



Whitepaper - Onderzoeksonderwerpen Klimaatadaptatie Open Teelten

Auteurs | Emma Knol, Arwen van der Gugten

Rapport WPR-OT 1057



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Whitepaper - Onderzoeksonderwerpen Klimaatadaptatie Open Teelten



Emma Knol, Arwen van der Gugten

Wageningen Plant Research (WPR)

Wageningen, november 2023

Rapport WPR-OT 1057

Abstract

Klimaatverandering zorgt voor een verschuiving in temperatuur en veranderende neerslagpatronen met grote gevolgen voor de agrarische sector. De PPS Klimaatadaptatie Open Teelten, lopend van 2020 tot en met 2023, onderzocht maatregelen om deze risico's te verminderen. Het project is uitgebreid met een whitepaper om kennisvragen uit de praktijk te identificeren voor een passend vervolgonderzoek. Het whitepaper beantwoordt het volgende: Welke kennisvragen hebben stakeholders in de akkerbouwsector in relatie tot het veranderende klimaat en de aanpassingen die dit vraagt van de boer. Door het voeren van interviews met experts en belanghebbenden zijn urgente onderwerpen rond klimaatverandering en -adaptatie samengebracht. Onderwerpen die in de gesprekken naar voren kwamen waren: zoetwaterbeheer, de herinrichting van het landelijk gebied, verdienmodellen en overige onderwerpen. In een synthese zijn deze onderwerpen vergeleken met lopend onderzoek en herschreven tot urgente hoofdvragen voor toekomstig onderzoek in de akkerbouw.

Rapportgegevens

Rapport WPR-OT 1057

Projectnummer: LWV19148

DOI: <https://doi.org/10.18174/643290>

Dit project / onderzoek is mede tot stand gekomen door de bijdrage van BO Akkerbouw, Agrifirm en het ministerie van LNV

Disclaimer

© 2023 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 430, 8200 AK, Lelystad; T 0320 29 11 11; www.wur.nl/plant-research

KvK: 09098104 te Arnhem

VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeleelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.



Inhoud

1	Inleiding	5
2	Literatuurinventarisatie	6
	2.1 Klimaatverandering	6
	2.2 Klimaatscenario's	7
	2.3 Beleidskader in relatie tot landbouw	8
	2.4 State of the art gewasrisico's	10
3	Aanpak	12
	3.1 Expertmeeting	12
	3.2 Stakeholderinterviews	12
	3.3 Synthese van kennisvragen	12
4	Resultaten	13
	4.1 Zoetwaterbeheer	14
	4.1.1 Zelfvoorzienend in zoetwater	14
	4.1.2 Bodembeheer	15
	4.1.3 Afwatering	16
	4.2 Herinrichting landelijk gebied	17
	4.2.1 Water en bodem sturend & NPLG	17
	4.2.2 Klimaatadaptieve teelt en -systemen	17
	4.3 Verdienmodellen	19
	4.3.1 Kosten en baten	19
	4.3.2 Effect verandering teeltseizoen op opbrengsten	19
	4.4 Overige onderwerpen	21
	4.4.1 Ziekten en plagen	21
	4.4.2 Disseminatie urgentie klimaatverandering richting de sector	21
5	Synthese kennisvragen	22
	5.1 Kennisvragen zoetwaterbeheer	22
	5.2 Kennisvragen herinrichting landelijk gebied	22
	5.3 Kennisvragen verdienenmodellen	23
	5.4 Overige kennisvragen	23
	5.5 Overzicht kennisvragen en status	24
6	Discussie	26
	6.1 Reflectie op de ingebrachte thema's	26
	6.2 Klimaattrends	26
	6.3 Methode	26
	Literatuur	27
Bijlage 1	Overzicht lopende klimaatprojecten	29
Bijlage 2	Interview guide	32

1 Inleiding

Aanleiding

Klimaatverandering zorgt voor een verschuiving in temperatuur en veranderende neerslagpatronen. Hierdoor ontstaan steeds vaker extreme weerssituaties met hevige neerslag of lange perioden van droogte. Naast het veranderende klimaat, staat ook de bodemkwaliteit in Nederland onder druk. Problemen die aan het licht komen zijn onder andere bodemdaling, ondergrondverdichting en een laag gehalte organische stof. De bodemgesteldheid in combinatie met klimaatverandering zorgen voor een hoger risico op onvoldoende vochtvoorziening in het gewas, verzilting en verslechterde waterafvoer en -infiltratie.

De PPS Klimaatadaptatie Open Teelten heeft als doel om risico's op opbrengstderving door extreme weersomstandigheden in de akkerbouw te verkleinen. Daarnaast wordt gekeken naar een efficiënter gebruik van water en nutriënten en verhoging van het rendement van rooivruchten.

Het huidige project heeft een looptijd van januari 2020 t/m december 2023. Binnen het project zijn verschillende werkpakketten gevormd waar praktijkgericht onderzoek wordt gedaan naar maatregelen om de effecten van klimaatverandering te minimaliseren. Hierin wordt nauw samengewerkt door de partners BO Akkerbouw, Agrifirm, SPNA, Delphy en Wageningen Research. Richting het einde van de PPS ontstond het idee om kennisvragen en urgente onderwerpen op basis van literatuur en gesprekken met experts en stakeholders te verzamelen rond het thema klimaatadaptatie: welke vragen zijn er nog, in hoeverre zijn deze al beantwoord en in hoeverre is er nog onderzoek nodig? Deze praktijkkennis kon worden gebundeld in de vorm van een whitepaper, die een basis voor toekomstig onderzoek naar klimaatadaptatie binnen de akkerbouwsector vormt.

Vraagstelling

De vraagstelling die in deze whitepaper beantwoord wordt is de volgende: Welke kennisvragen hebben stakeholders in de akkerbouwsector in relatie tot het veranderende klimaat en de aanpassingen die dit vraagt voor ondernemers?

2 Literatuurinventarisatie

Om een inventarisatie te maken van urgente onderwerpen en kennishiaten in de akkerbouwsector is allereerst een literatuurinventarisatie uitgevoerd. Het doel van de literatuurinventarisatie is het ophalen van achtergrondinformatie van de huidige kennis van klimaatverandering en het effect op de akkerbouw, klimaatgerelateerde beleidstrends die effect hebben op de sector en daarnaast het formuleren van een conceptueel raamwerk voor verder analyse. Het raamwerk zal in een later stadium van het whitepaper dienen als leidraad voor het gesprek met de praktijk over het onderwerp klimaatadaptatie.

In de literatuurinventarisatie lag de focus op de open teelten, het effect van klimaatverandering op de open teelt en het Nederlandse beleidskader. De zoekmachine Google Scholar vormde de basis voor de literatuurstudie.

2.1 Klimaatverandering

Langere periodes met droogte, korte heftige piekbuien, temperatuurstijging: het klimaat verandert en dat heeft gevolgen voor een perspectiefvolle teelt van gewassen (Verstand *et al.*, 2020). De effecten van klimaatverandering zijn de afgelopen jaren steeds zichtbaarder geworden in Nederland. Het Planbureau voor de Leefomgeving publiceerde in 2012 een rapport over de effecten van klimaatverandering in Nederland (Minnen *et al.*, 2012). Zo is onder ander de temperatuur in Nederland met gemiddeld 1.7 °C toegenomen, steeg het aantal zomerse dagen (dagen met een temperatuur van 25 °C of hoger (KNMI Zomerse dagen)) met 20, nam het aantal dagen met vorst met ongeveer 20 dagen af en steeg de jaarlijkse neerslag met ruim 20%.

Specifiek voor de landbouw heeft klimaatverandering verschillende gevolgen (Tabel 1). Zo wordt het groeiseizoen verlengd door een warmer voor- en najaar en zorgen stijgende CO₂-concentraties voor een potentiële toename in opbrengsten (Minnen *et al.*, 2012). Aan de andere kant neemt het risico op wateroverlast, droogte en verzilting met bijbehorende schade aan percelen, gewassen en opstallen toe. Uit onderzoek naar de financiële weerbaarheid van bedrijven in relatie tot klimaatverandering komt naar voren dat grondgebonden bedrijven met name inkomstenproblemen ervaren met betrekking tot de gevolgen van weersextremen (Verhagen *et al.*, 2018).

Tabel 1 Overzicht van effecten, waarnemingen en toekomstige scenario's voor de landbouwsector aan de hand van klimaatverandering (Minnen *et al.*, 2012).

Variabele	Waargenomen	Mogelijke toekomst volgens KNMI-klimaatscenario's
Groeiseizoen	Vijf weken langer dan begin van de 20 ^e eeuw	Verdere verlenging van het groeiseizoen mogelijk; kans voor nieuwe gewassen
CO ₂ -concentratie	Lichte toename in potentiële opbrengsten	Verdere toename in potentiële opbrengsten bij een stijgende CO ₂ -concentratie
Wateroverlast	Lichte toename	Frequente schade aan percelen, gewassen en opstallen
Droogte	Geen trend	Frequente schade
Verzilting	Frequentere schade. De landbouw kan hier momenteel nog mee omgaan en past zich deels aan	Verzilting neemt toe. Vooral in droge jaren wordt het een grotere uitdaging
Ziekten & plagen	Geen trend, relaties tussen klimaatverandering en ziekten & plagen veelal onzeker	Mogelijk verdere toename van het voorkomen van ziekten & plagen, mede door hogere luchtvochtigheid en temperatuurstijging; veel onzekerheid

2.2 Klimaatscenario's

Om in deze studie een link te leggen tussen de eerder besproken agrarische context rond klimaat en kennishiaten & urgente onderwerpen rond klimaat vanuit de sector is een conceptueel leidraad gevormd. Deze leidraad heeft betrekking op de verschillende klimaattrends voor Nederland. Deze leidraad diende de gesprekken met de praktijk (§3.2) voor input van het whitepaper en de uiteindelijke analyse van de resultaten.

In de Nationale Adaptatiestrategie (NAS, 2016) zijn een aantal klimaattrends beschreven die zijn gebaseerd op de klimaatscenario's: 1) het wordt warmer, 2) het wordt droger, 3) het wordt natter en 4) de zeespiegel stijgt. Verstand *et al.* (2020) beschreven de effecten van de klimaattrends op de akkerbouw. De trend 'het wordt warmer' zal met name in het binnenland effect hebben op de akkerbouw. Toenemende droogte zal zorgen voor extra kosten voor onder andere beregening en gewasbescherming. Hevige regenval kan zorgen voor waterlast op percelen of problemen bij de oogst van gewassen door een te natte ondergrond voor berijding met machines. Daarnaast wordt verzilting een toenemend probleem in de kuststreken door een stijgende zeespiegel.



Figuur 1 klimaattrends NAS 2016

Het KNMI heeft recent nieuwe klimaatscenario's (KNMI'23-klimaatscenario's) doorgerekend om een scherper en actueler beeld te schetsen van scenario's voor een mogelijk toekomstig klimaat in Nederland¹. Daarin identificeert het KNMI 8 manieren waarop het klimaat kan veranderen, samengevat in Figuur 1.

