

Klimaatstresstest voor de open teelt

Gesprekstool voor het inzichtelijk maken van de risico's van klimaatverandering op bedrijfsniveau en handvatten voor maatregelen



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

WPR-OT-1192



Klimaatstresstest

Hoe klimaatbestendig is jouw bedrijf?

Bereken het hier.

Geef je 4-cijferige postcode op



Selecteer gewas



ha



Totaal: 0 ha

Gewas toevoegen +



Bereken risico



Klimaatstresstest voor de open teelt

Gesprekstoel voor het inzichtelijk maken van de risico's van klimaatverandering op bedrijfsniveau en handvatten voor maatregelen

Emma Knol, Luc Buvelot, William Bijker, Herman Schoorlemmer, Rik Peters, Hilfred Huiting, Bert Evenhuis & Leendert Molendijk

Wageningen Open Teelten

Dit onderzoek is in opdracht van het ministerie van LNV uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Open Teelten, (projectnummer BO-43-208.03-016)

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, Januari 2026



Klimaatstresstest

Hoe klimaatbestendig is jouw bedrijf?



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Rapport WPR-OT-1192

Knol, E. E., Buvelot, L., Bijker, J. W., Schoorlemmer, H. B., Peters, R., Huiting, H. F., Evenhuis, A. & Molendijk, L. P. G., 2026. *Klimaatstresstest; Gesprekstoel voor het inzichtelijk maken van risico's van klimaatverandering op bedrijfsniveau*. Wageningen Research, Rapport WPR-OT-1192.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/707682>

Trefwoorden: Klimaatverandering, klimaatrisico, open teelt, landbouw, tool, dialoog

© 2024 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; 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 verveelvoudigd, 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 is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-OT-1192

Foto omslag: klimaatstresstest.nl
Ontwerp Klimaatstresstest: BNEW
Toolontwikkeling: Gaaf - Digital Agency

Dit werk is gelicentieerd onder de Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 licentie. Deze licentie stelt hergebruikers in staat om het materiaal te verveelvoudigen en te delen in elk medium of bestandsformaat, mits in onaangepaste vorm, alleen voor niet-commerciële doeleinden en alleen zolang de maker en de bron worden vermeld. Verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden of zijn voorbehouden.

©2025 Stichting Wageningen Research (WR), onderzoeksinstituut Wageningen Plant Research, Business Unit Open Teelten, Postbus 430, 8200 AK Lelystad, T +31 320 291111; <https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksinstituten/plantresearch/open-teelten.htm>;

KvK 09098104 te Arnhem; VAT NL no. 8113.83.696.B07.

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



Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	7
1 Introductie	9
2 Leeswijzer	11
3 Ontwikkeling van de Klimaatstresstest	12
3.1 Rekenmodel achter de Klimaatstresstest	12
3.2 Het ontwerpen en testen van de Klimaatstresstest samen met de praktijk	14
3.2.1 De ontwerpstappen	14
3.3 Expertinschattingen voor ziekten & plagen	17
3.3.1 Het effect van klimaatverandering op ontwikkeling van ziekten & plagen	17
3.3.2 Beschrijving van de methodiek expertinschattingen	19
3.4 Handvatten voor passende klimaatmaatregelen	22
3.4.1 Maatregelfactsheets	22
4 Eindversie tool en toepassing op bedrijfsniveau	23
4.1 Inkijkje in de Klimaatstresstest	23
4.2 Zelf aan de slag met de Klimaatstresstest?	26
5 Discussie	27
5.1 Interpretatie van de resultaten	27
5.1.1 Betrouwbaarheid en interactie van klimaatrisico's	27
5.1.2 Reikwijdte en beperkingen van de Klimaatstresstest	27
5.1.3 Leren en handelen met de Klimaatstresstest	28
5.1.4 Reflectie op het ontwerpproces	28
5.2 Aanbevelingen - suggesties voor een vervolg	29
5.2.1 Verdere uitbreiding Klimaatstresstest	29
5.2.2 Inbedding	29
Literatuur	30
Bijlage 1 Draaiboek workshop Klimaatstresstest	31
Bijlage 2 Individuele inschattingen ziekten & plagen	32
Bijlage 3 Overzicht van adaptatiemaatregelen in de Klimaatstresstest	38

Woord vooraf

De landbouw staat voor de uitdaging om zich aan te passen aan een veranderend klimaat. Vanuit de agrarische praktijk klinkt de vraag: hoe start ik het gesprek over klimaatverandering en wat betekent klimaatverandering concreet voor mijn bedrijf? Vanuit deze behoefte is de Klimaatstresstest ontwikkeld. De Klimaatstresstest is een gesprekstool die in de agrarische praktijk (boeren, adviseurs, groen onderwijs, financiële partijen) kan worden ingezet om het gesprek over klimaatverandering aan te gaan. Het doel van de tool is om op een toegankelijke manier inzicht te geven in de risico's van klimaatverandering op bedrijfsniveau, en handvatten te bieden voor verdere stappen.

