit cluster een positief effect op het tegengaan van nutriënt uitspoeling. 3 van de 12 maatregelen hebben een negatief effect op geproduceerde biomassa. De maatregelen inzaaien gras-klover mengsel en permanent grasland hebben de hoogste positieve score (50%).

3.1.9 Plantaardige bemesting

Plantaardige bemesting gaat voornamelijk in op maatregelen die zijn gericht op het verbeteren van de bodemkwaliteit en bestaat uit het toedienen van dood en levend organisch materiaal. Een aantal maatregelen gaan in op het circulair gebruik waardoor nutriënten worden hergebruikt zodat ze niet verdwijnen uit het systeem.

Er is gebleken dat alle maatregelen een positief effect hebben op het bodemleven. Verder hebben 5 van de 6 maatregelen een positief effect op de bodemstructuur. 3 van de 6 maatregelen hebben een negatief effect op de nutriënt uitspoeling. Groenbemesters telen en het toevoegen van langzaam afbreekbaar organisch materiaal hebben de hoogste positieve score (75%).

3.1.10 Mestwijze

De maatregelen die te maken hebben met mestwijze gaan in op de manier waarop er bemest wordt en wanneer het bemesten plaatsvindt. Verder gaat het ook in op precisiebemesting.

In deze studie is geen literatuur gevonden over de effecten van de maatregelen binnen het cluster mestwijze op de vatbaarheid voor ziektes en plagen. 5 van de 6 maatregelen hebben een positief effect op het tegengaan van nutriënt uitspoeling. Verder hebben 4 van de 6 maatregelen een positief effect op de bodemstructuur. Precisiebemesting heeft de hoogste positieve score (33,3%). Daarna heeft volvelds uitmijnen de hoogste positieve score (25%).

3.1.11 Type mest

De maatregelen omtrent type mest gaan in op de keuze van organische meststoffen. Hierbij wordt rekening gehouden met de verhoudingen en het doel van de mest. Daarnaast wordt ook gekeken naar de scheiding van de mest.

Volgens de onderzochte literatuur hebben de maatregelen binnen het cluster type mest geen effect op het waterpeil en de uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen. Verder is in deze studie geen literatuur gevonden over de effecten van de maatregelen binnen dit cluster op de vatbaarheid voor ziektes en plagen. Wel hebben 5 van de 6 maatregelen een positief effect op de vermindering van nutriënt uitspoeling. De hoogste positieve score zijn terug te vinden in het kiezen van de goede mestsoort en het gebruik van strorijke dierlijke mest (41,7%).

3.1.12 Vee

De maatregelen gaan in op het type vee (rassen), de voeding van het vee en de periode dat het vee buiten graast.

Vanuit de literatuurstudie is gebleken dat 5 van de 6 maatregelen een positief effect hebben op het verminderen van nutriënt uitspoeling. De maatregelen hebben geen effect op het minder gebruik van gewasbeschermingsmiddelen. Beslissingsondersteunende systemen en buiten begrazen hebben de hoogste positieve score (33,3%).

3.1.13 Bufferzone

De maatregelen omtrent bufferzone gaan voornamelijk in op het tegengaan van uitspoeling. Alle maatregelen binnen dit cluster hebben een filterende werking en gaan daardoor de uitspoeling van nutriënten, sediment en gewasbeschermingsmiddelen tegen.

Alle gevonden maatregelen hebben een positief effect op biodiversiteit, het tegengaan van nutriënt uitspoeling, sediment uitspoeling en de drift van gewasbeschermingsmiddelen. Verder hebben 3 van de 4 maatregelen een positief effect op watervasthoudend vermogen en een negatief effect op de geproduceerde biomassa. Droge bufferstrook heeft de hoogste positieve score (50%). Het aanleggen van helofytenfilters heeft daarna de hoogste positieve score (41,7%).

3.1.14 Flora en fauna

De maatregelen die over flora en fauna gaan zijn gefocust op het vergroten van de biodiversiteit. Een deel van de maatregelen zijn natuurwaarde verhogend en een deel van de maatregelen gaan in op gefaseerde beheerswerkzaamheden.

Alle maatregelen hebben een positief effect hebben op de parameter biodiversiteit. Daarnaast hebben 3 van de 4 maatregelen een positief effect op het bodemleven, bodemstructuur en het tegengaan van nutriënt uitspoeling. Het aanleggen van houtwallen, struwelen en hagen en het aanleggen van groenstroken hebben de hoogste positieve score (58,3%).

3.1.15 Gewasbeschermingsmiddelen

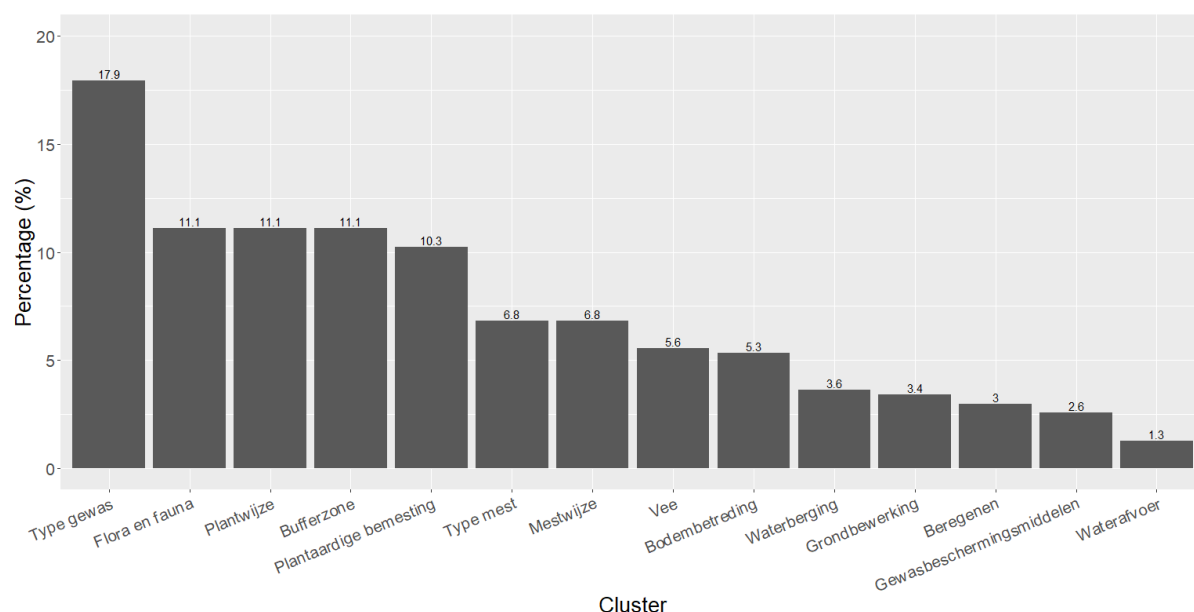
Omtrent gewasbeschermingsmiddelen zijn er maatregelen voor de reductie van het middelgebruik en de wijze waarop de meststoffen worden toegediend. Daarnaast zijn er alternatieven voor chemische onkruidbestrijding en maatregelen die uitspoeling tegengaan.

Er is gevonden dat 6 van de 7 maatregelen een positief effect hebben op de biodiversiteit en de reductie van drift en uitspoeling van nutriënten. Gewasbeschermingsmiddelen met minder chemische milieubelasting heeft de hoogste positieve score (50%). Daarnaast heeft anaerobe grondontsmetting de laagste positieve score (-16,7%).