De KNMI'23-klimaatscenario's voor Nederland samengevat	
	Versnelling van de zeespiegelstijging
	Toename van de gemiddelde temperatuur en van hitte
	Meer zon
	Toename van droogtes
	Nattere winters
	Toename van extreme zomerbuien
	Mogelijk sterkere windstoten en valwinden bij buien
	Weinig verandering in windsnelheid en -richting

Figuur 2 KNMI'23-klimaatscenario's veranderingen samengevat voor Nederland

In welke mate deze veranderingen optreden, hangt volgens het KNMI af van "de hoeveelheid broeikasgassen die nog zal worden uitgestoten en de gevoeligheid van het klimaatsysteem":

¹ www.knmi.nl/klimaatscenario's

- Hoge uitstootscenario waarin de uitstoot in gelijke mate blijft toenemen tot 2080 en daarna afvlakt. De mondiale opwarming rond 2100 is dan 4,9°C voor de beste schatting van klimaatgevoeligheid.
- Lage uitstootscenario waarin de uitstoot snel wordt verminderd en broeikasgassen worden verwijderd uit de atmosfeer, in lijn met het Klimaatakkoord van Parijs om de mondiale opwarming tot ruim onder de 2°C te beperken. De mondiale opwarming rond 2100 is dan 1,7°C

Verdere opwarming betekent hoe dan ook dat de Nederlandse zomers droger en de winters natter worden. Per uitstootscenario de volgende twee varianten: Een 'nat' scenario (aangeduid met de letter 'n') waarin de winters sterk vernatten en de zomers licht verdrogen. Een 'droog' scenario (aangeduid met de letter 'd') waarin de winters licht vernatten en de zomers sterk verdrogen. Hierdoor ontstaan vier klimaatscenario's voor Nederland rond 2050 en 2100 (KNMI, 2023) (Figuur 3).



Figuur 3 Vier klimaatscenario's voor Nederland (KNMI, 2023)

In de klimaatscenario's is te zien dat de lage CO₂ uitstoot scenario's veel gematigdere effecten hebben dan de hogere CO₂ uitstoot scenario's. Hoe dan ook zullen de winters naar verwachting (wat) natter worden en de zomers (wat) droger. Voor een uitgebreide uiteenzetting zie het rapport KNMI'2023 Klimaatscenario's voor Nederland (www.knmi.nl/klimaatscenario's).

2.3 Beleidskader in relatie tot landbouw

De Nederlandse overheid stelt nieuwe kaders voor de landbouw in de transitie naar duurzame en klimaat robuuste landbouw. Zo zijn de Nederlandse klimaatdoelen vastgelegd in de nationale Klimaatwet (BWBR0042394). Aan de hand van de nationale Klimaatwet heeft het kabinet een Klimaatplan opgesteld met een geldingsperiode van 2021 t/m 2023 (Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, 2020). Hierin wordt onder andere benoemd dat duurzame landbouw essentieel is voor een goede voedselvoorziening en gezonde leefomgeving, waarnaast maatregelen worden benoemd om vastlegging van emissies door landgebruik te bevorderen (emissiereductie en CO₂-opslag door slim landgebruik). Denk hierbij aan het aanplanten van bomen om onder andere koolstofopslag te bevorderen en het verminderen van ontwatering om oxidatie van

gronden en bijbehorende CO₂-uitstoot tegen te gaan. Er wordt ingezet op het zuinig omgaan met grondstoffen en omgeving, wat vraagt om een ingrijpende transitie van de landbouwsector.

Om de negatieve effecten van klimaatverandering in Nederland te beperken is klimaatadaptatiebeleid ontwikkeld in de zogeheten Nationale Adaptatie Strategie (NAS, 2016). In de NAS zijn de zes meest urgente scenario's vastgesteld: 1) meer hittestress bij mensen door extreem weer, 2) vaker uitval van delen van vitale en kwetsbare functies door extreem weer, 3) vaker oogstschade en andere schade in land- en tuinbouw door extreem weer, 4) minder veerkracht van de natuur door het verschuiven van klimaatzones, 5) gezondheidsverlies, arbeidsverlies en hogere kosten door mogelijke toename van allergieën en infecties en 6) cumulatieve of keteneffecten. Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) heeft een overzicht opgesteld van de economische effecten van klimaatverandering op de korte en lange termijn (Kennisportaal Klimaatadaptatie; Witmer *et al.*, 2023) (Tabel 2).

Voor de akkerbouwsector gelden een aantal risico's die op zowel korte en lange termijn als kleine en grote economische impact kunnen hebben. Op korte termijn zijn effecten van klimaatverandering al zichtbaar: lokale wateroverlast door extreme regenval (Helmond *et al.*, 2023), stijgende elektriciteitsprijzen (Hammingh *et al.*, 2022), productieverlies door klimaateffecten zoals langdurige droogte (de Wit, 2010; Verstand *et al.*, 2021) en prijsstijgingen van grondstoffen (Berkhout *et al.*, 2022; Jongeneel *et al.*, 2021) voorkomen. Op de middellange termijn bestaat het risico op het uitvallen van cruciale delen van het elektriciteitsnetwerk door hitte, droogte of windstilte, oogstschade door weersextremen, overstromingen door het bezwijken van secundaire waterkeringen en prijsstijging van voedsel. Op de lange termijn kunnen overstromingen door het bezwijken van primaire keringen of dijkdoorbraken in het buitenland en oogstschade door ziekten en plagen een risico vormen voor de akkerbouw.

Tabel 2. Nederlandse economische klimaateffecten op korte en lange termijn met focus op de landbouwsector (Bron: PBL).

	Onwaarschijnlijk in deze eeuw (tot 2100)	Waarschijnlijk in deze eeuw (tot 2100)	Waarschijnlijk in dit decennium (2010-2020)
Groot (> 100 milj. Euro schade)	Overstroming door bezwijken van primaire kering Oogstschade door plagen of dierziekten Overstroming in Oost-Nederland door dijkdoorbraak in Duitsland	Uitval cruciale delen elektriciteitsnetwerk door langdurige hitte, droogte of windstilte Droogteschade aan gewassen Schade aan opstallen en/of leidingen door bodemdaling	
Midden (10 – 100 milj. Euro schade)		Overstromingen door bezwijken van secundaire waterkeringen Lokale uitval van elektriciteitsvoorzieningen door weersextremen Oogstschade door weersextremen Prijsstijging voedsel door langdurige droogte	Toename medische kosten en arbeidsverlies door verlenging en intensivering pollenseizoenen
Klein (1 – 10 milj. Euro schade)			Lokale wateroverlast door extreme regenval Stijgende elektriciteitsprijzen Productieverlies op Nederlandse bedrijven door klimaateffecten Prijsstijging grondstoffen

In de Visie Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en verbonden (Rijksoverheid Beleidsnota, 2018) staat de ambitie uitgesproken om de Nederlandse landbouw tot koploper in kringlooplandbouw te realiseren. Deze visie dient als meetlat voor het toetsen van plannen (Tabel 3). Voor de plantaardige teelt betekent dit onder andere dat geteeld wordt naar de draagkracht van de bodem door geoptimaliseerde bouwplannen, bemesting en preventie van ziekten, plagen en onkruiden. Daarbij worden precisielandbouw, sensortechnieken en initiatieven zoals strokenteelt, agroforestry en permacultuur genoemd. Daarnaast wordt nadrukkelijk de

verbinding gelegd tussen landbouw en natuur: *'De landbouw benut biodiversiteit voor bijvoorbeeld bestuiving, bodemvruchtbaarheid en ziekte- en plaagwering en creëert tegelijk leefgebied voor allerlei soorten dieren.'* In het regeerakkoord is afgesproken dat bedrijven in de directe omgeving van Natura 2000-gebieden kijken naar mogelijkheden voor agrarisch natuurbeheer. Compensatie voor de sector wordt gehaald uit het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB). Missie C – Klimaatbestendig landelijk en stedelijk gebied (Topsectoren, 2020) beschrijft nogmaals de urgentie van een klimaatbestendig en waterrobuust ingericht landelijk en stedelijk gebied in 2050. Binnen deze missie zijn kennis- en innovatiethema's geformuleerd waar subsidie beschikbaar is om stappen te zetten richting een klimaatrobuust Nederland.

Tabel 3. Visie Landbouw, Natuur en Voedsel. Meetlat voor toetsing beleidsvoornemens, plannen, voorstellen en dergelijke. (Rijksoverheid, 2018)

Nummer	Definitie meetlat
1	Draagt bij aan het sluiten van kringlopen, het terugdringen van emissies en het verminderen van verspilling van biomassa in het gehele voedselsysteem.
2	Versterkt de sociaaleconomische positie van de agrarisch ondernemer in de keten.
3	Levert een bijdrage aan klimaatopgave voor landbouw en landgebruik.
4	Bevordert de aantrekkelijkheid en vitaliteit van het platteland en draagt bij aan een bloeiende regionale economie.
5	Levert winst op voor ecosystemen (water, bodem, lucht), biodiversiteit en natuurwaarden van het boerenlandschap.
6	Levert een bijdrage aan de erkenning van waarde van voedsel en het versterken van de relatie tussen boer en burger.
7	Versterkt de positie van Nederland als ontwikkelaar en exporteur van integrale oplossingen voor klimaatslimme en ecologisch duurzame voedselsystemen.

Gebaseerd op de Visie Landbouw, Natuur en Voedsel wordt de vertaling gemaakt naar het aspect 'ruimtelijke ordening'. Het water- en bodemsysteem zijn van essentieel belang voor de Open Teelten. Echter lopen deze systemen tegen hun grenzen aan onder de invloed van klimaatverandering (Klostermann & Veraart, 2022). De kamerbrief van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (Herbers & Heijnen, november 2022) schetst dat het uitgangspunt 'water en bodem sturend' leidend moet zijn voor de ruimtelijke ordening in Nederland. Water en bodem als sturend principe voor de inrichting van gebieden betekent dat het water- en bodemsysteem de randvoorwaarden geven voor ruimtelijke ordening. Uitgangspunten zijn: meer rekening houden met (weers)extremen, in samenhang omgaan met wateroverlast, droogte en de bodem, meerdaagse veiligheid van het binnenland, minder afdekken, minder vergraven, niet verontreinigen en bestendiging van deze uitgangspunten door middel van een integrale aanpak.

Om invulling te geven aan bovenstaande uitgangspunten is de gebiedsgerichte en samenhangende aanpak van het landelijk gebied via zogenoemde gebiedsprogramma's opgericht. Via het Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG) (Nationale Omgevingsvisie, 11 september 2020) wordt per gebied bepaald wat nodig is voor gezonde natuur, schoon water en schone lucht.

Al met al zorgen klimaatverandering en bijkomende beleidstrends voor uitdagingen, kansen en knelpunten in de akkerbouw. Om de richting van het gesprek met stakeholders over urgente onderwerpen en kennishiaten te bepalen, wordt in de volgende paragraaf ingegaan op het conceptuele raamwerk.