De Klimaatstresstest is opgesteld in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN) en in nauwe samenwerking met LTO Noord, ZLTO, Aeres Hogeschool, Verbond van Verzekeraars, ING, BO Akkerbouw & Agrifirm.

Samenvatting

Ons klimaat verandert: de temperatuur stijgt, het wordt droger in de zomer, natter in de winter en piekbuien komen vaker voor. De gevolgen hiervan zijn direct merkbaar in de landbouw, waar deze klimaatrisico's leiden tot een toenemende druk op bedrijfsresultaten. Overheden, agrariërs en adviseurs erkennen het belang van gezamenlijk actie en kennisdeling om de sector klimaatbestendig te maken tegen deze veranderingen. Binnen het eerdere Kennis op Maat project KlimaatAdaptatie Netwerk Open teelten (KANO) is daarom gewerkt aan het toegankelijk maken van kennis over klimaatverandering en -adaptatie met als doel het gesprek over klimaatverandering op het boerenerv te versterken, mede middels een risicoberekening op regionaal niveau (Verstand et al., 2020; Bijker & Verstand, 2020). Een belangrijke vervolgvraag die in dit project ontstond was de ontwikkeling van een tool die met minimale invoer van bedrijfsgegevens inzicht geeft in de risico's van klimaatverandering op bedrijfsniveau.

In samenwerking met verschillende praktijkpartijen is daarom een gesprekstool ontwikkeld – de Klimaatstresstest – die zowel boeren als erfbetreders ondersteunt in het faciliteren van het gesprek over klimaatverandering. Met behulp van het model Waterwijzer Landbouw (2018), financiële cijfers uit de KWIN AGV (2025) en expertinschattingen voor het klimaatrisico van ziekten & plagen is de tool voor het bedrijfsniveau vormgegeven. Door samen te werken met partijen uit de praktijk is een gebruiksvriendelijk instrument ontwikkeld dat goed aansluit op de agrarische praktijk. Belangrijke criteria voor het ontwerp van de Klimaatstresstest waren de waarborging van de gebruiksvriendelijkheid, het vinden van aansluiting bij bestaande kennis en de visuele aantrekkelijke presentatie van risico's. De Klimaatstresstest geeft inzicht in het risico op bouwplanniveau (€/ha/jaar), de verwachte verandering in fysieke opbrengst (%) per gewas in het bouwplan, en de onderliggende oorzaken van deze verandering (droogte, natheid, impact op de bewerkbaarheid van het land, ziekten & plagen). Daarnaast laat de tool zien wat de maximaal haalbare opbrengst zou kunnen zijn door toename van straling en temperatuur, uitgaand van een optimaal groeiseizoen.

Om agrariërs concrete handvatten te bieden om klimaatrisico's te beperken of voorkomen, zijn maatregelfactsheets aan de Klimaatstresstest toegevoegd. Deze factsheets geven informatie over de maatregel, het klimaatrisico dat ermee wordt aangepakt, de potentiële voor- en nadelen, kosten en baten, praktijkervaringen, aandachtspunten bij uitvoering, en de effectiviteit en toepasbaarheid.

De Klimaatstresstest vormt een substantiële doorontwikkeling ten opzichte van de eerdere berekeningen uit Verstand et al. (2020) en Bijker & Verstand (2020). De tool is uitgebreid gepresenteerd, getest en bediscussieerd in verschillende bijeenkomsten en een praktijksessie. Hieruit is gebleken dat de tool effectief het gesprek over klimaatverandering en de bijkomende risico's op bedrijfsniveau ondersteunt. Ook adviseurs, het onderwijs en financiële instellingen erkennen de meerwaarde van de tool als laagdrempelig en onderbouwd hulpmiddel om klimaatkwetsbaarheid te identificeren en bespreekbaar te maken. Belangrijk is dat de Klimaatstresstest rust op een sterk wetenschappelijk fundament. Zo zijn de rekenkundige kern en de klimaateffectbeoordeling verfijnd met onder meer de Waterwijzer Landbouw, actuele kennis over klimaatrisico's en een systematische methode om de risico's van klimaatverandering op ziekten & plagen in te schatten. Hiermee biedt de vernieuwde Klimaatstresstest een betrouwbaarder, robuuster en breder onderbouwde gesprekstool.

De kracht van de Klimaatstresstest ligt in het zichtbaar maken van risico's op bedrijfsniveau, maar de resultaten moeten altijd in de context van het bedrijf worden geplaatst. De resultaten van de Klimaatstresstest vragen daarom om zorgvuldige interpretatie. Klimaatrisico's zoals droogte, wateroverlast en ziekten & plagen beïnvloeden elkaar, waardoor de uitkomsten niet als geïsoleerde voorspellingen moeten worden gezien, maar als richtinggevend signalen. Daarnaast is ook verzilting als klimaatrisico nog niet in de Klimaatstresstest opgenomen. De betrouwbaarheid van de resultaten hangt bovendien af van aannames in klimaatscenario's en lokale omstandigheden van het bedrijf.

De tool richt zich vooral op de fysieke blootstelling van bedrijven aan klimaateffecten en niet op de sociaaleconomische factoren, zoals bedrijfsstrategie of investeringsruimte.