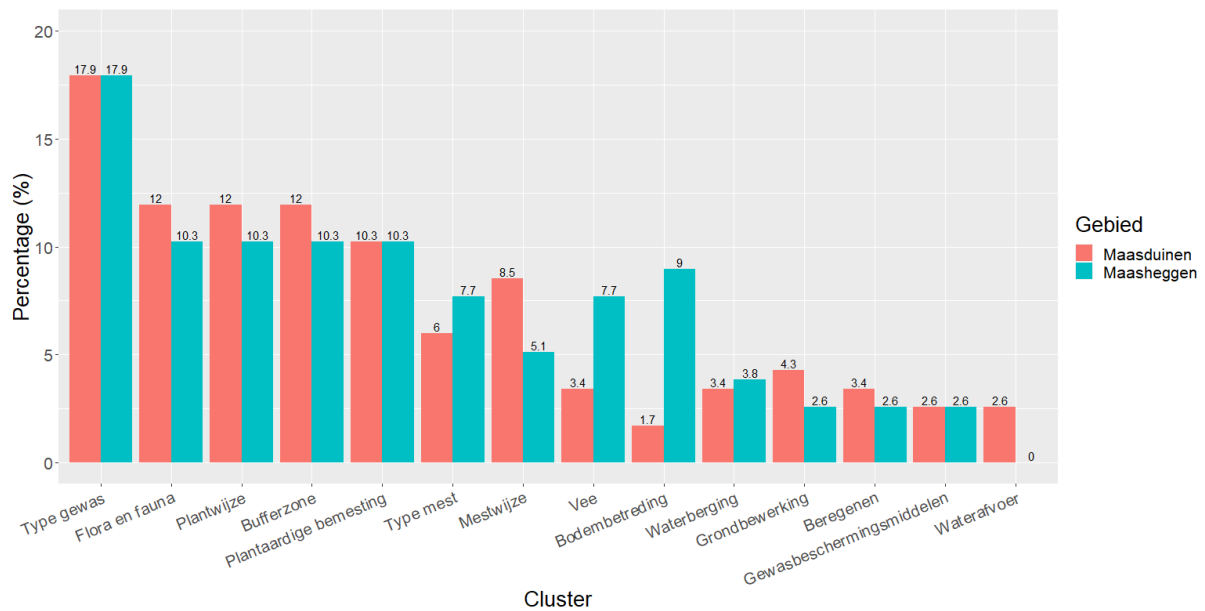
3.2 Interviews

3.2.1 Maatregelen

De geïnterviewde agrariërs in de Maasduinen hebben de meeste maatregelen genomen die te maken hebben met de keuze in het type gewas, vervolgens zijn de meeste maatregelen genomen omtrent flora en fauna, bodembetreding en plantaardige bemesting (figuur 7). Van de geïnterviewde agrariërs in de Maasheggen hebben de meeste agrariërs maatregelen genomen op het gebied van het type gewas. Vervolgens zijn de meeste maatregelen genomen op de clusters flora en fauna, gewasbeschermingsmiddelen, plantaardige bemesting en bodembetreding (figuur 8). Verder hebben de agrariërs in de Maasheggen geen maatregelen genomen omtrent waterafvoer.



Figuur 7 Percentage van de benoemde maatregelen per cluster in de Maasduinen en Maasheggen: Het percentage van de genomen maatregelen per cluster door de geïnterviewde agrariërs.



Figuur 8 Percentage van de benoemde maatregelen per cluster in de Maasduinen en Maasheggen: Het percentage maatregelen per cluster die zijn genomen door de geïnterviewde agrariërs gescheiden per gebied.

3.2.2 Effecten

De geïnterviewde agrariërs passen maatregelen in meerdere clusters toe (bijlage 3). De agrariërs hebben verschillende effecten opgemerkt na het uitvoeren van de maatregelen (tabel 2). Voor de Maasduinen werden de meeste positieve effecten opgemerkt op het gebied van een verbeterde biodiversiteit en een verbeterde bodem. Ook zijn een verhoging in het organische stofgehalte en een verhoogde water-vasthoudendheid van de bodem opgemerkt als positieve effecten. Echter werd aangegeven dat ook negatieve effecten zijn waargenomen wanneer niet werd geploegd. Er is ook aangegeven dat sommige maatregelen zorgen voor een lagere melkproductie en dat het niet altijd mogelijk bleek om bepaalde maatregelen uit te voeren zoals langs nesten af te maaien. In de Maasheggen werden de meeste positieve effecten opgemerkt op het gebied van een verhoogde biodiversiteit. Vervolgens waren de meeste positieve effecten opgemerkt op het gebied van waterhuishouding.

Tabel 2: Overzicht van de clusters waarin maatregelen zijn uitgevoerd per geïnterviewde agrariër in de Maasduinen en Maasheggen en de daarbij behorende effecten.

Boer	Bodemtype	Clusters	Effect volgens de boer
Agrariër A	-Zand	Beregenen Flora en fauna Bufferzone Grondbewerking Mestwijze Plantaardige bemesting Plantwijze Type gewas Type mest	- Verhoogde biodiversiteit - Minder gewasbeschermingsmiddelen nodig
Agrariër B	-Zand -Klei -Leem	Beregenen Flora en fauna Bufferzone Grondbewerking Mestwijze Plantaardige bemesting Plantwijze Type gewas Type mest Waterberging	- Minder beregenen nodig - Betere bodemstructuur - Hoger organisch stofgehalte in bodem - Het zaaibed laat zich makkelijker inzaaien - Meer biodiversiteit, met name insecten - Bodemreparaties zijn moeilijker uit te voeren
Agrariër C	-Zand -Klei	Flora en fauna Bodembetreding Bufferzone Gewasbeschermingsmiddelen Mestwijze Plantwijze Type mest	- Verhoogde biodiversiteit - Hoger organisch stofgehalte in bodem - De bodem is beter bewerkbaar
Agrariër D	-Zand -Klei	Flora en fauna Bufferzone Gewasbeschermingsmiddelen Grondbewerking Mestwijze Plantaardige bemesting Plantwijze Type gewas Vee Waterafvoer Waterberging	- Hoger watervasthoudend vermogen bodem - Verhoogde biodiversiteit - Minder uitspoeling van nutriënten - Lagere melkproductie - Niet ploegen bleek onsuccesvol

Agrariër E	-Zavel -Klei -Zand	Flora en fauna Bufferzone Gewasbeschermingsmiddelen Mestwijze Plantaardige bemesting Plantwijze Type gewas Type mest Vee	- Minder uitspoeling nitraat - Minder verdichting van de bodem
Agrariër F	-Zand	Flora en fauna Bodembetreding Bufferzone Plantaardige bemesting Plantwijze Type gewas Waterafvoer Waterberging	- Hoger watervasthoudend vermogen bodem - Betere bodemstructuur - Minder plasvorming - Minder gewasbeschermingsmiddelen nodig - Mais staat langer in droge/natte periodes - Hoger organisch stofgehalte in bodem - Het om de nesten heen maaien bleek onsuccesvol
Agrariër G	-Veen -Zand	Beregenen Flora en fauna Bodembetreding Bufferzone Gewasbeschermingsmiddelen Grondbewerking Plantaardige bemesting Plantwijze Type gewas Type mest Vee Waterberging	- Verhoogde biodiversiteit - Minder wind en daardoor minder last van droogte
Agrariër H	-Klei	Flora en fauna Bodembetreding Bufferzone Gewasbeschermingsmiddelen Mestwijze Plantaardige bemesting Plantwijze Type gewas Type mest Vee Waterberging	- Minder plasvorming - Meer kruiden op grasland - Verhoogde biodiversiteit, met name meer wormen in bodem

Agrariër I	-Klei	Flora en fauna Bufferzone Grondbewerking Mestwijze Plantaardige bemesting Plantwijze Type gewas Type mest Vee	- Verhoogde biodiversiteit - Verbeterde waterhuishouding
Agrariër J	-Zand	Beregenen Bodembetreding Bufferzone Mestwijze Plantaardige bemesting Plantwijze Type gewas Type mest	- Hoger organisch stofgehalte in bodem - Minder gewasbeschermingsmiddelen nodig - Geen herbiciden meer nodig

3.2.3 Bereidheid van het treffen van maatregelen

Alle ondervraagde agrariërs zijn bereid om extra maatregelen te nemen zoals het aanleggen van heggen en het scheiden van mest in dikke en dunne fracties (figuur 9). Daarnaast zijn door de agrariërs bepaalde belemmeringen aangegeven, zoals problemen in de wetgeving, pachtijd en het niet vergoeden van gemaakte kosten (figuur 10). De maatregelen die de agrariërs bereid zijn te nemen en de belemmeringen die de agrariërs weerhoudt om meer maatregelen toe te passen staan per agrariër weergegeven in bijlage 4.



Figuur 9: De maatregelen die de geïnterviewde agrariërs aangaven in de toekomst nog toe te willen passen. Hoe groter het woord hoe meer agrariërs aangaven deze maatregel toe te willen passen.



Figuur 10: De belemmeringen die de geïnterviewde agrariërs weerhoudt om meer maatregelen te nemen. Hoe groter het woord hoe meer agrariërs de belemmering aangaven.

4. Discussie

Binnen Nederland ontstaat steeds meer aandacht voor het klimaatrobuust inrichten van de landbouw vanwege aanhoudende droogte en extremere natte periodes (Loeve et al., 2006; WUR, 2018; Kennisportaal Klimaatadaptatie, 2022). Tijdens dit onderzoek is een inventarisatie uitgevoerd naar maatregelen die de landbouw klimaatrobuuster kunnen maken, wat de bereidheid bij ondernemers is en wat er al toegepast wordt. Uit de literatuurstudie zijn 85 verschillende maatregelen naar voren gekomen die de klimaatrobuustheid van een gebied kunnen verbeteren door de thema's bodemkwaliteit, waterkwaliteit, -kwantiteit, plantweerbaarheid, gewaskwaliteit en natuurwaarde te beïnvloeden.