2.4 State of the art gewasrisico's

Uit eerder uitgevoerd literatuuronderzoek en via expertkennis komt naar voren dat de akkerbouwgewassen aardappel, zaaiui, peen, wintertarwe en suikerbiet ieder een ander effect van klimaatverandering ondervinden (Verstand *et al.*, 2021). Door nattere omstandigheden kan het aantal gunstige momenten voor grondbewerking voor de aardappelteelt afnemen, waardoor het risico op ondergrondverdrinking toeneemt. Hogere temperaturen kunnen zorgen voor een snellere kieming van de aardappel. Echter zal de groei van de plant boven de 30 °C afnemen, waardoor minder koolhydraten in zetmeel worden omgezet. Hierdoor bestaat het risico dat met klimaatverandering de knolopbrengst afneemt (Bus *et al.*, 2003). Daarnaast kunnen hogere temperaturen een groter risico op ziekten en plagen veroorzaken (Haverkort & Verhagen, 2008).

Bij teelt van de zaaiui kan droogte in het voorjaar voor een verminderde kwaliteit van het zaaibed zorgen, waardoor de onkruiddruk kan verhogen (Verstand *et al.*, 2021). Bodemverslemping door grondbewerking onder natte omstandigheden kan daarnaast tot niet goed gevormde uien leiden. Stijgende voorjaarstemperaturen zorgen echter voor de bevordering van de bolvorming. Tijdens het droge seizoen in 2018 bleek de zaaiui de grootste schade te hebben ondervonden (Stokkers *et al.*, 2018). Hevige regenval, verwacht in de maanden augustus en september, kan er daarentegen voor zorgen dat de gehele oogst mislukt. Infectie door de schimmel *Fusarium* kan door toenemende droogte vaker voorkomen.

Ook bij de de peen kan bodemverdichting door nattere omstandigheden voor een minder goede vorming van de peen zorgen (Sukkel *et al.*, 2004). Door klimaatverandering zullen deze natte omstandigheden vaker gaan voorkomen. Aan de andere kant kunnen hogere temperaturen in het najaar zorgen voor een snellere afrijping van de peen. Plagen, zoals de wortelvlieg (*Psila rosae*), kunnen door warmere winters grotere schade aanrichten in peen. Hogere temperaturen in combinatie met nattere omstandigheden kunnen in de toekomst vaker zorgen voor wortelrot.

Door een minder strenge vorst neemt het risico op schade aan wintertarwe af. Door deze warmere toekomstige omstandigheden kan wintertarwe eerder worden geoogst. Echter kan een groot vochttekort in het voorjaar zorgen voor het achterblijven van de groei. Door toekomstige temperatuurstijging kan het voorkomen van bladluizen en schimmels op wintertarwe toenemen (Dean, 1974).

Voor de suikerbiet geldt dat langere perioden van regen knelpunten vormen wanneer grondbewerking nodig is. Door klimaatverandering nemen de perioden met neerslag in het voor- en najaar toe, waardoor het aantal gunstige momenten voor grondbewerking vermindert. Door te werken op een natte ondergrond ontstaat de kans op bodemverdichting (Verstand *et al.*, 2021). Suikerbieten ondervinden belemmering in de ontwikkeling, wanneer deze door een verdichte bodemlaag heen moet groeien. Verder kan nachtvorst schade geven in de vroege ontwikkeling van de biet. Door het klimaatscenario 'het wordt warmer' neemt de kans op schade door nachtvorst juist af. Echter kan de combinatie van hogere temperaturen met vochtige omstandigheden het risico op ziekten en plagen in suikerbiet flink verhogen. Met name op zandgrond is de teelt gevoeliger voor *Rhizoctonia Solani*, een schimmelziekte die wortelbrand en wortelrot veroorzaakt, omdat deze grondsoort sneller opwarmt bij hogere temperaturen. Ook zorgt een stijgende temperatuur voor een hogere aaltjesdruk (IRS, 2020).

De effecten van klimaatverandering op de open teelten schetsen de urgentie om bedrijven klimaatadaptief in te richten. De besproken klimaattrends dienen als leidraad voor het voeren van een gesprek met stakeholderpartijen over de benodigde klimaatadaptatie in de akkerbouw. In het volgende hoofdstuk wordt gesproken hoe het verzamelen van input vanuit de stakeholders is aangepakt.

3 Aanpak

Voor het destilleren van kennishiaten en urgente onderwerpen in de akkerbouw met betrekking tot de vier klimaattrends, zoals hierboven beschreven, is kennis in verschillende stappen opgehaald. Deze stappen worden hieronder toegelicht. De klimaattrends vormden hierin het conceptuele raamwerk van het whitepaper.

3.1 Expertmeeting

Eind 2022 is een expertmeeting georganiseerd. Tijdens deze meeting zijn experts van Wageningen Research bijeengeroepen om kennishiaten in het lopende onderzoek te verzamelen aangaande klimaatverandering in de open teelten. De opgehaalde onderzoeksonderwerpen zijn vervolgens geclusterd binnen de eerder beschreven klimaattrends. De opgehaalde onderwerpen zijn in dit whitepaper gebuikt als input.

3.2 Stakeholderinterviews

Om resultaten uit de literatuurstudie en expertmeeting te toetsen aan de praktijk en om een uitgebreider beeld van het Nederlandse beleidskader en bijbehorende kansen en knelpunten op te halen zijn 7 stakeholders geïnterviewd en heeft 1 partij per mail gereageerd. De geselecteerde geïnterviewden zijn belanghebbend op het landbouw- en/of klimaatadaptatiedossier: Land- en Tuinbouworganisatie (LTO Noord), Stichting Proefboerderijen Noordelijke Akkerbouw (SPNA), Delphy, Unie van Waterschappen (UvW), Vereniging voor Aardappelverwerkende Industrie (VAVI), Agrifirm en Land Water Food (LWF). Daarnaast is input voor het whitepaper opgehaald tijdens een stuurgroepoverleg van de PPS Klimaatadaptatie Open Teelten.

De interviews werden digitaal via Microsoft Teams gehouden en duurden tussen de 40 en 60 minuten. De interviews zijn opgenomen voor de mogelijkheid tot terugluisteren ten behoeve van de dataverwerking. Hiervoor is toestemming gevraagd en door de geïnterviewden verleend.

Daarnaast zijn lopende klimaatgerelateerde projecten in de literatuurstudie en in gesprek met stakeholders achterhaald om kennishiaten en urgentie voor onderzoek te kunnen destilleren. Een overzicht van lopende projecten is toegevoegd in Bijlage 1.

3.3 Synthese van kennisvragen

Voor de synthese van het whitepaper zijn de benoemde kennishiaten in het huidige onderzoek, beleidskader en de praktijk samengebracht onder de vier klimaattrends. Clustering van kennisonderwerpen is gedaan na uitvoer van de expertmeeting, literatuurstudie en interviews. Na elk interview zijn aantekeningen gemaakt en is de opname teruggeluisterd voor het verzamelen van quotes. De klimaattrends dienen als conceptueel leidraad voor het analyseren van de kwalitatieve data uit de interviews. Door gebruik te maken van thematisch coderen zijn thema's uit de kwalitatieve data geselecteerd door middel van open codering, waarna deze thema's zijn teruggekoppeld aan de conceptuele leidraad.

In het volgende hoofdstuk worden de resultaten voor iedere klimaatrend op basis van de literatuurstudie, expertmeeting en stakeholderinterviews beschreven.

4 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de interviews en expertmeeting besproken in het kader van de conceptuele leidraad van de klimaattrends. Uiteindelijk zijn 4 thema's en 9 subthema's gebruikt om kennisonderwerpen rond klimaatadaptatie in de akkerbouw te beschrijven (Tabel 4).

Tabel 4. Codeerboom, inclusief hoofd- en subthema's.

Hoofdthema	Subthema	Deelthema's
Zoetwaterbeheer	Zelfvoorzienendheid	Zoetwateropslag - regio vs. perceel
		Waterbesparing
		Wateraanvoer
	Bodembeheer	
Herinrichting landelijk gebied	Afwatering	
	Bodem en water sturend / NPLG	
	Klimaatadaptieve teeltsystemen	Veredeling
Verdienmodellen	Kosten en baten	
	Effect verandering teeltseizoen op opbrengsten	
Overig	Urgentie / kennisoverdracht richting de boer	
	Ziekten en plagen	

4.1 Zoetwaterbeheer

Uit de verschillende gevoerde interviews en de expertmeeting kwamen veel onderwerpen met betrekking tot zoetwaterbeheer naar voren. Onderscheid kon worden gemaakt tussen een aantal subonderwerpen onder het thema zoetwaterbeheer. Deze worden hieronder uiteengezet.



4.1.1 Zelfvoorzienend in zoetwater

Zelfvoorzienendheid werd als volgt door stakeholderpartijen gedefinieerd; als boer in de waterbehoefte van het eigen bedrijf kunnen voorzien. Dit houdt in dat een boer zelf zoet water beschikbaar heeft of beschikbaar kan maken in tijden waarin de zoetwatervoorziening een knelpunt vormt, zoals in door klimaatverandering geïnduceerde perioden van droogte. Zo werd ingezien dat droogte in de toekomst zorgt voor grote knelpunten in de zoetwatervoorziening van Nederland, waardoor het handelingsperspectief van de boer zonder zelfvoorzienendheid in zoetwater wegvalt. Daarnaast werd aangegeven dat mogelijkheden om in de eigen waterbehoefte te voorzien in de praktijk moeten worden getest om ze voor een boer haalbaar en werkbaar te maken. De hoofdvragen vanuit dit thema waren: Hoe kun je als boer zelfvoorzienend worden?

"Als we in Nederland structureel geen water meer hebben en niet meer laten doorspoelen, wat is dan het handelingsperspectief van de boer? Een vorm van zelfvoorzienend moet er dan wel zijn als die droogte werkelijkheid wordt." – LTO

"Er wordt gezegd dat je als boer ook meer moet streven naar zelfvoorziening als het gaat om water. Dat zijn makkelijke uitspraken die in de praktijk nog moeten worden getoetst. Hoe kun je dan zelfvoorzienend worden? En wat is de relatie met het lokale watersysteem?" – LWF

In de gesprekken met stakeholders werden daarnaast verschillende maatregelen benoemd die verband hebben met het toewerken naar een zelfvoorzienend bedrijf op het gebied van zoet water. Zo werd de maatregel voor zoetwateropslag op zowel regionaal als perceelsniveau benoemd. Met een dergelijke maatregel kan een bedrijf of een gebied zoet water in natte tijden opslaan voor gebruik tijdens droogte. Echter blijft de vraag spelen hoe je wateropslag op gebieds- of perceelsniveau kan inrichten op een manier dat het voor een boer rendabel is of met een gebied op een eerlijke manier is afgestemd.

"Hoe kun je er in een gebied voor zorgen dat je water op het niveau van de boeren, individueel of collectief, kunt benutten? Je kunt natuurlijk ook denken aan een watercollectief of –coöperatie, zodat er binnen een bepaald gebied een ruimte is voor een opslagvoorziening." – LWF

"Overal waar het kan moeten we zoetwater opslaan en zorgen dat we het water zo efficiënt mogelijk bij onze producten krijgen." – VAVI

Verder werden thema's als waterbesparing en wateraanvoer aangedragen. Deze thema's zijn te linken aan het aanzetten tot zelfvoorzienendheid in de sector. Zo kan een waterbesparende maatregel voor het irrigeren van gewassen of een maatregel die verdamping door toekomstige klimaatmaatsrisico's (het wordt droger & warmer) tegengaat worden geïmplementeerd. Unie van Waterschappen benoemde de vraag hoe telers water kunnen besparen en op een efficiënte manier kunnen blijven beregenen. Deze vragen werden door andere partijen ook in het perspectief van de hoge zandgronden gesteld, omdat deze gebieden direct afhankelijk zijn van (de aanvoer van) grond- en hemelwater.

Daarnaast werd verwezen naar de zoetwatervoorziening van het veenweidegebied. In het veenweidegebied worden de grondwaterpeilen verhoogd om veenoxidatie te verminderen. Maar waar komt het zoete water voor de verhoging van het grondwaterpeil vandaan? Wat is de haalbaarheid van natuurdoelstellingen in relatie tot de waterbeschikbaarheid van een gebied? Deze vragen relateren aan de zelfvoorzienendheid van zoet water van een specifiek gebied in Nederland.

Ook kwamen technische vragen met betrekking tot zoetwaterbeschikbaarheid naar voren zoals:

"Als je dan als boer weinig water hebt, wat zijn dan de momenten waarop je in ieder geval moet zorgen dat er vocht is en hoeveel moet het dan zijn? En wanneer kun je beter stoppen met het telen (in het meest extreme geval)?" – VAVI

Uit onderzoek blijken veel maatregelen bij een boer technisch gezien mogelijk te zijn. Financieel blijft altijd de vraag spelen: Wat levert het op? Dit is volgens een aantal stakeholders een belangrijk kernpunt in de klimaatadaptatiediscussie. Welke keuzes heeft een boer voor het nemen van passende maatregelen en wat is het economische model en de financiële kant van maatregelen? Dit betreft inzicht in het voordeel van het toepassen van maatregelen op bedrijfsniveau in vergelijking met de bedrijfsvoering doorzetten zonder adaptatiemaatregelen.

"We hebben te weinig zicht op de plus kant (van maatregelen). Dus we weten eigenlijk niet wat de schade door klimaatverandering is en wat een maatregel aan schade wegneemt als je bijvoorbeeld het gewas optimaal van water voorziet." – LWF

4.1.2 Bodembeheer

Zoetwaterbeheer werd door de verschillende stakeholders gelinkt aan bodembeheer. Bodembeheer werd in de context vaak genoemd in relatie tot het klimaatrisico 'het wordt natter' en 'het wordt droger'. Stakeholders benoemden het belang van goed bodembeheer als eerste maatregel voor het vasthouden van vocht, voordat naar beregening wordt gegrepen. De vraag leeft welke oplossingen een boer precies kan treffen om de vochthuishouding in de bodem te optimaliseren.

"Als de trend in droogte zo doorgaat, dan zullen we ook wel eens een groeiseizoen hebben waarin het zes weken achter elkaar vrijwel niet regent. Dan moet je echt wel andere oplossingen gaan zoeken voor een betere vochthuishouding in de bodem." – SPNA

Bodembeheer krijgt een andere focus wanneer wordt gesproken over de korte en (middel)lange termijn. Op korte termijn gaat het over het toepassen van maatregelen binnen nu en een aantal jaar. De lange termijn focust op een periode langer dan 10 jaar. Als het gaat over bodembeheer op de korte termijn wordt het vasthouden van water in de bodem voor het perceelsniveau onder andere genoemd door de geïnterviewde van SPNA, die tevens pootgoedteler is:

"Hoe houd ik (op perceelsniveau) zoveel mogelijk water in de bodem vast?" – SPNA

Voor de lange termijn gaat het over een breder vraagstuk dan bodembeheer:

"Hoe behouden we de zoetwaterbeschikbaarheid in een gebied om, waar nodig, te kunnen blijven irrigeren?" – SPNA

Vervolgens is de cruciale rol van de bodem in de vochtregulatie is genoemd in vergelijking met gebieden die niet kunnen beregenen door een slechte kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater. Deze gebieden zijn geheel afhankelijk van hemelwater, waardoor klimaatverandering in deze gebieden sneller een negatief effect heeft op de akkerbouw. In deze gebieden moet een balans worden gevonden tussen enerzijds zoveel mogelijk vocht vasthouden in de bodem gedurende het groeiseizoen en anderzijds de bodem op bepaalde momenten droog houden om een bewerkbare bodem te behouden.

Daarnaast wordt de veerkracht van het landbouwsysteem benoemd, waarin veel verschillende factoren een rol spelen. In relatie tot waterbeheer en de veerkracht van landbouwsystemen in een veranderend klimaat, kan de bodem een grote rol spelen om deze effecten van klimaatverandering te minderen. Er bestaat echter nog een kennishiaat in de rol van bodemgezondheid op de veerkracht van het landbouwsysteem onder klimaatverandering en hoe je bodemgezondheid in de praktijk kan beïnvloeden of neveneffecten van klimaatextremen (met name extreme regenval) richting het milieu door beter bodembeheer kan beperken.

"Kun je met het ecosysteem van de bodem meer doen dan boeren nu al doen? En wat zijn de factoren die daarin meespelen? We weten natuurlijk wel dat organische stof iets doet en dat bepaalde bacteriën en schimmels een goede rol spelen, maar hoe kan je dat nou sturen en optimaliseren?" – LWF

"Wat zit er nog aan de haakjes in het huidige bodembeheer, waardoor we nog bijvoorbeeld mineraalbenutting kunnen verhogen?" – VAVI

4.1.3 Afwatering

In relatie tot de klimaattrend 'het wordt natter' is het belang van een goede perceelsafwatering in tijden van hevige regenval benoemd. Met name werd de regelgeving rond het behoud van een goede waterkwaliteit in oppervlaktewateren in verband gebracht met toekomstige extremen. Waar liggen kansen voor het bufferen van water vanaf de percelen richting het oppervlaktewater? Dit onderwerp werd in zowel de interviews als expertmeeting benoemd.

"Dat is ook een punt van discussie. Er worden geulen gegraven voor de afwatering om het water kwijt te raken. Misschien zou er een soort buffer tussen moeten komen om afspoeling tegen te gaan. In de praktijk is dit wel lastig, maar met de nieuwe verplichte bufferzone biedt dit ook weer mogelijkheden." – Delphy

"We weten allemaal dat horizontale afwatering het meest snel is. Maar hoe kun je dat op zo'n manier inkleden dat je a) het water snel weg krijgt, en b) geen vervuiling gaat creëren voor je oppervlaktewater?" – Agrifirm

Door te kijken naar kansen in de droogtetolerantie van gewassen, waardoor zuiniger met water kan worden omgegaan, kan daarnaast ook de uitspoeling van nutriënten via drainagesystemen naar het oppervlaktewater worden verminderd. Hier zouden kansen voor de akkerbouwsector kunnen liggen.

Ook de eerdergenoemde balans tussen het enerzijds vasthouden van water voor het gebruik in tijden van droogte en anderzijds het op tijd afwateren van percelen om bewerkingen mogelijk te maken past onder het thema 'afwatering'.

4.2 Herinrichting landelijk gebied

Uit de verschillende gevoerde interviews en expertmeeting kwamen onderwerpen met betrekking tot de herinrichting van het landelijk gebied naar voren. Onderscheid op dit thema kon worden gemaakt tussen een aantal sub-onderwerpen. Deze worden hieronder besproken.



4.2.1 Water en bodem sturend & NPLG

Het beleidsthema 'Water en Bodem als sturend principe voor de ruimtelijke ontwikkeling' is in de literatuurinventarisatie naar voren gekomen. Daarbij hebben meerdere stakeholderpartijen dit thema benoemd in de interviews. In gesprek over water en bodem sturend werd ook vaak een link gelegd richting het Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG).

Knelpunten in relatie tot water en bodem sturend werden met name genoemd rond toepassing in de boerenpraktijk. Stakeholders benoemden dat de continuïteit van bedrijven afhankelijk is van structurerende keuzes die in beleid worden gemaakt en hoe deze in de praktijk uitvoerbaar zijn. Mede in relatie tot water en bodem sturend werd de rol van het grondwaterdossier en de effecten op onder andere het veenweidegebied benoemd.

"Hoe kunnen boeren aan de water en bodem sturend beleidstrend en de structurerende keuzes daarin voldoen? Daar zitten voor mij de grote blokken voor de toekomst en de continuïteit van de boerenbedrijven."
– LTO Noord

Water en bodem als sturend principe werd vervolgens genoemd in relatie tot het waterbeheer, zoals besproken in paragraaf 4.1. De zelfvoorzienendheid in water, in zowel een regio als op bedrijfsniveau, kan voor een nieuwe herinrichtingsopgave zorgen in het landelijk gebied.

4.2.2 Klimaatadaptieve teelt en -systemen

Door de impact van het veranderende klimaat is het belang van het vinden van efficiëntere en duurzamere teeltsystemen in verschillende gesprekken naar voren gekomen. Maatregelen die in deze paragraaf worden benoemd zijn veelal op perceels- of bedrijfsniveau gericht. Echter ligt de aanleiding van deze perceelsvraagstukken bij de herinrichting van het landelijk gebied en bijbehorende systeemveranderingen.

Om op perceelniveau met klimaatverandering om te kunnen gaan, zal het gehele systeem rond een bedrijf geoptimaliseerd moeten worden. Hierdoor kunnen verschillende functies, zoals water, bodem, biodiversiteit en bouwplan, door elkaar worden versterkt.

"De kracht van het systeem zelf is natuurlijk ook ontzettend belangrijk voor het verbeteren van de bodem of het ruimte geven voor duurzaam bodembeheer. Er zijn een hele hoop maatregelen van belang die we in een nieuwe balans gaan toepassen... Als het gaat om echt veerkracht tegen klimaatschokken of extremen, is het ontzettend belangrijk dat je gebruik maakt van de kracht van het systeem zelf." – LWF

In relatie tot het eerder besproken watervraagstuk (§4.1) werd het verbeteren van teeltsystemen of -technieken genoemd waarmee waterbesparing kan worden bereikt.

"Dat je dus door bepaalde teeltsystemen of -technieken of door andere aanvullende producten in staat bent om gewas efficiënter om te laten gaan met water." – Agrifirm

Daarnaast werd het belang van veredeling van gewassen aangehaald. Veredeling kan ervoor zorgen dat gewassen efficiënter met water om kunnen gaan in tijden van droogte of langere tijd goed blijven onder natte omstandigheden.

"Ik denk dat we zeker moeten blijven werken aan de veredeling van gewassen en dat alle middelen die helpen bij het sneller kunnen veredelen belangrijk zijn." – LWF

"We moeten sneller die (klimaatadaptieve, red.) rassen op de markt hebben." – VAVI

"We zien dat door klimaatverandering de droogte toeneemt. Welke gewassen zijn beter bestemd tegen droogte en watertekorten?" – UvW

Het circulair maken van het systeem werd daarnaast benoemd in het kader van zuiniger omgaan met water en optimaal gebruik maken van reststromen. Waarbij boeren in tijden van droogte wellicht kansen vinden in andere industrie voor het gebruik van restwater voor de beregening van gewassen.