De thema's staan niet geheel los van elkaar gezien één thema effect kan hebben op het ander. De thema's bodemkwaliteit en waterkwantiteit hebben op de meeste andere thema's een indirect effect. Zo kan de bodemkwaliteit de waterkwantiteit, natuurwaarde en de gewaskwaliteit indirect positief beïnvloeden door een verbeterd bodemleven en bodemstructuur (Groenendijk et al., 2017; Vosman et al., 2007). De waterkwantiteit kan de gewaskwaliteit, natuurwaarde en bodemkwaliteit positief beïnvloeden door een gunstig waterpeil te behouden en te droge/natte bodems te voorkomen (van Asseldonk et al., 2021; Stokkers et al., 2018). Hierdoor hebben de maatregelen die de thema's bodemkwaliteit en waterkwantiteit direct positief beïnvloeden de hoogste potentie, aangezien deze maatregelen meestal ook indirect invloed hebben op de andere thema's. Zo beïnvloedt de maatregel zuinig beregenen met behulp van vochtsensoren namelijk direct de waterkwantiteit en indirect de bodemkwaliteit, waterkwaliteit, plantweerbaarheid en gewaskwaliteit.

Het cluster dat veel invloed heeft op de thema's is het cluster bodembetreding, deze heeft de hoogste positieve score (52,1%). Aan de informatie uit de interviews is te zien dat de maatregelen binnen het cluster bodembetreding vaak voorkomen bij de geïnterviewde agrariërs (Maasduinen 12%, Maasheggen 10,3%). Uit de literatuurstudie is gebleken dat de maatregel vaste rijpaden binnen dit cluster de hoogste positieve score heeft (58,3%). Aanvullend heeft deze maatregel ook een positief effect op het milieu doordat minder brandstof wordt verbruikt (Horst & Zevenbergen, 2017). De kosten voor deze maatregel zijn echter relatief hoog in verband met de aanschaf van nieuwe machines en GPS-systemen waardoor deze maatregel nog niet altijd wordt toegepast (Horst & Zevenbergen, 2017; Reindsen, 2020). Ondanks de hoge kosten die verbonden zijn aan het toepassen van vaste rijpaden wordt toch aangeraden deze toe te passen gezien de positieve effecten die hieraan verbonden zijn.

Naast het cluster bodembetreding hebben de maatregelen binnen de clusters beregenen en plantaardige bemesting een relatief hoge positieve score (45,8%). Beide clusters kunnen uitgevoerd worden om de waterkwantiteit te verhogen in de bodem. De maatregelen onder het cluster beregenen zorgen dat de juiste hoeveelheid water bij de planten terecht komt of dat er op de juiste momenten beregend kan worden waardoor minder schade door droogte voorkomt. De agrariërs in de Maasheggen kunnen de maatregelen in het cluster beregenen toepassen om overbodig beregenen te voorkomen. Dit aangezien de veel voorkomende kleigronden in dit gebied veel water vasthouden en hierdoor een hogere kans is op vernatting van de percelen. De maatregelen in het cluster plantaardige bemesting zorgen veelal voor een hoger percentage organische stof in de bodem waardoor het water beter wordt vastgehouden (Lijster et al., 2016). Hierdoor kunnen planten een langere tijd zonder regen of beregening (Meeteren & Korevaar, 2010). De maatregelen binnen het cluster plantaardig bemesting kunnen daardoor goed ingezet worden door agrariërs in de Maasduinen aangezien hier veel zandgronden voorkomen en het watervasthoudend vermogen van deze gronden relatief laag is.

Verder zijn er ook clusters waarbij de positieve score lager is, zo hebben de clusters mestwijze en vee relatief de laagste positieve score (16,7%). Wanneer naar de uitgevoerde maatregelen van de geïnterviewde agrariërs wordt gekeken is te zien dat het cluster mestwijze wel redelijk vaak voor kwam (Maasduinen 8,5% en Maasheggen 5,1%). Dit is te verklaren doordat veel van de geïnterviewde agrariërs de maatregel precisiebemesting toepassen. Maatregelen binnen het cluster vee worden bij de geïnterviewde agrariërs relatief minder vaak toegepast (Maasduinen 3,4% en Maasheggen 7,7%), dit kan verklaard worden doordat niet alle geïnterviewde agrariërs vee in hun bezit hebben. De maatregel anaerobe grondontsmetting heeft van alle maatregelen de laagste positieve score (-16,7%). Omdat deze maatregel op de parameters bodemleven, bodemstructuur, nutriënt uitspoeling en biodiversiteit een negatief effect heeft, wordt aangeraden deze maatregel enkel te gebruiken wanneer niet anders mogelijk is.

Mestwijze heeft zoals eerder aangegeven een van de laagste positieve scores, een verklaring hiervoor kan zijn dat er veel ontbrekende kennis is over de effectiviteit van de maatregelen in de literatuur, zo is bij dit cluster voor 59,7% van de parameters geen literatuur gevonden. De grote onbekendheid in dit cluster komt doordat de maatregelen in dit cluster meestal alleen effect hebben op de thema's bodemkwaliteit en waterkwaliteit. Op de andere thema's is nog weinig onderzoek gedaan waardoor nog weinig literatuur is gevonden. Wanneer naar de overige clusters wordt gekeken is te zien dat er met name onderzoek is gedaan naar de directe effecten van de maatregelen en dat er nog onderzoeken ontbreken over de indirecte effecten die de maatregelen met zich meebrengen. Door de omvang van de literatuurstudie en doordat de benodigde informatie daardoor zeer verspreid te vinden is, kan het zijn dat tijdens dit onderzoek niet alle literatuur is gevonden. Doordat dit onderzoek deel is van een meerjarig project kunnen nieuwe inzichten tijdens

toekomstige studies nog meer aanvullende inzichten geven over effecten van de maatregelen op de verschillende parameters.

De agrariërs in de Maasduinen en de Maasheggen passen al veel maatregelen toe, zo is uit de interviews gebleken dat van alle opgestelde clusters al maatregelen worden uitgevoerd. Echter zijn de geïnterviewde agrariërs vooruitstrevend vergeleken met andere agrariërs in de omgeving waardoor de steekproef niet geheel representatief is. De meeste maatregelen worden getroffen in de keuze van het soort gewas. Agrariërs passen deze maatregelen mogelijk vaker toe omdat het kiezen van een ander gewas ras een relatief goedkope maatregel is en de opbrengst kan verhogen. Daarnaast worden de minste maatregelen toegepast op het cluster plantwijze. Dat er weinig maatregelen worden toegepast binnen dit cluster kan verklaard worden doordat een aantal maatregelen zeer ingrijpend zijn. Voor maatregelen als agroforestry en strokenteelt moet namelijk de bedrijfsvoering worden aangepast (The Daily Milk; Meer, 2022). Verder zijn er ook een aantal experimentele maatregelen opgemerkt zoals het zaaien in bestaande graszoden. Doordat het effect van deze maatregel nog niet bekend is wordt deze minder snel toegepast (Prins et al., z.d.).

Naast dat de agrariërs al veel maatregelen toe passen is de bereidheid om meer maatregelen te nemen ook hoog. De maatregel die de meeste agrariërs bereid waren toe te passen was het aanplanten van heggen gezien dit zowel ecologische als esthetische waarde heeft. De agrariërs gaven ook bepaalde belemmeringen aan waardoor maatregelen niet of minder snel worden toegepast. Een van deze belemmeringen is de onduidelijkheid in de wetgeving, daarnaast hindert de wetgeving de boeren in de Maasduinen en de Maasheggen om meer maatregelen toe te passen doordat de agrariërs in een Natura 200 gebied zitten of op de Unesco erfgoedlijst staan. Verder kunnen hoge kosten of verlies in opbrengst ook een belemmering zijn om meer maatregelen toe te passen. De agrariërs zijn daarom ook zoekende naar subsidiemogelijkheden. Het toekomstperspectief is ook van groot belang, zo kan een korte pachtijd van land of het niet hebben van een opvolger een reden zijn voor een agrariër om geen langdurige of kostbare maatregelen te nemen. Ook is er onvoldoende scholing en ontbrekende kennis over de effecten van de maatregelen. Daardoor zullen agrariërs niet snel nieuwe maatregelen toepassen wanneer nog niet bewezen is of de maatregelen effectief zijn. Tot slot bleek uit de interviews dat de agrariërs voornamelijk de effecten van de maatregelen wisten op bedrijfsniveau en niet op perceelniveau. Er wordt aangeraden om meer op perceelniveau te kijken om zo de geobserveerde effecten te kunnen koppelen aan individuele maatregelen. Het verminderen van de belemmeringen en ontbrekende kennis zal zorgen dat er meer maatregelen toegepast kunnen worden waardoor niet alleen de landbouw klimaatrobuuster wordt maar ook de omliggende natuur door de indirecte effecten.

5. Conclusie

Tijdens dit onderzoek is onderzocht welke klimaatrobuuste maatregelen mogelijk zijn en in hoeverre deze kunnen bijdragen aan een verbetering van de thema's bodemgezondheid, waterkwaliteit, -kwantiteit, plantweerbaarheid, natuurwaarde en gewaskwaliteit binnen de Maasvallei. Vanuit de literatuurstudie zijn 82 maatregelen gevonden, onderverdeeld in 14 clusters, die toegepast kunnen worden om de landbouw klimaatrobuuster te maken. Van alle clusters heeft bodembetreding de hoogste positieve score ((positief-negatief)/12*100%). Verder is gebleken dat alle maatregelen op één of meerdere thema's effect hebben en dat alle thema's onderling ook effect op elkaar kunnen hebben. Daardoor kan met één maatregel meerdere thema's beïnvloed worden.