"Hoe kunnen we proceswater uit onze fabrieken na een aantal stappen gebruiken op de akkers? Dit onderzoek loopt nu in de Zeelandse context." – VAVI

Tot slot werd er in de expertgroep benoemd dat het van belang is om te kijken naar grondgebruik en bijpassende grondsoorten in het kader van de beleidstrend 'water en bodem als sturend principe voor de ruimtelijke ordening'. Zodra water en bodem leidend worden voor gebruiksfuncties, zorgt dit ervoor dat de juiste functie op de juiste plek moet worden ingevuld. Dit geeft een kans om nieuwe klimaatadaptieve teeltsystemen te toetsen, passend voor een specifieke grondsoort.

In sommige gesprekken werd bijvoorbeeld gerefereerd aan natte of zilte teelt als optie om landbouw te behouden op locaties met een hoge grondwaterstand of grote kans op verzilting. Echter is nog weinig over het economische, praktische en functionele aspect van deze teeltsystemen bij de respondenten bekend.

4.3 Verdienmodellen

Het verdienmodel voor de boer is een onderwerp wat in vele gesprekken is benoemd. Hieronder worden de sub-onderwerpen 'kosten en baten' en 'effect verandering teeltseizoen op opbrengsten' besproken.



4.3.1 Kosten en baten

Zo is bijvoorbeeld aangegeven dat de sector zoekt naar goede (combinaties van) maatregelen om zowel aan klimaatadaptatie te doen, milieu ten goede te laten komen als het verdienmodel van de boer te bewaken.

"Hoe kan een boer iets doen wat goed is of beter is voor het milieu, maar wel ook daar een serieuze boterham mee verdient?" – VAVI

Daarnaast is het verdienmodel van de boer benoemd in de beleidscontext rond het thema 'water en bodem als sturend principe'. Eerder werd dit thema besproken onder §4.2, herinrichting landelijk gebied. Zodra water en bodem sturend wordt op de ruimtelijke ordening in Nederland, betekent dit dat agrariërs op een andere manier moeten kijken naar hun bedrijf en bijbehorende verdienmodel. De impact van water en bodem sturend op de sector en bijbehorend verdienmodel is nog onduidelijk.

Verder werd de investering die nodig is om klimaatadaptatieve maatregelen op bedrijfsniveau te nemen benoemd. De verdienmodellen achter het investeren in klimaatadaptatieve maatregelen zijn onduidelijk. Bijvoorbeeld het verschil in opbrengst zonder het nemen van klimaatadaptatiemaatregelen in vergelijking met het nemen van klimaatadaptatiemaatregelen. Voorgenoemde punten kwamen ook in de expertgroep naar voren. In de expertgroep werd genoemd dat extra inzet nodig is op het kwantificeren van maatregelen tegen klimaatrends, waarbij wordt nagegaan hoe haalbaar (economisch en praktisch) klimaatmaatregelen in de praktijk zijn.

"Technisch gezien is het altijd de vraag van ja, wat brengt het op? Dat is een van mijn belangrijkste kernpunten als het gaat om de klimaatadaptatiediscussie... Wat heb je nou als boer voor keuzes en wat is in feite het economische model, wat is de financiële kant en de investeringsruimte?" – LWF

Tot slot werden weerextremen in relatie tot kosten voor weersverzekeringen benoemd. Door extremer weer worden verzekeringspremies afgestemd op de risico's die deze extremen op de teelt teweegbrengen. Dit heeft gevolgen voor agrariërs in risicogevoelige regio's in Nederland en hun kosten voor verzekeringspremie door een veranderend klimaat.

"Bijvoorbeeld van een brede weersverzekering is bekend dat bepaalde regio's vele malen meer premie moeten betalen dan andere regio's." – Agrifirm

4.3.2 Effect verandering teeltseizoen op opbrengsten

Klimaatverandering zorgt voor een verschuiving in het teeltseizoen: in het voorjaar is het eerder warm en het najaar is langer warm. Deze verschuiving kan impact hebben op het huidige teeltsysteem en de opbrengsten.

"De droogtes worden wel erger en heftiger. Daarmee verlegt het seizoen zich ook. 20 á 25 jaar geleden werden eind september de zetmeelaardappels gerooid. Nu is dat een maand later... September is nu een maand, dan groeit er nog van alles." – Delphy

"Het wordt warmer, dus wordt het groeiseizoen langer. We kunnen in theorie naar 50, 80, 90, 100 ton per hectare. In principe is klimaatverandering voor ons voor de opbrengst niet slecht." – VAVI

Echter worden de zomers steeds warmer, waardoor de opbrengsten van onder andere de aardappel in twijfel worden getrokken.

"Onder welke temperaturen kunnen we nog rendabel aardappels telen?" – VAVI

Verder werd door Agrifirm gerefereerd aan de toename van zonnebrandschade en het effect op de opbrengsten. Niet alleen in de akkerbouw is dit een probleem, ook in de fruitteelt kan zonnebrandschade leiden tot opbrengstderving tot wel €10.000 per hectare (Agrifirm). In de akkerbouw merken steeds meer boeren op dat de hoge instraling van de zon steeds meer negatief effect heeft op de planten. Dit kan in toekomstige scenario's leiden tot opbrengstverlies.

"Je merkt afgelopen seizoenen zeg maar, en zeker in de maand juni, dat je elk jaar meer zonnebrandschade waarneemt. " – Agrifirm

4.4 Overige onderwerpen

Met de inventarisatie naar urgente onderwerpen rond klimaatverandering zijn een aantal overige onderwerpen naar voren gekomen die hieronder verder worden toegelicht.

4.4.1 Ziekten en plagen

In de expertmeeting werd benoemd dat het belangrijk is om inzicht te krijgen in de effecten van klimaatverandering op onkruiden, ziekten en plagen. Welke problemen nemen toe in welke specifieke gewassen? Hoe verhoudt zich dat tot de huidige beheermethoden? Welke problemen met onkruiden en ziekten en plagen nemen door klimaatverandering juist af?



Ook vanuit de interviews kwamen punten in relatie tot ziekten en plagen naar voren.

"In principe is klimaatverandering voor ons voor de opbrengst niet slecht. Wat er intussen met de ziekte- en plaagdruk gebeurt (door warmere en nattere omstandigheden), weten we niet helemaal zeker." - VAVI

"De temperatuur stijgt en de kans op hittegolven neemt toe. Maar wat zijn de gevolgen voor gewassen en eventuele ziektes?" – UvW

Tot slot werd de druk van ziekten en plagen genoemd in relatie tot extremere neerslag. Tijdens het interview werd aangegeven dat extreme neerslag er onder andere voor kan zorgen dat gewasbeschermingsmiddelen worden weggespoeld.

"Ik zou best in beeld willen hebben: wat zijn de afslijt kerngetallen van gewasverzorging door extreme neerslag?" – Agrifirm

4.4.2 Disseminatie urgentie klimaatverandering richting de sector

Niet direct een onderwerp dat meteen is te linken aan de effecten van klimaatverandering op de sector, maar wel een belangrijke sleutelrol is in de transitie naar klimaatadaptief: de disseminatie van kennis en het spreiden van de urgentie van de transitie richting de agrarische sector. Dit onderwerp werd zowel door LTO, VAVI als de stuurgroep ingebracht.



"Hoe maken we boeren bewust van klimaatverandering?" – stuurgroep PPS
Klimaatadaptatie

5 Synthese kennisvragen

De vraagstelling van het whitepaper wordt in dit hoofdstuk beantwoord en luidt als volgt: Welke kennisvragen hebben stakeholders in de akkerbouwsector in relatie tot het veranderende klimaat en de aanpassingen die dit vraagt voor ondernemers?

5.1 Kennisvragen zoetwaterbeheer

Onder het thema zoetwaterbeheer zien we een duidelijke focus op de beschikbaarheid van zoetwater voor het groeiseizoen. Deze zijn terug te brengen tot een overkoepelende selectie aan kennisvragen:

1. Hoe kan een akkerbouwer zelfvoorzienend worden in zoetwater en wat is daarbij het handelingsperspectief?
2. Hoe kan een akkerbouwregio stimuleren dat er op bedrijfsniveau individuele of collectieve watervoorzieningen worden getroffen?
3. Hoe kunnen telers water besparen en op een efficiëntere manier irrigeren?
4. Hoe kan een akkerbouwer de vochtregulerende werking van de bodem optimaliseren?
5. Hoe kan de balans tussen water vasthouden en op tijd afvoeren in de praktijk worden bewerkstelligd, zowel op gebiedsniveau als op bedrijfsniveau?
6. Hoe optimaliseer je de afwatering van het perceel, zonder het oppervlaktewater door af- en uitspoeling te belasten?

Lopend en afgerond onderzoek

Een aantal van deze kennisvragen worden deels al onderzocht in lopende trajecten. Boerderij van de Toekomst Flevoland en de PPS Zoetwaterboeren onderzoeken de potentie van ondergrondse zoetwateropslag. Efficiënte beregening wordt in de PPS Klimaatadaptatie in de Open Teelten onderzocht in vergelijking met druppelirrigatie, en ook in de PPS Waterwerk. Druppelirrigatie wordt daarnaast toegepast in bijvoorbeeld het project Druppelirrigatie en fertigatie in uien, maar ook in aardappels. Ook worden de economische effecten van beregening in het gelijknamige project (2023-2025) onderzocht door WUR Open Teelten. In het project Infiltratiegreppels Zuiderzeeland wordt onderzoek gedaan naar het beperken van afspoeling door toepassing van infiltratiegreppels.

Het bestaande onderzoek neemt niet weg dat de bovengenoemde kennisvragen actueel zijn. De strategie voor zoetwaterbeheer in agrarisch gebied is sterk regionaal en soms lokaal bepaald, met eigen bijbehorende uitdagingen. In de regio's waar ondergrondse opslag van zoet water bijvoorbeeld technisch niet kan of economisch niet uit kan zullen andere oplossingen gevonden moeten worden, individueel of collectief.

5.2 Kennisvragen herinrichting landelijk gebied

Het thema herinrichting landelijk gebied heeft ook kennisvragen in zich met betrekking tot waterbeheer. Bodem en water sturend als sturende principes voor de ruimtelijke ordening roept vragen op voor de akkerbouw. Ook de klimaatrends in combinatie met deze sturende principes roep vragen op over toekomstige klimaatadaptieve teelten- en systemen. Deze zijn terug te brengen tot de volgende kennisvragen:

7. Welke nieuwe teeltsystemen kunnen zorgen voor een klimaatadaptieve akkerbouwsector in gebieden waarin water en bodem sturende principes vragen om aanpassing van de huidige landbouwpraktijken.
8. Wat is de potentie van de veredeling van klimaatrobuste rassen voor hoog salderende gewassen als de aardappel- en uienteelt?