Uit de interviews is gebleken dat van alle opgestelde clusters al maatregelen worden uitgevoerd, hierbij worden de meeste maatregelen genomen met betrekking tot het type gewas. Verder is er een hoge bereidheid vanuit de geïnterviewde agrariërs om meer maatregelen toe te passen. Echter zijn er wel verschillende belemmeringen die de agrariërs tegenhouden zoals de kosten, de lengte van de pachtijd en de onduidelijke wetgeving. Een andere belemmering die door de agrariërs werd aangegeven is ontbrekende kennis, zo is er voornamelijk behoefte aan meer scholing over de effecten van de maatregelen. Ook is er geconcludeerd dat de agrariërs wel bewust zijn van de effecten van de maatregelen op bedrijfsniveau, maar niet altijd van de losse maatregelen op perceelniveau. Hierdoor is het niet mogelijk om de geobserveerde effecten te koppelen aan losse getroffen maatregelen.

Doordat het klimaat verandert, ontstaat de behoefte naar een klimaatrobuuste landbouw. Deze studie laat inzien dat verschillende maatregelen genomen kunnen worden om de landbouw klimaatrobuuster te maken en dat deze maatregelen elkaar onderling kunnen versterken. Hierdoor is het van belang om een diversiteit aan maatregelen te nemen om zo meerdere thema's positief te beïnvloeden. Echter zijn er in zowel de literatuur als praktijk kennishiaten gevonden in de effecten van de maatregelen op de thema's zoals bodemkwaliteit en waterkwaliteit. Door het gebrek aan kennis over deze effecten kan het zijn dat agrariërs nog terughoudend zijn in het toepassen van maatregelen die kunnen helpen bij een klimaatrobuuste landbouw. Het is van belang om een goede samenwerking tussen verschillende partijen op te zetten om zo zowel de landbouw als het omliggende landschap klimaatrobuuster wordt. Veel agrariërs zijn al goed op weg in het klimaatrobuuster maken van de landbouw. Met behulp van het gecreëerde overzicht in dit onderzoek is het mogelijk om hier nog een extra stap in te zetten.

Aanbevelingen

Voor vervolgpogingen wordt er aangeraden onderzoek uit te voeren naar de kennislücken in de effecten van de maatregelen die in de literatuur ontbreken. Verder wordt aangeraden om een methode te ontwikkelen om de ontbrekende kennis bij de agrariërs over te brengen door bijvoorbeeld een kennisbank op te zetten en het organiseren van leernetwerkbijeenkomsten. Op deze manier kan gezocht worden naar een manier om de door de agrariërs aangegeven belemmeringen op te lossen. Tot slot wordt er aangeraden om ook een inventarisatie te maken omtrent de bereidheid voor het toepassen van maatregelen bij agrariërs die minder experimenteel zijn.

Gezien het aantal positieve effecten van de maatregelen omtrent bodembetreding, beregenen en plantaardige bemesting wordt vanuit dit onderzoek de agrariërs aangeraden om meer maatregelen binnen deze clusters toe te passen. Ook wordt aangeraden om meer te kijken op perceelniveau in plaats van op bedrijfsniveau om zo een beter beeld te krijgen van de effecten van de individuele maatregelen. Gezien een van de belemmeringen de pachttijd was wordt er aangeraden met de perceel beheerder meer in gesprek te gaan over mogelijkheden voor het toepassen van maatregelen, bijvoorbeeld langere pachtcontracten of vergoeding van de kosten vanuit de rechtmatige eigenaar voor de agrariër. Daarnaast was het gebrek aan vergoeding van gemaakte kosten een belemmering bij de geïnterviewde agrariërs. Een subsidiestelsel voor het toepassen van maatregelen met een hoge positieve score kan agrariërs stimuleren deze toe te passen. Voor de agrariërs die twijfel hebben over het toepassen van maatregelen wordt er aangeraden contact te zoeken met collega's die deze maatregelen al toepassen om zo een beeld te krijgen van de effecten van de maatregelen. Ook wordt geadviseerd om open te zijn over de effecten van reeds getroffen maatregelen om zo collega's inzicht te bieden over de effectiviteit. Hierbij geldt wel dat bepaalde maatregelen een ander effect kunnen hebben bij verschillende agrariërs en dat het verstandig is om eerst op kleine schaal op eigen percelen te testen. Verder wordt er aangeraden dat agrariërs die al maatregelen uitvoeren de effecten van de maatregelen meer gaan monitoren en/of meten om de effectiviteit in kaart te brengen.

Bronvermelding

- Van Aalst, J.-W. (2022). OpenTopo achtergrondkaart [Achtergrondkaart]. Imergis.
<https://nationaalgeoregister.nl/geonetwork?uuid=905d7612-d016-42da-9cb8-e199433e28f5>
- Al-Kaisi, M. M., Elmore, R. W., Guzman, J. G., Hanna, H. M. Hart, C. E., . . . Sawyer, J. E. (2013). Drought impact on crop production and the soil environment: 2012 experiences from Iowa. *Journal of Soil and Water Conservation*, 68(1), 19-24.
- van Asseldonk, M., Stokkers, R., Jager, J., & Meer, R. van der. (2021). Economische effecten van droogte in 2018 en 2019: Een regionale analyse akkerbouw en melkveehouderij. Wageningen Economic Research. <https://edepot.wur.nl/541243>
- Bartholomeus, R. (2021). Integrale benadering van een klimaatrobuuste inrichting en beheer van stroomgebieden. *Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer*. <https://edepot.wur.nl/542286>
- Baudry, J., Bunce, R. G. H., Burel, F. (2000). Hedgerow diversity: an international perspective on their origin, function, and management. *Journal of environmental management*, 60(1), 7-22.
- Buiteveld, J., Van den Broeck, A., Cox, K., & Collin, E. (2016). Human impact on the genetic diversity of Dutch field elm (*Ulmus minor*) populations in the Netherlands: implications for conservation. *Plant Ecology and Evolution*, 149(2), 165-176.
- Cassia, R., Nocioni, M., Correa-Aragunde, N., Lamattina, L. (2018) Climate Change and the Impact of Greenhouse Gasses: CO₂ and NO_x, Friends and Foes of Plant Oxidative Stress. *Front. Plant Sci*, 9.
- Chen, D. & Chen, H. W. (2013). Using Köppen classification to quantify climate variation and change: An example for 1901-2020. *Environmental Development*, 6, 69-79.
- Climate ADAPT. (2019). Use of adapted crops and varieties. <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/adaptation-options/use-of-adapted-crops-and-varieties>
- Cox, J., & McFarlane, D. (1990). The causes of waterlogging. *Journal of the Department of Agriculture*, 31(2), 58-61.
- van Delden, A. (2012). Toename neerslag in Nederland door warme zee en meer westenwind. *Meteorologica*, 3, 13-16.
- Van Eck. (2018). Unesco verleent biosfeerstatus aan de Maasheggen. *UNESCO Nederlandse Commissie* Geraadpleegd op 14 september 2022. <https://www.unesco.nl/nl/artikel/unesco-verleent-biosfeerstatus-aan-de-Maasheggen>
- Erisman, J.W., van Eekeren, N., van Doorn, A., Geertsema, W., & Polman. N. (2017). *Maatregelen natuurinclusieve landbouw*. 9-10

Esri Nederland & Ministerie van EZK. (Cartograaf). (2021). BRP-Gewaspercelen 2019 [Landkaart]. Geraadpleegd op 14 september 2022. www.ArcGis.com

Esri Nederland & Wageningen Environmental Research. (Cartograaf). (2021). Bodemkaart [Bodemkaart]. Geraadpleegd op 14 september 2022. www.ArcGis.com

Graatsma, B. G. (1993). Limburg 1802-1807 Landschap en vegetatie in kaart gebracht, de Tranchotkaart als historische Informatiebron. *Stichting Natuurpublicaties Limburg*, 118-163.

Groenendijk, P., Schipper, P., Hendriks, R., van den Akker, J., & Heinen, M. (2017). Effecten van verbetering bodemkwaliteit op waterhuishouding en waterkwaliteit. Wageningen Environmental Research. <https://doi.org/10.18174/418283>

Van der Horst, A., & Zevenbergen, G. (2017, maart). Vaste rijpaden. *LandbouwMechanisatie*, 16-21.

Jalali, M., Merrikhpour, H. (2007). Effects of poor quality irrigation waters on the nutrient leaching and groundwater quality from sandy soil. *Environmental Geology*, 53(6), 1289-1298.

Janssens, M. (z.d.) Zand. *Geologie van Nederland*. Geraadpleegd op 23 september 2022. <https://www.geologievannederland.nl/ondergrond/afzettingen-en-delfstoffen/zand/>.

Jylhä, K., Tuomenvirta, H., Ruosteenoja, K., Niemi-Hugaerts, H., Keisu, K. & Karhu, J. A. (2010). Observed and Projected Future Shifts of Climatic Zones in Europe and Their Use to Visualize Climate Change Information. *Weather, Climate, and Society*, 2(2), 148-167.

Kennisportaal Klimaatadaptatie. (2022) Landbouw. Geraadpleegd op 14 september 2022. <https://klimaatadaptatienederland.nl/thema-sector/landbouw/>.

Kurpiel, S. (2023, januari 19). Research Guides: Evaluating Sources: The CRAAP Test. Benedictine University Library. <https://researchguides.ben.edu/c.php?g=261612&p=2441794>

De Lijster, E., van de Akker, J., Visser, A., Allema, B., van der Wal, A., & Dijkman, W. (2016). Waarderen van bodemwatermaatregelen. *CLM Onderzoek en Advies*. <https://edepot.wur.nl/406465>

Loeve, R., Droogers, P., Veraart, J. (2006) Klimaatverandering en waterkwaliteit. *FutureWater*. https://www.futurewater.nl/downloads/2006_Loeve_FW58.pdf

Maasduinen. (z.d.). Natura 2000. Geraadpleegd op 14 september 2022. <https://www.natura2000.nl/gebieden/limburg/Maasduinen/>.

Van der Meer, M. (2022). Discussie over mogelijkheden en beperkingen strokenteelt. NPPL. <https://www.proeftuinprecisielandbouw.nl/discussie-over-mogelijkheden-en-beperkingen-strokenteelt/>

Van Meeteren, M., & Korevaar, H. (2010). KLIMAAT EN LANDBOUW; RISICO'S EN KANSEN ('Vooronderzoek Klimaatadaptatie en Agrobiodiversiteit). Aequator Groen & Ruimte bv. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/149487>

Ministerie van EZK, Ministerie van BZK, Ministerie van IW, & Ministerie van LNV. (2013). Klimaatbeleid. Rijksoverheid; Ministerie van Algemene Zaken.
<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/klimaatverandering/klimaatbeleid>

Ministerie van EZK (Cartograaf). (2021). Fysich-Geografische Regio's 2013 [Bodemkaart]. Geraadpleegd op 14 september 2022.
<https://nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/c8b5668f-c354-42f3-aafc-d15ae54cf170?tab=general/>.

Ministerie van LNV. (2020). *Actieprogramma klimaatadaptatie landbouw*. 23-24.

Ministerie van LNV. (2022). Nationaal Programma Landelijk Gebied: Gebiedsgericht werken aan natuur, water en klimaat. Rijksoverheid; Ministerie van Algemene Zaken.
<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/omgevingswet/nationaal-programma-landelijk-gebied>

Mosley, L. M. (2015). Drought impacts on the water quality of freshwater systems; review and integration. *Earth-Science Reviews*, 140, 203-214.

Nationaal Park De Maasduinen. (z.d.-a). Cultuurhistorie. Geraadpleegd op 14 september 2022.
<https://www.natuurparkenlimburg.nl/np/de-Maasduinen/over-het-park#cultuurhistorie/>.

Nationaal Park De Maasduinen. (z.d.-b). Over het park. Geraadpleegd op 14 september 2022.
<https://www.natuurparkenlimburg.nl/np/de-Maasduinen/over-het-park#landschap/>.

NIOO. (2022). Nieuwe lector Klimaatrobuuste Landschappen Ellen Weerman gaat landbouw en natuur verbinden. Geraadpleegd op 14 september 2022. <https://nioo.knaw.nl/nl/nieuws/nieuwe-lector-klimaatrobuuste-landschappen-ellen-weerman-gaat-landbouw-en-natuur-verbinden>.

Palmer, J. (2013). New study: Pace of climate zone shifts quickens as climate warms. Welcome to NOAA Research. Geraadpleegd op 21 september 2022, van <https://research.noaa.gov/article/ArtMID/587/ArticleID/1510/New-study-Pace-of-climate-zone-shifts-quickens-as-climate-warms#:~:text=The%20team%20found%20that%20for,to%20a%20new%20climate%20zone/>.

Prins, U., Oomen, G., & van Eekeren, N. (z.d.). Direct zaaien van snijmaïs. Louis Bolk Instituut. Geraadpleegd 27 januari 2023, van <https://www.louisbolk.nl/sites/default/files/publication/pdf/2140.pdf>

Provincie Limburg. (2017). Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Maasduinen (145).

Provincie Limburg. (2019). *N2000-plan Maasduinen (145) 2019-2025*.

Provincie Noord-Brabant (Cartograaf). (2016). Cultuurhistorische Waardenkaart [Historische kaart]. Geraadpleegd op 23 september 2022. <https://noord-brabant.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=1dab0b45b3234fffa8090a4bc8ae06f8>

Qgis.ORG (2021). Qgis Desktop, versie 3.16.5

Van Rees, B. (2021). *Projecten Klimaatbestendige inrichting*. Geraadpleegd op 30 september 2022. <https://kia-landbouwwatervoedsel.nl/projecten-klimaatbestendige-inrichting/>

Reindsen, H. (2020, februari 14). Helft van landbouwtrekkers heeft gps-systeem. Nieuwe Oogst. <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2020/02/14/helft-van-landbouwtrekkers-heeft-gps-systeem>

Reizen & Reistips. (2020). *Nationaal Park de Maasduinen in Nederland - reistips*. Geraadpleegd op 22 september 2022, van <https://www.reizen-en-reistips.nl/bestemmingen/europa/nederland/nationaal-park-de-Maasduinen/>

Schaap, B. F., Reidsma, P., Agricola, H., Verhagen, A. (2014). Klimatrisico's en -kansen voor de landbouw (601). WUR. *Plant Research International*. <https://edepot.wur.nl/341509/>.

Schouten, C. (2020). *Actieprogramma klimaatadaptatie landbouw*. Rijksoverheid. Ministerie van LNV. <https://open.overheid.nl/repository/ronl-35db3cf1-e9e6-4663-8963-4844da9ce1d1/1/pdf/bijlage-actieprogramma-klimaatadaptatie-landbouw.pdf>

Smit, A.B., Schrijver-Pas, A., Schouten, W.J., den Boer, M., Beldman A.C.G., Wojtynia N., & Schreefel L. (2020). Regeneratieve Landbouw. TI Food and Nutrition.

Stokkers, R., Prins, H., Jakob Jager, & Marcel van Asseldonk. (2018). Effecten droogte en hitte op inkomens land- en tuinbouw. Wageningen Economic Research. <https://edepot.wur.nl/457939>

Stowa. (2022). Deltafact. Effecten klimaatverandering op landbouw.

Team NAS. (2021). Bollenschema Landbouw, tuinbouw en visserij. *Kennisportaal Klimaatadaptatie*. https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/120943/bollenschema_landbouw-tuinbouw-en-visserij_2021_1-3.pdf.

The Daily Milk. (2019). Wat is agroforestry? 5 vragen en antwoorden. The Daily Milk. <https://thedailymilk.nl/wat-is-agroforestry-5-vragen-en-antwoorden/>

Van Trikt J., Ahrens H. (z.d.). *Rivierkleibodem (rivierkleilandschap) - Geologie van Nederland*. Geraadpleegd op 23 september 2022, van <https://www.geologievannederland.nl/ondergrond/bodems/rivierkleibodem-rivierkleilandschap#:~:text=Rivierklei%20heeft%20een%20dichte%20structuur,structuur%20niet%20goed%20kunnen%20plaatsvinden.>

Unesco. (z.d.-a). Flora en fauna. *Maasheggen UNESCO*. Geraadpleegd op 14 september 2022. <https://www.Maasheggenunesco.com/nl/ontdek/flora-en-fauna/>

Unesco. (z.d.-b). Welkom in de Maasheggen. *Maasheggen UNESCO*. Geraadpleegd op 14 september 2022. <https://www.Maasheggenunesco.com/nl/>.

Unesco. (z.d.-c). Water en klimaat. *Maasheggen UNESCO*. Geraadpleegd op 14 september 2022. <https://www.Maasheggenunesco.com/nl/over-Maasheggen-unesco/over-de-Maasheggen/water-en-klimaat/>.

Vosman, B., Baveco, H., den Belder, E., Bloem, J., Booij, K., Jagers op Akkerhuis, G., Lahr, J., Postma, J., Verloop, K., & Faber, J. (2007). Agrobiodiversiteit, kansen voor een duurzame landbouw. *Plant Research International*. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/26632>

WUR. (2018). *Open teelten en klimaatadaptatie in relatie tot de financiële weerbaarheid*. (755) 10-13.

WUR. (2022). Werk maken van kringloop-landbouw. De overstap naar een toekomstbestendige voedselproductie. Geraadpleegd op 14 september 2022.
<https://kringlooplandbouw.wur.nl/kringlooplandbouw/kringlooplandbouw/>

Bijlagen

Bijlage 1: Interviewvragen

Interviewvragen:

Introductie ons en boeren

- Wie zijn wij?
- Wat doen wij?
- Waarom doen wij dit?
- Wie is de boer?
- Wat is de visie van uw bedrijf en is hierbij een verschil tussen de visie van het bedrijf en u?