Lopend en afgerond onderzoek

De manier waarop de agrarische sector kan voldoen aan nieuwe trends in de inrichting van het landelijk gebied wordt deels geborgd in onderzoek naar de implementatie van specifieke klimaatmaatregelen op bedrijfsniveau en in gebiedsprocessen. Dit gebeurt in projecten zoals Flexibel waterpeilbeheer in Utrecht-oost, waarin specifiek naar watermaatregelen op bedrijfsniveau wordt gekeken. Echter wordt dergelijk onderzoek vaker gericht op de veehouderij dan op de akkerbouwsector.

Project KLIMAP heeft een bredere focus op het herinrichten van het water- en bodemsysteem op de zandgronden. Echter wordt de stap van een integrale gebiedsbenadering naar de uitwerking in de boerenpraktijk nog niet gezet. De samenkomst van een verscheidenheid aan maatregelen, die ook nog per gebied verschillen, maakt het lastig om deze vertaalslag te maken naar de praktijk. Echter zouden bundelingen van agrarische klimaatmaatregelen in relatie tot specifieke gebieden kunnen worden gemaakt.

Daarnaast doet het consortium Holland Innovative Potato (HIP) momenteel onderzoek op verschillende vlakken, waaronder onderzoek naar stress-tolerante aardappelrassen (Building Block 1).

5.3 Kennisvragen verdienmodellen

Het thema Verdienmodellen heeft kennisvragen opgeleverd over kosten en baten van klimaatadaptieve maatregelen, vooral in relatie tot de impact van het niet treffen van maatregelen. Daarin zijn relaties te leggen met het thema "herinrichting landelijk gebied", rond het economische handelingsperspectief wanneer de condities voor de huidige gangbare teelten veranderen. De vragen zijn deels politiek en daarmee niet per definitie kennisvragen.

De kennisbehoefte is terug te brengen tot de volgende kennisvragen:

9. Wat zijn de economische risico's door klimaatverandering voor de (hoog salderende) akkerbouwgewassen?
10. Wat zijn de kosten en baten van klimaatadaptieve maatregelen voor de (hoog salderende) akkerbouwgewassen?
11. Wat is de impact van het veranderende verloop van het teeltseizoen op de bedrijfsvoering?

Lopend en afgerond onderzoek

De kwantificering van klimaatadaptieve maatregelen op het gebied van water gerelateerde vraagstukken is in lopend onderzoek al geborgd (zie paragraaf 5.1.1 voor toelichting). Andere klimaatadaptieve maatregelen, bijvoorbeeld in relatie tot bodembeheer en grondbewerking, zijn deels in de PPS Beter Bodem Beheer onderzocht. Hierin is bijvoorbeeld gekeken naar het economisch effect van een hogere organische stof aanvoer en het reduceren van de grondbewerking. De kosten en baten van Controlled Traffic Farming zijn in meerdere projecten reeds onderzocht waaronder Smaragd (publicatie 2020).

5.4 Overige kennisvragen

Onder de categorie Overige kennisvragen schalen we twee thema's; Ziekten en plagen, en Disseminatie urgentie Klimaatverandering richting de sector.

De volgende kennisvragen komen hieruit naar voren:

12. Wat is het effect van klimaattrends op de ziekte- en plagendruk in de akkerbouw?
13. Wat is het effect van klimaattrends op de effectiviteit van gewasbeschermingsmiddelen?
14. Wat is het risico van extreme neerslag op de afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen?
15. Hoe kan de bewustwording van boeren over risico's van het veranderende klimaat vergroot worden?

Lopend en afgerond onderzoek

Het effect van klimaattrends op de ziekte- en plagendruk in de akkerbouw is deels inzichtelijk gemaakt door de PPS Klimaatadaptatie in de Open Teelten, voortbouwend op eerdere studies (zie Verstand, *et al.* 2021).

De grootte van het risico en de impact op bedrijfsniveau onder (toekomstige) klimaatverandering is echter nog niet inzichtelijk. Het project Telen met Toekomst heeft deels onderzoek gedaan naar het mechanisme van afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen door vorming van plassen op het perceel. De risico's hiervan zijn nog niet in relatie gebracht tot de (vernieuwde) klimaatscenario's.

5.5 Overzicht kennisvragen en status

In Tabel 5 (volgende pagina) zijn de kennisvragen samengevoegd inclusief een indicatie van de huidige status van onderzoek naar deze kennisvragen. Waar mogelijk is een verwijzing naar de desbetreffende projecten gegeven. In een aantal gevallen is een dubbele status toegekend aan de kennisvraag. De status in kolom 2 is daarbij leidend, maar dekt niet volledig de lading. Zo is er bijvoorbeeld bij kennisvraag 1 veel lopend onderzoek (blauw) maar is daarin minder aandacht voor zandgronden en bovengrondse opslag van zoet water, waardoor de kennis naar verwachting niet volledig is.

Tabel 5 Overzicht van kennisvragen en status. Kleurgradiënt indiceert meerdere statussen van de kennisvragen.

Hoofdthema	Kennisvraag	Project(en)
Zoetwaterbeheer	1. Hoe kan een akkerbouwer zelfvoorzienend worden in zoetwater en wat is daarbij het handelingsperspectief?	PPS Zoetwaterboeren, Boerderij van de Toekomst
	2. Hoe kan een akkerbouwregio stimuleren dat er op bedrijfsniveau individuele of collectieve watervoorzieningen worden getroffen?	
	3. Hoe kunnen telers water besparen en op een efficiëntere manier irrigeren?	PPS Waterwerk, PPS Klimaatadaptatie, Druppelirrigatie en fertigatie in uien, Druppelirrigatie aardappelen
	4. Hoe kan een akkerbouwer de vochtregulerende werking van de bodem optimaliseren?	PPS Beter Bodem Beheer (BBB), PPS Klimaatadaptatie, KLIMAP
	5. Hoe kan de balans tussen water vasthouden en op tijd afvoeren in de praktijk worden bewerkstelligd, zowel op gebiedsniveau als op bedrijfsniveau?	KLIMAP, Water in balans
	6. Hoe optimaliseer je de afwatering van het perceel, zonder het oppervlaktewater door af- en uitspoeling te belasten?	Infiltratiegreppels Waterschap Zuiderzeeland
Herinrichting landelijk gebied	7. Welke nieuwe teeltsystemen kunnen zorgen voor een klimaatadaptieve akkerbouwsector in gebieden waarin water en bodem sturende principes vragen om aanpassing van de huidige landbouwpraktijken.	KLIMAP, Flexibel waterpeilbeheer Utrecht-Oost
	8. Wat is de potentie van de veredeling van klimaatrobuuste rassen voor hoog salderende gewassen als de aardappel- en uienteelt?	HIP1
Verdienmodellen	9. Wat zijn de economische risico's door klimaatverandering voor de (hoog salderende) akkerbouwgewassen?	
	10. Wat zijn de kosten en baten van klimaatadaptieve maatregelen voor de (hoog salderende) akkerbouwgewassen?	Economische effecten van berekening, PPS klimaatadaptatie, Water in Balans, Smaragd, PPS BBB
	11. Wat is de impact van het veranderende verloop van het teeltseizoen op de bedrijfsvoering?	
Overige kennisvragen	12. Wat is het effect van klimaattrends op de ziekte- en plagendruk in de akkerbouw?	PPS Klimaatadaptatie
	13. Wat is het effect van klimaattrends op de effectiviteit van gewasbeschermingsmiddelen?	
	14. Wat is het risico van extreme neerslag op de afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen?	Telen met Toekomst
	15. Hoe kan de bewustwording van boeren over risico's van het veranderende klimaat vergroot worden?	DAW, veelvoud aan kleinere projecten

Legenda

Voldoende kennis beschikbaar
Kennis beschikbaar maar onvolledig
(Veel) lopend onderzoek
Niet of nauwelijks onderzocht

6 Discussie

6.1 Reflectie op de ingebrachte thema's

Uit de analyse blijkt dat bij meerdere stakeholders het hoofdthema zelfvoorzienendheid in zoetwater naar voren komt. Gerelateerd hieraan zijn de subthema's afwatering, en de rol van de bodem in de vochtvoorziening besproken. Onderwerpen die wel naar voren kwamen, maar minder vaak zijn genoemd waren vragen met betrekking tot (bodem)ziekten & plagen, en het effect van vaker voorkomende weersextremen in relatie tot de effectiviteit en mogelijke risico's tot afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen.

Hieruit is af te leiden dat vooral de beschikbaarheid van zoetwater voor het teeltseizoen een onderwerp is met veel onzekerheden en vragen uit de sector. De vragen richten zich op het vasthouden van vocht op bedrijfsniveau, op efficiënter om gaan met water, maar ook op de beschikbaarheid van zoet water op gebiedsniveau. Daarbij is in de analyse ook het belang gebleken om een economisch perspectief te integreren in vervolgonderzoek en zo aandacht te hebben voor het verdienmodel, ofwel de kosten-baten verhouding, van mogelijke maatregelen.

Ook blijkt veel onzekerheid over de mogelijke herinrichting van het landelijk gebied door Water en Bodem als sturende principes, en de impact hiervan voor de akkerbouwsector. In de vertaling van het thema naar kennisvragen hebben we de politieke dilemma's hiervan zijn zo veel mogelijk buiten beschouwing gelaten.

6.2 Klimaattrends

Uit de verschillende hoofd- en subthema's blijkt dat het onderwerp van klimaatadaptatie in de open teelten veel omvat. We hebben te maken met verschillende klimaattrends tegelijkertijd. Toch lijken niet alle klimaattrends dezelfde mate van aandacht te krijgen in de sector. Aangezien de KNMI'2023 Klimaatscenario's in oktober 2023 gepubliceerd zijn kijken we in dit geval naar de klimaattrends uit de Nationale Adaptatiestrategie van 2016. De klimaattrend "het wordt droger" en de uitdagingen die dit biedt voor de akkerbouw zijn gemiddeld het meest in het vizier bij de respondenten. "De zeespiegel stijgt" wordt als klimaattrend zelf niet genoemd, maar wel het effect hiervan: de toenemende verzilting van grond- en oppervlaktewater in de kustgebieden. Het thema verzilting wordt via het Kenniscluster Verzilting (start 2023) opgepakt en heeft directe relatie met het hoofdthema zelfvoorzienendheid in zoetwater.

De klimaattrend "het wordt natter" is beperkt genoemd in relatie tot afwatering en waterkwaliteit, en in relatie tot toenemende bodemerosie door hoosbuien. De klimaattrend "het wordt warmer" heeft een beperkt aantal kennisvragen opgeleverd uit de sector.

6.3 Methode

De methode van het semigestructureerd interview heeft respondenten ruimte gegeven om zelf te prioriteren in welke klimaattrends uitdagingen en kennisvragen met zich meebrengen. Gezien de variatie in de geïnterviewde stakeholderpartijen is de verwachting dat deze whitepaper een goed beeld geeft van de huidige kennisvragen in de akkerbouw sector. Dat wil niet zeggen dat de weergegeven resultaten ook daadwerkelijk representatief zijn voor de hele sector. Hiervoor is het aantal respondenten te klein en zouden meerdere personen van dezelfde partij geïnterviewd moeten worden. Input vanuit agrarische ondernemers is zo goed mogelijk vertegenwoordigd door de geïnterviewde partijen.