Wilt u ons vertellen over de historie van het bedrijf en hoe de huidige bedrijfsvoering gaat?

- Wat voor soort bedrijf is het?
- Hoelang heeft u dit bedrijf/ werkt u in deze sector?
- Welke types bodem heeft u en in welke percentages?
- Wat doen ze met het land?
- Hoeveel hectare is het bedrijf?
- Hoeveel, de ligging en de grootte van de percelen
 - Wat verbouwt u op uw percelen?
 - Monocultuur of geen monocultuur?
 - Maakt u gebruik van gewasrotatie?
 - Maakt u gebruik van gewasbeschermingsmiddelen?
 - Hoe irrigeert u uw land?
 - Met welke machines gaat u het land op?

Hoe kijkt u naar de effecten op uw bedrijf als gevolg van de klimaatverandering?

- Heeft u verschillen gemerkt over de jaren heen qua droogte, regenval, etc.?
- Zo ja, welke verschillen heeft u gemerkt en waardoor denkt u dat deze verschillen te zien zijn?
- Hoe kijkt u aan tegen de effecten van een veranderend klimaat?

Wat weet u van regeneratieve landbouw?

- Wat verstaat u onder regeneratieve landbouw?
- Hoeveel waarde hecht u aan het onderwerp regeneratieve landbouw?
- Ben u actief/ bewust bezig met het onderwerp regeneratieve landbouw?

Wat weet u van ecosysteemdiensten?

- Wat weet u van ecosysteemdiensten?
- Welke ecosysteemdiensten zijn terug te vinden op uw perceel?

Wat weet u van bodem- en waterkwaliteit en -kwantiteit?

- Wat verstaat u onder bodemkwaliteit?
- Wat verstaat u onder waterkwaliteit?
- Wat verstaat u onder waterkwantiteit?
- Bent u bewust bezig met het verbeteren van de bodem- en waterkwaliteit en -kwantiteit, en zo ja op welke manier?
- Hoe kijkt u naar de bodem- en waterkwaliteit en -kwantiteit binnen het bedrijf (positief, negatief of neutraal)?
- Heeft u ideeën hoe de waterkwaliteit/waterkwantiteit/bodemgezondheid eventueel verbeterd kan worden?

Neemt u maatregelen voor de verbetering van de bodemkwaliteit?

- Welke maatregelen zijn dit?
- Waarop merkt u nog meer effecten?
- Passen deze maatregelen ook nog ergens anders bij? (Voor onszelf)

Neemt u maatregelen voor de verbetering van de waterkwaliteit?

- Welke maatregelen zijn dit?
- Waarop merkt u nog meer effecten?
- Passen deze maatregelen ook nog ergens anders bij?

Neemt u maatregelen voor de verbetering van de waterkwantiteit?

- Welke maatregelen zijn dit?
- Waarop merkt u nog meer effecten?
- Passen deze maatregelen ook nog ergens anders bij?

Wat zijn uw ervaringen van deze maatregelen?

- Ervaringen
- Bereid andere maatregelen toe te passen? Waarom wel/niet?
- Kosten?

Aan regeneratieve landbouw/klimaatrobuustheid hangen verschillende maatregelen die u toe kunt passen, welke maatregelen voert u al uit en waarom?

- Bent u bekend met de maatregelen die toegepast kunnen worden binnen het thema regeneratieve/robuuste landbouw?
- Past u maatregelen toe op regeneratie landbouw of robuuste landschappen te stimuleren (tegen bijvoorbeeld droogte en/ of neerslag)?
- Welke maatregelen past u toe, waarom past u deze maatregel toe en voor hoelang past u deze maatregel toe?
- Voor de boeren, waarvan we weten welke maatregelen ze al toepassen: vragen om verduidelijking van de maatregelen.
- Heeft u effecten waargenomen bij deze maatregelen, en wat waren deze effecten dan?
- Wat is uw ervaring met de maatregelen?
- Neemt u maatregelen, voor de bodem- en waterkwaliteit, waarvan u denkt dat die niet binnen het thema regeneratieve landbouw past?
- Bent u bereid om het bedrijf aan te passen en maatregelen toe te passen, waarom wel of waarom niet?
- Kan eventueel maatregelen uitleggen en vragen welke het bedrijf zou willen toepassen.

Natuurinclusieve landbouw

- Wat verstaat u onder natuurinclusieve landbouw?
- Welke NIL-maatregelen worden al toegepast op uw land?
- Hoe lang past u deze maatregel al toe op uw land?
- Ziet u verschil in bodemstructuur en biomassa van de plant t.o.v. percelen waar geen NIL-maatregelen worden toegepast?
- Ziet u een toename in biodiversiteit?
- Hoeveel pesticiden, herbiciden en kunstmest gebruikt u en is uw gebruik verminderd door NIL toegepaste maatregelen?
- Denkt u dat het mogelijk is heggen als maatregel toe te passen op uw land?
- Wat verwacht u als u heggen gaat toepassen in uw bedrijfsvoering?

Welke metingen neemt u om bodem- en waterkwaliteit en -waterkwantiteit in kaart te brengen?

- Neemt u metingen op uw percelen?
- Welke metingen neemt u?
- Waarom neemt u deze metingen?
- Wat krijgt u uit deze metingen?
- Hoe vaak neemt u metingen?
- Waar neemt u metingen?
- Hoe diep neemt u metingen?
- Voert u zelf de metingen uit of laat u ze uitvoeren?

- Heeft u interesse in zelf metingen uitvoeren en daarvoor sensoren aan te schaffen.

Wanneer u metingen doet, maakt u dan een koppeling tussen de waarde die u meet en het effect van de maatregel op bodem- en waterkwaliteit en -kwantiteit?

- Maakt u een koppeling tussen metingen die u doet en de bodem- en waterkwaliteit en -kwantiteit?
- Op wat voor een manier maakt u de koppeling en waarom doet u dat zo?

Op welke manier wil de boer informatie krijgen over dit project (poster, presentatie etc.).

Welke kennis mist u en op wat voor manier wilt u deze kennis verkrijgen?

Afsluiting gesprek

- Bent u geïnteresseerd in een samenvatting van alle maatregelen/ zou u deze gebruiken?
- Wat vond u van het gesprek?
- Heeft u nog tips die wij mee kunnen nemen naar andere agrariërs?

Bijlage 2: Verkorte weergave van de overzichtstabel

Tabel 3: Een samengevatte overzichtstabel met daarin de gevonden maatregelen. Hierbij is er voor elke maatregel weergegeven of deze een positief, negatief, geen, neutraal of onbekend effect heeft op de volgende parameters: Bodemleven, organische stof, bodemstructuur, sediment uitspoeling, nutriënt uitspoeling, gewasbeschermingsmiddelen uitspoeling, watervasthoudend vermogen, waterpeil, resistentie, geproduceerde biomassa, meerwaarde product en biodiversiteit. Deze parameters vallen onder de thema's: bodemkwaliteit, waterkwaliteit, waterkwantiteit, plantweerbaarheid, gewaskwaliteit en natuurwaarde. Verder zijn per maatregel de kosten, voor welk bedrijf het toepasbaar is en eventuele subsidies en wetgevingen weergegeven.

		Bodemkwaliteit/ natuurwaarde	Bodemkwaliteit	Bodemkwaliteit	Bodemkwaliteit/ waterkwaliteit	Bodemkwaliteit/ waterkwaliteit	Bodemkwaliteit/ waterkwaliteit	Bodemkwaliteit/ waterkwantiteit	Waterkwantiteit	Plantweerbaarheid	Gewaskwaliteit	Gewaskwaliteit	Natuurwaarde		Uitvoer- baarheid	Veeteelt/ akkerbouw/ fruitteelt/ ruwvoerteelt/ kassenteelt/ etc.
Cluster	Maatregel	Bodemleven	Organische stof	Bodemstructuur	Minder afspoeling sediment	Minder nutriënt uitspoeling	Minder uitspoeling/drift gewasbeschermings- middelen.	Watervasthoudend vermogen	Waterpeil	Minder vatbaar voor ziektes en plagen	Geproduceerde biomassa	Meerwaarde product	Biodiversiteit	Overige info (wetgeving, subsidie, ect.)	Kosten	Bedrijfstype
Beregenen	Gebruik gezuiverd restwater van derden	↑	x~	?	?	?	↓	?	↑	?	?	?	?	Aanmerking voor subsidie.	**	Akkerbouw/ Fruitteelt/ ruwvoerteelt/ kassenteelt
Beregenen	Opnieuw benutten drainagewater	↑	?	↑	?	~↑	?	?	↑	?	?	?	?	Aanmerking voor subsidie.	**	Akkerbouw/ Fruitteelt/ ruwvoerteelt/ kassenteelt