De synthese van de kennisvragen is gedaan op basis van expertoordelen. Vanuit de resultaten is een selectie gemaakt en zijn een aantal vergelijkbare vragen samengevoegd en herschreven.

Literatuur

Berkhout, P., Beldman, A., Bondt, N., van Everdingen, W., Hoste, R., Jager, J., ... & Smit, P. (2022). *Mogelijke inkomenseffecten van de oorlog in Oekraïne voor bedrijven in de land-en tuinbouw: Tweede verkenning, september 2022* (No. 2022-112). Wageningen Economic Research.

Bus, C. B., Van Loon, C. D., & Veerman, A. (2003). Teelt van poot aardappelen. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Dean, G. J. (1974). The overwintering and abundance of cereal aphids. *Annals of Applied Biology*, 76(1), 1– 7. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1974.tb01351.x>

Hammingh, P., Abels-van Overveld, M., van Beijnum, B., Blomjous, D., Boom, H., van den Born, G. J., ... & Arets, E. (2022). *Klimaat-en Energieverkenning 2022*. PBL Planbureau voor de Leefomgeving.

Haverkort, A. J., & Verhagen, A. (2008). Climate change and its repercussions for the potato supply chain. In *Potato Research* (Vol. 51, pp. 223–237). Springer. <https://doi.org/10.1007/s11540-008-9107-0>

Helmond, C. V., Schelfhout, D., Folmer, T., & Rijnhout, R. (2023). Procevaluatie afhandeling waterschade Zuid-Nederland.

Herbers & Heinen (2022). Water en Bodem sturend. Kamerbrief Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. I E NW/BSK-2022/283041.

IRS (2020). Complete teelthandleiding. Alles over bieten.

Jongeneel, R., van Meijl, H., Martinez, A. G., Moghayer, S. M., Cui, H., Tabeau, A. A., & Berkhout, P. (2021). *Economische analyse van de impact van de COVID-19-crisis op de Nederlandse agrofoodsector voor de langere termijn (2020-2025)* (No. 2021-070). Wageningen Economic Research.

Kennisportaal Klimaatadaptatie Nederland (z.d.). *Impact van klimaatverandering op economie, mens en natuur en milieu*. Geraadpleegd op 04 mei 2023, klimaatadaptatienederland.nl/overheden/nas/impact-klimaatverandering/

Klostermann, J. E. M., & Veraart, J. A. (2022). *Water en Ruimtelijke Ordening: instrumenten voor betere afstemming: Deltafact*. Stowa.

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) (2023). KNMI'23-klimaatsscenario's voor Nederland.

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) (z.d.). *Zomerse dagen*. KNMI. Geraadpleegd op 04 mei 2023, knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/zomerse-dagen

Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (11 september 2020). Nationale Omgevingsvisie.

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2020). Klimaatplan 2021-2030.

Minnen, J. V., Ligtoet, W., Bree, L. V., Hollander, G. D., Visser, H., Schrier, G., ... & Wardekker, J. A. (2012). Effecten van klimaatverandering in Nederland: 2012. *Beleidsstudies*, 1-125.
NAS (2016). Nationale klimaatadaptatiestrategie 2016 – Aanpassen met ambitie. Bezocht via; [nas_rapport_5_2_1\(1\).pdf](#)

Rijksoverheid (2018). Visie Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en Verbonden. Beleidsnota.
Stokkers, R., Prins, H., Meer, R. van der, & Jager, J. (2018). Effecten droogte en hitte op inkomens
land-en tuinbouw: Update begin oktober.

Sukkel, W., Van Leeuwen-Haagsma, W. K., Van Balen, D. J. M., & Holwerda, J. (2004). Zeven
teelten in praktijk Teelthandleidingen voor biologisch geteelde gewassen.

Topsectoren (2020). Kennis- en Innovatieagenda (KIA) Landbouw, Water, Voedsel 2020-2023.
Verhagen, J., van Asseldonk, M., & Pronk, A. (2018). Open teelten en klimaatadaptatie in relatie tot
de financiële weerbaarheid (No. WPR-755). Wageningen University & Research, Wageningen Plant Research,
Business unit Agrosystem.

Verstand, D., Bijker, W., & Simonse, D. (2021). *Klimaatrisico's en kansen in de open teelten* (No.
WPR-902). Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten.

Verstand, D., Schaap, B., Schoorlemmer, H., De Wolf, P., van Balen, D., & Verhagen, J. (2020).
Klimaatadaptatie in de open teelten. *Inventarisatie van klimaatrends, risico's en adaptatiemaatregelen voor
boerenbedrijven in de open teelten. Wageningen Research, rapport WPR-824.*

Wit de, J. (2010). Klimaat en landbouw Noord-Nederland: adaptatiemaatregelen. Rapportage fase
III: actieplannen voor Noord-Nederland voor aanpassing aan klimaatverandering. 190722.

Witmer, M., Franken, R., van Minnen, J., Beijer, E. & Kirkels, F. (2023). Nationale
Klimaatrisicoanalyse 2022-2026; Uitwerking analysemethodiek.

Bijlage 1 Overzicht lopende klimaatprojecten

Tabel 6. Lijst van lopende klimaatgerelateerde projecten.

Projectnaam	Hoofdvraag
PPS Beter Bodembeheer	Het doel van de PPS Beter Bodembeheer, integraal naar de praktijk is om de kennisontwikkeling rond integraal bodembeheer vanuit de voorgaande PPS-en Duurzaam bodembeheer 2013-2016, en de PPS Beter Bodembeheer 2017-2020 (www.beterbodembeheer.nl) te integreren, te vertalen naar praktische boodschappen en adviezen voor de praktijk en inzicht te geven in overblijvende kennishiaten voor de open teelten. Daarnaast is het doel om de kennis te verdiepen op enkele specifieke onderwerpen: 1) bodembioïologie en bodemweerbaarheid tegen ziekten en plagen, 2) organische stof en bemesting en 3) het meten en waarderen van integrale bodemkwaliteit en advies.
PPS Evolutie naar de volgende generatie duurzame landbouwsystemen	In dit project wordt gewerkt aan nieuwe geïntegreerde oplossingen voor beslissingsondersteuning en bedrijfsvoering
PPS Groenbemesters	Doel van dit project is het onderzoeken van de effecten van groenbemesters en hun mengsels op de microbiële gemeenschap in de bodem in relatie tot mogelijke ziekte-onderdrukkende eigenschappen.
PPS Klimaatadaptatie Open Teelten	Binnen deze PPS wordt in vier verschillende deelonderzoeken gewerkt aan maatregelen die een teler kan nemen om klimaatrisico's doelgericht beheersbaar te houden.
PPS Precisielandbouw 4.0	Het project moet een gezamenlijke basis leggen voor grootschalig, slim, veilig, transparant en 'in control' gebruik van data in de open teelten en agrifoodketens in Nederland.
Project Nutriëntenbalans Akkerbouw	Binnen dit project wordt gebruik gemaakt van een rekeninstrument (voorheen KringloopWijzer Akkerbouw) dat een inschatting maakt van eventuele tekorten of overschotten van stikstof, fosfaat en organische stof, en de emissies die daarmee verbonden zijn.
Project Invloed verzilting op klei	Dit project kijkt onder meer naar het veranderen van de structuur en bewerkbaarheid van de bodem. Daarnaast brengt het project in beeld wat de gevolgen zijn voor de gewasgroei, opbrengsten en kwaliteit van de te oogsten gewassen.
PPS Zoetwaterboeren	Deze PPS Zoetwaterboeren (voorheen Campus Agrarisch Waterbeheer) biedt oplossingen en handvatten, zodat akkerbouwers als watermanagers hun bedrijf kunnen runnen en flexibel kunnen inspelen op (sterk) wisselende omstandigheden.
PPS Waterwerk	Het project richt zich op watergebruik en waterbesparingen, opbrengst en gewaskwaliteit, opname en uitspoeling van nutriënten, bodemkwaliteit en bodembiodiversiteit.
Beregenen op zon	Het doel van dit project is het stimuleren van boeren en tuinders om eigen opgewekte zonne-energie te gebruiken voor de beregeningsinstallatie om zo het land te beregenen.
Natuurlijk Kapitaal	Het doel van dit project is het bewerkstelligen van intensievere samenwerking tussen landbouw, recreatie en industrie in Nationaal Park Sallandse Heuvelrug en Twents Reggedal.
Akkerranden in de Oldambtster praktijk	Het doel is om de teelt van akkerranden te verbeteren en zo mogelijke drempels voor het werken met akkerranden weg te nemen.
Gronings Graan Groener en Grondiger (4G)	Delphy en SPNA Ebelsheerd doen samen met de Graanacademie onderzoek naar toekomstbestendige graanteelt in het project "Gronings Graan Groener en Grondiger". De focus van de verschillende proeven ligt op: Kostprijsverlaging, Weerbare planten, Productie van geschikte granen voor de regionale keten.
Salty Soil – Verziltingsonderzoek	Oplossingen worden reeds gezocht, bijvoorbeeld in het telen van gewassen die een mate van resistentie hebben voor een zoute bodem en zout grondwater. Maar wat gebeurt er nou precies met de bodem, het water en het gewas wanneer verzilting zijn intrede doet?
TRIJNTJE	Het beoogde resultaat is een webbased applicatie (op smartphone en/of PC) die inzicht geeft in het waterbergend vermogen van landbouwpercelen.
Stikstof Telen	In het project "Stikstof Telen" is een natuurinclusief en circulair akkerbouwsysteem ontwikkeld en overdraagbaar gemaakt met maximale inzet van natuurlijke processen en resulterend in minimale (milieu) verliezen en vrijwel marktconforme opbrengsten.
Evergreen Akkerbouw Noord-Nederland	Kennis over verduurzaming in de akkerbouw met focus op de teelt van groenbemesters.
Biorural	Versnellen van de integratie van circulaire biobased oplossingen in Europese landbouwgebieden.
Beatles	Gedragsverandering naar klimaatslimme landbouw en slimme landbouwtechnologieën versnellen
Druppelirrigatie en fertigatie in uien	In deze proef wordt onderzocht of met fertigatie in uien minder stikstofuitspoeling is dan met volveldsberegening en -bemesting.
BBWP: BedrijfsBodemWaterPlan	Maatwerk wat handvatten voor voldoende watervasthoudend vermogen, het bufferend vermogen en nutriëntbenutting van de bodem te vergroten.
BodemUP: haal meer uit je bodem	Betere bodemvruchtbaarheid en nutriëntbenutting.
Grip op water	Samen met Cegeka ontwikkelt Inventeers en IoT een sensorplatform om geïntegreerd inzicht te bieden in waterkwaliteit, scheepvaartbewegingen en waterpeilen.
KLIMAP (Klimaatadaptatie in de Praktijk)	24 partijen onderzoeken samen hoe het water- en bodemsysteem op de zandgronden klimaatadaptief kan worden ingericht voor landbouw en natuur.