Beregenen	Zuinig beregenen mbv druppelbevloeiing.	↑	x~	?	↑~	↑	↑	?	↑	?	↑	↑	?	Aanmerking voor subsidie.	**	Akkerbouw/ Fruiteelt/ ruwvoerteelt/ kassenteelt
Beregenen	Zuinig beregenen mbv sensoren	↑	x~	↑	↑~	↑	↑	↑~	↑	↑~	↑~	↑~	?	Aanmerking voor subsidie.	**	Akkerbouw/ Fruiteelt/ ruwvoerteelt
Bodembetreding	Gebruik gps	↑	x~	↑	?	↑	↑	↑~	x~	?	↑	?	?	Aanmerking voor subsidie.	**	Akkerbouw/ ruwvoerteelt
Bodembetreding	Gebruik lichtere machines met lagere bandenspanning en brede banden	↑	x~	↑	?	↑	?	↑	x~	↑	↑	?	x~	Wanneer de juiste bandenspanning wordt gebruikt neemt het brandstof gebruik af.	****	Akkerbouw/ Fruiteelt/ ruwvoerteelt/ kassenteelt
Bodembetreding	Land niet berijden onder natte condities	↑~	?	↑	?	↑	?	↑	?	↑	↑	?	?		*	Akkerbouw/ ruwvoerteelt
Bodembetreding	Vaste rijpaden	↑	x~	↑	↑	↑	↑	↑	x~	?	↑	?	x~	Aanmerking voor subsidie.	****	Akkerbouw/ Fruiteelt/ ruwvoerteelt/ kassenteelt
Bufferzone	Droge bufferstrook	↑	x~	?	↑~	↑	↑	↑~	x~	↑	↓	x~	↑	Geeft eco-punten GLB . Vanaf 2023 is het verplicht om langs waterlopen bufferstroken te handhaven van 3 meter breed. Aanmerking voor subsidie.	**	Akkerbouw/ fruitteelt/ ruwvoerteelt
Bufferzone	Filters op drainage	x~	x~	x~	↑~	↑	↑	?	?	x~	x~	x~	↑~	Aanmerking voor subsidie.	***	Akkerbouw/ Fruiteelt/ ruwvoerteelt/ kassenteelt
Bufferzone	Helofytenfilter	?	x~	↑~	↑~	↑	↑	↑	-	?	↓	x~	↑	Aanmerking voor subsidie.	**	Akkerbouw/ fruitteelt/ ruwvoerteelt
Bufferzone	Natte bufferstrook/ natuurvriendelijke oever	?	x~	?	↑~	↑	↑	↑	?	?	↓	x~	↑	Vermindert de erosie van de sloot waardoor ook minder onderhoud nodig is. Aanmerking voor subsidie.	**	Akkerbouw/ fruitteelt/ ruwvoerteelt

Flora en fauna	Aanleggen houtwal, struweel en haag	↑	?	↑	↑	↑	↑~	-	↑	?	-	?	↑	Geeft eco-punten GLB .	***	Alles
Flora en fauna	Gefaseerd baggeren en afvoeren	?	x~	x~	?	↑	?	?	↓	?	x~	x~	↑	Aanmerking voor subsidie.	*	Alle
Flora en fauna	Gefaseerd maaien	↑	?	↑	?	?	?	?	?	↑	?	-	↑		*	ruwvoerteelt
Flora en fauna	Groenstrook	↑	?	↑~	↑	↑	↑	x	?	↑	↓	?	↑	Vanaf 2023 is het verplicht om langs waterlopen stroken te handhaven van 3 meter breed. Aanmerking voor subsidie.	**	Akkerbouw/ fruitteelt/ ruwvoerteelt
Gewasbescherming	Anaerobe grondontsmetting	↓	↑	↓	?	↓	?	?	?	↑	?	?	↓	Duurt lang om toe te passen (6-10 weken).	****	Akkerbouw/ fruitteelt/ ruwvoerteelt
Gewasbescherming	Drift reducerende spuittechnieken	?	x~	x~	x~	x~	↑	x~	x~	?	?	?	↑~	Het gebruik van drift reducerende spuittechnieken is al verplicht. Aanmerking voor subsidie.	*	Akkerbouw/ fruitteelt/ ruwvoerteelt
Gewasbescherming	Gewasbeschermingsmiddelen met minder chemische milieubelasting	↑	↑~	↑	?	↑	↑	?	x~	?	?	?	↑		*	Akkerbouw/ Fruitteelt/ ruwvoerteelt/ kassenteelt
Gewasbescherming	Mechanisch onkruidbestrijding	-	x~	↓	?	?	↑	?	x~	?	↑	?	↑~	Aanmerking voor subsidie.	***	Akkerbouw/ fruitteelt/ ruwvoerteelt

Gewasbescherming	Minder gewasbeschermingsmiddelen gebruiken	↑	x~	↑	x~	x~	↑	x~	x~	?	?	?	↑~		0	Akkerbouw/ Fruiteelt/ ruwvoerteelt/ kassenteelt
Gewasbescherming	Niet spuiten wanneer regen voorspeld is of op natte bodem	?	x~	x~	?	x~	↑	x~	x~	↑	?	?	↑		*	Akkerbouw/ fruitteelt/ ruwvoerteelt
Gewasbescherming	Was en spoelplaats met opvang	?	x~	x~	?	↑~	↑~	x~	x~	?	x~	x~	↑~	Het hebben van een wasplaats is al verplicht.	**	Alles
Grondbewerking	Breng drempels aan in ruggenteelten	↑~	x~	?	↑	↑	↑	↑	?	x~	?	?	?	De drempels houden het maar één seizoen vol. Aanmerking voor subsidie.	*	Akkerbouw
Grondbewerking	Contourbewerking	↑~	x~	↑	↑	↑	↑	↑	x~	?	↓	x	x~	Niet zinvol bij hellingen steiler dan 8%, kleine (<0,5ha), smalle percelen (breedte <100m) of als er een thalweg aanwezig is.	*	Akkerbouw/ ruwvoerteelt
Grondbewerking	Egaliseer laagtes in percelen	?	x~	x	↑~	↑	?	↑	?	↓	↑	?	↓	Kosten vergoed doormiddel van subsidie.	**	Akkerbouw/ ruwvoerteelt
Grondbewerking	Minder kerende grondbewerking	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	x~	↓	-	?	↑	niet voor elke bodemsoort geschikt. Aanmerking voor subsidie.	*	Akkerbouw/ ruwvoerteelt
Grondbewerking	Ondiep ploegen	↑	↑	-	↑	↑	x~	↓	x~	↓	?	?	x~		***	Akkerbouw/ ruwvoerteelt
Grondbewerking	Terrassen aanleggen	?	?	↓	↑	↑	?	↑	↓	?	?	?	?		*****	Akkerbouw/ ruwvoerteelt
Grondbewerking	Zandgrond verrijken met klei	↑~	↑	↑	↑~	↑	?	↑	x~	?	↑	x	?	Het proces duurt meerdere jaren voor de bodem goed verdeeld is.	****	Akkerbouw/ ruwvoerteelt

Mestwijze	Bemesten op juiste moment	?	↑	?	?	↑	x~	?	x~	?	x	↓	?	Er is een wetgeving over wanneer welke mest uitgereden mag worden.	*	Akkerbouw/ Fruiteelt/ ruwvoerteelt/ kassenteelt
Mestwijze	Minder bemesting bij scheuren grasland	?	?	?	x~	↑	x~	x~	x~	?	?	?	?		0	ruwvoerteelt
Mestwijze	Precisiebemesting	↑~	?	↑	?	↑	?	?	?	?	↑	?	?	Aanmerking voor subsidie.	**	Akkerbouw/ Fruiteelt/ ruwvoerteelt/ kassenteelt
Mestwijze	Sleepslangbemesting	↑~	?	↑	?	?	?	?	x~	?	?	?	?		***	Akkerbouw/ ruwvoerteelt
Mestwijze	Stel organische bemesting uit tot vlak voor het planten	?	?	↑	?	↑	?	?	x~	?	↓	?	?		*	Akkerbouw/ ruwvoerteelt
Mestwijze	Volvelds uitmijnen	-	?	↑	x~	↑	x~	?	x~	?	?	?	↑		*	Akkerbouw/ ruwvoerteelt/ fruitteelt
Plantaardige bemesting	Achterlaten van gewasresten	↑	-	↑~	?	↓	?	?	x~	?	↓	?	?	Aanmerking voor subsidie.	0	Akkerbouw/ ruwvoerteelt
Plantaardige bemesting	Groenbemesters telen	↑	↑	↑	↑	↑	↑~	↑	↓	↑	↑	?	↑	Geeft eco-punten GLB. Het telen van groenbemesters geeft subsidie. Het telen van groenbemesters op zandgronden is verplicht.	**	Akkerbouw/ ruwvoerteelt
Plantaardige bemesting	Hergebruik fosfor en stikstof uit slootbagger	↑	?	?	?	↑	?	?	↑	?	↓	?	↑	Aanmerking voor subsidie.	0	Alles
Plantaardige bemesting	Langzaam afbreekbaar organisch materiaal (hoge C/N-verhouding)	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	?	Aanmerking voor subsidie.	***	Akkerbouw/ ruwvoerteelt
Plantaardige bemesting	Slootmaaisel van perceel- en kavelsloten verwerken voor mest	↑~	↑	↑~	?	↑	x~	?	↑	x~	↑	?	-		*	alles

Plantaardige bemesting	Snel afbreekbaar organisch materiaal (lage C/N-verhouding)	↑	↑	↑	?	↓	?	↑	↑~	↑~	↑	?	?	Aanmerking voor subsidie.	***	Akkerbouw/ruwvoerteelt
Plantwijze	Agroforestry	↑	↑	↑~	↑	↑	↑	?	↓	↑	-	?	↑		***	Akkerbouw
Plantwijze	Beslissingsondersteunende systemen (CropVision)	?	?	?	?	↑	↑	?	?	↑	?	?	?	Aanmerking voor subsidie.	*	Akkerbouw
Plantwijze	Direct zaaien van gewassen in bestaande graszode	↑	-	↑	↑~	↑	?	?	x~	?	↑	?	?		*	Akkerbouw/ruwvoerteelt
Plantwijze	Hou het perceel lang bedekt en voorkom braakligging	↑	↑	x	↑	↑	?	↑	?	↓	?	?	?	Groene braak geeft eco-punten GLB.	**	Akkerbouw/ruwvoerteelt
Plantwijze	Onderzaai	↑~	↑	↑~	↑	↑	?	↑~	x~	↑	↓	?	?	Geeft eco-punten GLB. Verplicht voor veehouders op zandgronden omdat er voor 1 oktober een vanggewas gepland moet worden.	*	Akkerbouw/ruwvoerteelt
Plantwijze	Ruitzaai	?	x~	↑~	↑	↑	↑	↑	x~	x~	x	?	?	Er is een subsidie voor het toepassen van ruitzaai.	**	Akkerbouw/ruwvoerteelt
Plantwijze	Strokteelt	↑	?	↑	↑	↑	↑	↑	x~	↑	-	?	↑	Geeft eco-punten GLB.	***	Akkerbouw
Type gewas	Diepwortelende gras/rustsoorten	↑	-	↑	↑	↑	x~	↑	x~	?	?	↓	x~		**	Akkerbouw/ruwvoerteelt
Type gewas	Eiwitrijke gewassoorten	?	?	x~	x~	↑	x~	x~	x~	?	?	?	↑	Geeft eco-punten GLB.	0	Akkerbouw/ruwvoerteelt
Type gewas	Geen uitspoeling gevoelige gewassen op uitspoeling gevoelige gronden	?	?	?	?	↑	x~	?	x~	?	?	?	?		0	akkerbouw

Type gewas	Gras-klover mengsel	↑	↑	↑	?	↑	?	↑	x~	?	↓	↑	↑	Geeft eco-punten GLB.	*	ruwvoerteelt
Type gewas	Hogere graslengte	↑	↓	↑	?	↑	?	?	?	?	?	?	↑		0	ruwvoerteelt
Type gewas	Kruidenrijke graslanden	↑	?	↑	?	↑	?	↑	x~	↑	↓	↓	↑	Vergoeding voor het onderhouden van kruidenrijk grasland. Geeft eco-punten GLB.	**	ruwvoerteelt
Type gewas	Natte teelt	?	?	?	↑	-	x~	↑	↑	x~	?	?	↑	Voornamelijk veengrond. veel onduidelijkheid qua wetgeving. Geeft eco-punten GLB.	*****	Akkerbouw
Type gewas	Permanent grasland	↑	↑	↑	↑	↑	?	↑	x~	?	↓	?	↑	Voor ecologisch kwetsbaar blijvend grasland en blijvende graslanden binnen een natura 200-gebied geldt een ploeg en omzetverbod. Geeft eco-punten GLB.	*	ruwvoerteelt
Type gewas	Resistente gewassoorten/ gewasrassen	?	x~	x~	x~	x~	↑	x~	x~	↑	↑	?	?		0	Akkerbouw/ Fruitteelt/ ruwvoerteelt/ kassenteelt
Type gewas	Teelt maaigewassen	↑	↑	↑	?	↑	?	?	x~	?	?	?	?		***	akkerbouw
Type gewas	Vroegrijpe gewassoort/ gewasras	x~	↑	↑	?	?	?	?	x~	?	-	?	x~	Geeft eco-punten GLB.	*	Akkerbouw/ ruwvoerteelt
Type gewas	Wisselbouw/ gewasrotatie	↑	↑	x	x~	↑	↑	x~	x~	↑	?	?	x~		0	Akkerbouw/ ruwvoerteelt
Type mest	Gebruik van rundermest in plaats van varkensmest	-~	↑	↑~	?	↑	x~	?	x~	?	?	?	?		*	Akkerbouw/ ruwvoerteelt

Type mest	Kies de goede mestsoort	↑	↑	↑	x~	↑~	x~	x~	x~	?	↑	?	?		*	Akkerbouw/ ruwvoerteelt
Type mest	Mest scheiden in dik en dunne fractie	?	?	x~	x~	↑	x~	x~	x~	?	?	?	?		***	Veeteelt
Type mest	Optimaliseer ph- en ca/mg verhouding voor gewasproductie	↑	↓	↑	?	↑	x~	↑	x~	?	↑	?	?		**	akkerbouw/ fruitteelt/ ruwvoerteelt/ kassenteelt
Type mest	Pas minder uitspoeling gevoelige stikstofmeststoffen toe	↓	x~	x~	x~	↑	x~	x~	x~	?	↑	↑	?		*	Akkerbouw/ ruwvoerteelt
Type mest	Strorijke dierlijke mest	↑	↑	↑	?	?	x~	↑	x~	?	?	?	↑		*	Akkerbouw/ ruwvoerteelt
Vee	Beslissingsondersteunende systemen (Cowvision)	x~	x~	x~	?	↑	x~	x~	x~	↑	↑	↑	?		*	veehouderij
Vee	Bijvoeding vee afstemmen op grasopname in de weide	?	x~	x~	x~	↑	x~	x~	x~	?	?	?	x~		0	Veeteelt
Vee	Buiten grazen	↑	?	↑~	?	↑	x~	?	x~	?	?	?	↑	Geeft eco-punten GLB.	0	Veeteelt
Vee	Drinkbakken plaatsen midden in perceel	x~	?	↑~	?	↑	x~	?	?	x~	?	?	?		0	Veeteelt
Vee	Selecteren van robuuste veerassen	x~	x~	x~	x~	?	x~	x~	x~	↑	?	?	x~		***	Veeteelt
Vee	Verlaging van eiwit in rantsoen	x~	x~	x~	x~	↑	x~	x~	x~	-	↓	?	x~		0	Veeteelt
Waterafvoer	Aanleggen rand-dam rond het perceel	x~	x~	x~	↑~	↑	↑~	?	x~	x~	?	?	x~		**	Gewassenteelt
Waterafvoer	Infiltratiegreppel of bezinkgreppel aanleggen	?	x~	x~	↑	↑	↑~	?	?	?	↓	x~	?	Aanmerking voor subsidie.	**	Alles

Waterafvoer	Regelbare buisdrainage	4	?	?	?	↑	X~	↑	↑	?	↑	?	?		****	Fruitteelt/ akkerbouw/ ruwvoerteelt
Waterberging	Accepteren van hoge stuwpeilen.	↑	?	X	?	?	↑~	?	↑	?	↑	?	↑	Aanmerking voor subsidie.	0	Alles
Waterberging	Afdammen van (eind)sloot	↑~	?	?	?	↑	?	?	↑	?	↑	?	↑		**	Alles
Waterberging	Dempen sloten	↑	?	↑~	?	-	?	?	↑	?	?	?	-		**	Alles
Waterberging	Ondergrondse wateropslag	↑	?	?	?	↑	↑	?	↑	?	?	?	?	Aanmerking voor subsidie.	****	Ruwvoerteelt/ fruitteelt/ kassenteelt
Waterberging	Peil gestuurde drainage	↑	?	?	?	-	↑	?	-	?	?	?	↑	Sinds 2018 is het gebruiken van peil gestuurde drainage verplicht. Aanmerking voor subsidie.	*****	Alles
Waterberging	Tijdelijke waterberging	↑	?	?	↑	↑	?	?	↑	?	↓	?	?	Aanmerking voor subsidie.	***	Ruwvoerteelt

↑	positief effect
↓	negatief effect
X	geen effect
-	neutraal effect
?	Effect niet gevonden in de literatuur
0	gratis of zelfs kosten besparend.
*	goedkoop
**	relatief goedkoop
***	gemiddeld
****	relatief duur
*****	duur
~	Eigen ingeving

Bijlage 3: Overzicht van de genomen maatregelen

AANVRAAG BESCHIKBAAR e.weerman@has.nl

Bijlage 4: Bereidheid en belemmeringen van agrariërs

OP AANVRAAG BESCHIKBAAR – e.weerman@has.nl