Klimrek (Vlaanderen)	Klimrek is een VLAIO-landbouwtraject dat opgestart is in september 2019. In dit project werken ILVO, Boerenbond en VITO vier jaar lang samen aan een klimaattraject voor melkveehouders, varkenshouders, en akkerbouwers met aardappelen in het teeltplan. Hiervoor gaat een klimaatconsulent 'de boer op' met een gerichte klimaatscan en klimaatkoers om de landbouwers te ondersteunen bij het overstappen naar een meer klimaatvriendelijke en klimaatrobuuste bedrijfsvoering waarbij het gemak voor de landbouwer en de economische haalbaarheid ook in rekening worden gebracht.
Van Bodemkennis naar Bodemkunde	In het project Van bodemkennis naar bodemkunde bieden we akkerbouwers, tuinders en veehouders in Drenthe, Groningen en Friesland op een laagdrempelige manier toegang tot informatie die helpt de bodem te verbeteren.
Meer waarde in de Veenkolonien door Innovatieve samenwerking	De samenwerkingspartners binnen Innovatie Veenkolonien hebben de handschoen opgepakt om met elkaar een gebiedsplan op te stellen. Vanuit het subsidieproject "Meer waarde in de Veenkolonien door Innovatieve samenwerking" is eind 2022 het projectteam voor het opstellen van een gebiedsplan voor de eerste keer bij elkaar gekomen.
BouwBoeren (Utrecht)	Binnen een regionale samenwerking van boeren, adviseurs en bouwers een proof of concept (proefopstelling) ontwikkelen die het mogelijk maakt om op grote schaal klimaatpositief teeltgewassen te verbouwen.
Flexibel waterpeilbeheer in Utrecht-oost	Flexibel waterpeilbeheer op bedrijfsniveau met o.a. boerenstuwten om in te spelen op veranderende klimaatomstandigheden
Kennisdeling transitie naar een regeneratieve permacultuur voor agrarische ondernemers (Utrecht)	Door het toegankelijk maken van ons netwerk en kennis willen we agrarische ondernemers de juiste ingrediënten bieden voor een succesvolle transitie van hun bedrijf naar een regeneratieve permacultuur.
Bodem in Beeld (Groningen)	Tegengaan van bodemverdichting in de suikerbietenteelt door ombouwen, aanpassen en afstellen van machines, zodat deze weinig rijbewegingen hoeven te maken en minimale bodemdruk geven.
HW2O – Pijler 2 – Klimaatadaptief bodemvochtbeheer	Sluiten van water- en nutriëntenkringlopen bij open teelten door de aanleg van een Adaptief GrondwaterPeil beheerSysteem voorhet actief sturen van de bodemvochtbehouding
Samenwerken voor Zoetwater (Zeeland)	Ontwikkeling van drie proefpercelen waarbij verschillende vormen van innovatieve drainage worden getest, gemonitord en geëvalueerd.
Waterhouderij Walcheren, innovatief waterbeheer (Zeeland)	Inrichten en beheren van een duurzaam watersysteem voor de verbetering van de zoetwater beschikbaarheid en waterkwaliteit.
Sensorgestuurde beregeningsinstallatie (Drenthe)	Een beregeningssysteem wordt ontwikkeld, waarbij uitsluitend gerichte beregening plaats vindt op plekken waar een relatief watertekort is vastgesteld.
ZOBAM+ Drenthe	Ontwikkelen van een ondergronds solar- en sensorgestuurd beregeningssysteem. voor o.a. nachtvorstbestrijding en toediening van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen
Zaad Vast & Zeker	Doorontwikkeling van smaakvolle zaadvaste rassen voor extensieve en biodiverse landbouw als alternatief voor F1-hybride rassen
Vruchtbare Kringloop Noord Nederland	Ten aanzien van de thema's bodem, water en klimaat hebben veel agrarische ondernemers vragen over effectief handelingsperspectief. In dit project wordt ingezet op de uitrol van praktische handvatten voor agrariërs om deze uitdagingen op hun bedrijf beter het hoofd te kunnen bieden
Zicht op Bodemstructuur (afgerond)	Het verbeteren van de water- en bodemkwaliteit als basis van toekomstbestendige landbouw door middel van bodem-bewustzijn, het zelf leren lezen van de bodemgesteldheid en het bieden van handelingsperspectief voor duurzaam bodembeheer als structureel onderdeel van de agrarische bedrijfsvoering.
Voorjaarsploegen en winterbedekkende groenbemesters op zwaardere klei; kansen voor klimaatbestendige teeltmaatregelen in Flevoland (afgerond)	Ontwikkelen van een teeltsysteem op basis van voorjaarsploegen voor de wat zwaardere gronden ten behoeve van een betere bodemstructuur, bodemvruchtbaarheid en klimaatweerbaarheid
Samenwerking loonwerkers en Bodemverdichting (afgerond)	Loonwerkers en agrariërs doen kennis op over bodemconditie en ondergrondverdichting en verkennen gezamenlijk hoe ondergrondverdichting tegen te gaan.
Grip de bodem (afgerond)	Agrarische ondernemers, loonwerkers en adviseurs inzicht geven in hoe groot het risico op bodemverdichting is, middels de inzet van mobiel meetapparaat tijdens veld demonstraties.
Pilot natte teelten: waterbeheer met verdienmodel	In project Pilot Natte teelten test waterschap Aa en Maas samen met partners methoden voor waterhuishouding met natte teelten. Daarbij is ook ruimte voor het uitwerken van verdienmodellen.
Infiltratiegreppels Zuiderzeeland	Wateroverlast heeft negatieve gevolgen voor akkerbouwers door schade aan gewassen en het land daardoor onberijdbaar is. Om dit tegen te gaan kunnen akkerbouwers afvoergreppels of -buizen aanleggen waarmee ze overtollig water versneld afvoeren. Hierdoor bestaat echter een risico dat meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen (gbm) afspoelen en de waterkwaliteit van sloten vermindert. Infiltratiegreppels kunnen mogelijk een alternatief bieden om afspoeling te verminderen.
Klimaatstresstest	De Klimaatstresstest is een methode waarmee de onderzoekers de risico's van klimaatverandering voor een specifieke boerderij in beeld brengen.
Risicoprofielen (project Daan)	
Versterkte Kennisverspreiding	Agrarisch Nederland kent een imposant kennislandschap met vele onderzoeksprogramma's, praktijknetwerken, projecten, goede opleidingen en adviseurs. Binnen het DAW wil de pijler

	Versterkte Kennis Verspreiding (VKV) al deze kennis beter vindbaar en toepasbaar maken voor boeren en tuinders. Met als doel boeren en tuinders te helpen aan water- en bodemkennis waarmee zij hun bedrijf verder kunnen verduurzamen en voorbereiden op de toekomst. VKV richt zich op de thema's Nutriënten, Duurzaam Bodembeheer en Klimaatadaptatie en Gewasbeschermingsmiddelen.
Praktijkproeven Perceelsafspoeling Flevoland	De praktijkproeven onderzoeken in welke mate oppervlakkige afspoeling optreedt en welke factoren van invloed zijn op afspoelen. Maatregelen tegen afspoeling worden onderzocht op effectiviteit en praktische toepasbaarheid in de boerenpraktijk.
HIP-onderzoek Building Block 1 (HIP1)	Gaat over productiesystemen en de interactie van de plant met de bodem. Dit Building Block bestaat uit vijf deelprojecten met een looptijd van 5 jaar (2019-2023). - De chemische communicatie tussen de aardappelplant en cyste-nematoden als basis voor duurzame verbetering van de aardappelopbrengst - Stressbestendigheid van aardappelplanten - Markers en modellen voor opbrengst in aardappel - Onderzoek naar een optimale duurzame aardappelproductie - Over de vitaliteit van pootaardappelen
HIP-onderzoek Building Block 2 (HIP2)	Gaat over inhoud stoffen, dat wil zeggen metabolieten en eiwitten, in de aardappelknol. Dit building block beslaat een looptijd van 2 jaar (2017-2018).
HIP-onderzoek Building Block 3 (HIP3)	Gaat over de ontsluiting van ziekte en plaag resistente uit kruisbare aardappel soorten. In de afgelopen jaren is een belangrijke bijdrage geleverd aan het begrijpen en het oplossen van het Phytophthora probleem. Andere ziektes, die evenveel omgevingsbelasting veroorzaken, zijn echter onderbelicht gebleven en verdienen een soortgelijke aanpak die dan ook binnen BB3 (Building Block 3) nagestreefd wordt. Dit Building Block is in 2018 gestart en de WUR activiteiten lopen door t/m 2023. De activiteiten van de bedrijven lopen door t/m 2025.

Bijlage 2 Interview guide

Interview

Datum:

Tijd: xx.xx – xx.xx uur

Locatie: Microsoft Teams

Interviewer: Emma Knol, WPR

Geïnterviewde:

Organisatie:

Introductie	
Fijn dat je in de gelegenheid bent om mee te denken over urgente onderwerpen die spelen in de akkerbouw. De PPS Klimaatadaptatie Open Teelten heeft de afgelopen jaren maatregelen voor een klimaatadaptieve akkerbouw onderzocht. Nu het project dit jaar afloopt, zijn we opzoek naar een vervolg dat aansluit bij de praktijk. Daarom halen wij graag kennishiaten en urgente onderwerpen bij een aantal stakeholders op. Mag ik het gesprek opnemen, zodat ik geen aantekeningen hoeft te maken tijdens het gesprek? Er wordt vertrouwelijk met de opname omgegaan, zoals beschreven in het consentformulier.	
Vragen	Antwoorden
1. Kan je mij iets vertellen over jouw huidige rol binnen xx?/ Wat houdt jouw functie precies in?	
2. Met welke klimaatdossiers houdt xx zich momenteel bezig?/ Waar ben jij momenteel mee bezig?	
3. Welke dossiers zijn het meest urgent? En waarom?	
4. Tegen welke klimaatvraagstukken lopen agrariërs momenteel aan?	
5. Welke beleidstrends voor de landbouw zie jij momenteel op de sector afkomen?	
6. Van welk klimaatbeleid is nu nog geen sprake, maar zal in de toekomst urgent worden?	
7. Kijkend naar de lange termijn, welke bottlenecks, veroorzaakt door klimaatverandering, verwacht je voor de toekomst?	
8. Op welk thema zie jij nog een kennisleemte?/Op welk thema is onderzoek van belang?	
9. Als je een thema mocht kiezen, welk thema heeft de meeste prioriteit op de korte termijn?	
10. Als je een thema mocht kiezen, welk thema heeft de meeste prioriteit op lange termijn?	
11. Welke klimaatprojecten lopen er vanuit jouw organisatie?	
12. Wat is de focus van deze projecten? / wat is de onderzoeksvraag binnen dit project?	
Hartelijk dank voor jouw input en tijd voor dit gesprek. Ik zal het definitieve whitepaper delen. • Zijn er nog vragen vanuit jouw kant?	

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen University & Research

Open Teelten

Edelhertweg 1

Postbus 430

8200 AK Lelystad

T (+31)320 29 11 11

www.wur.nl/openteelten

info.openteelten@wur.nl

Rapport WPR-OT 1057

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