Mogelijke vervolgstappen zijn het verwerken van de nieuwe KNMI-klimaatscenario's (2023) en het uitbreiden van het aantal gewassen in de Waterwijzer Landbouw (Werkgroep Waterwijzer Landbouw, 2018), het toevoegen verziltingsrisico's en het uitbreiden van de maatregelenlijst.

De klimaatstresstest is gratis te gebruiken via www.klimaatstresstest.nl

1 Introductie

Ons klimaat staat onder druk: de temperatuur stijgt, het weer wordt extremer met nattere én drogere periodes, en de kans op verzilting neemt toe (KNMI, 2023). De impact van klimaatverandering wordt steeds zichtbaarder op boerenbedrijven, zoals in de droge jaren van 2018 en 2019 of het extreem natte jaar 2023 (Van Hinsberg et al., 2024; Stokkers et al., 2018). De open teelt wordt rechtstreeks getroffen door de gevolgen van klimaatverandering.

Klimaatverandering

Het KNMI (2023) heeft vier klimaatscenario's voor Nederland ontwikkeld voor de jaren 2050 en 2100 die verwachte trends in het klimaat laten zien (Figuur 1). Deze scenario's zijn gebaseerd op twee ontwikkelingen: lage versus hoge CO₂-uitstoot en een verdrogend versus een vernattend klimaat. Alle scenario's laten zien dat Nederland te maken krijgt met hogere temperaturen, meer hitte-extremen, nattere winters en grotere kans op zware buien, terwijl de zomers gemiddeld droger worden. De scenario's verschillen vooral in de mate waarin deze ontwikkelingen doorzetten: bij hogere wereldwijde uitstoot van broeikasgassen nemen temperatuur, droogte, extreme neerslag en zeespiegelstijging sterker toe, terwijl bij lage uitstoot de veranderingen gematigder blijven. Daarmee geven de scenario's de bandbreedte aan waarbinnen het Nederlandse klimaat zich de komende decennia waarschijnlijk zal ontwikkelen.



Figuur 1 De vier scenario's voor klimaatverandering in Nederland rond het jaar 2100 (KNMI, 2023).

Agrariërs ervaren de gevolgen direct in hun teelten en bedrijfsresultaten. Voorbeelden hiervan zijn schade door droogte of wateroverlast, stijgende kosten en daardoor dalende bedrijfsopbrengsten. Overheidsorganisaties voelen een gedeelde verantwoordelijkheid in het omgaan met klimaatverandering binnen de land- en tuinbouw, zoals bij de uitdagingen rondom een teveel of tekort aan water en fluctuaties in de waterkwaliteit. Thema's zoals klimaatadaptatie en -mitigatie staan daarom inmiddels hoog op de politieke en agrarische agenda (Rijksoverheid, 2024). Inzichten in het toekomstige klimaat en de toename van extreme weersomstandigheden benadrukken de urgentie van het onderwerp.

Eerdere projecten

Uit eerdere projecten blijkt dat veel boeren gewend zijn aan wisselende weersomstandigheden, waardoor zij de urgentie van klimaatverandering en de mogelijke effecten op de lange termijn vaak niet volledig erkennen. Dit kan ertoe leiden dat er weinig of geen adaptieve maatregelen worden genomen. Vooral bij het optreden van echte extreme weersomstandigheden bestaat vaak het gevoel dat er toch weinig tegen te doen is. Het is daarom van belang de risico's van klimaatverandering inzichtelijk te maken, zodat de mogelijke gevolgen voor het bedrijf verkend kunnen worden en te kijken of en welke maatregelen er mogelijk zijn.

Boeren, adviseurs en overheden erkennen het belang van een goed gesprek over klimaatverandering op het boerenerf. De afgelopen jaren is er daarom volop geëxperimenteerd met maatregelen in het landelijk gebied, onder andere via het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW). In 2019 werd het project Kennis op Maat: *KlimaatAdaptatie Netwerk Open teelten* (KANO) gestart, in samenwerking met de *Versterkte Kennis Verspreiding* (VKV) van DAW. Dit project richtte zich op het toegankelijk maken en verspreiden van kennis over klimaatadaptatie naar boeren en tuinders in de open teelten. De nadruk lag hierbij op het zichtbaar en bespreekbaar maken van de gevolgen van klimaatverandering voor landbouwbedrijven. Daarnaast werd kennis uitgewisseld over concrete maatregelen om bedrijven weerbaarder te maken tegen klimaatveranderingen. Voor deze kennisuitwisseling zijn diverse bijeenkomsten georganiseerd, waarin partijen met elkaar in gesprek konden gaan over klimaatverandering en mogelijke oplossingen.

In het project *Klimaatadaptatie in de open teelten* (Verstand et al., 2020) is niet alleen kennis uitgewisseld, maar ook onderzoek gedaan naar klimaattrends, risico's en mogelijke adaptatiemaatregelen voor bedrijven in de open teelten. In het project werd bestaande kennis, zoals die uit de Agroklimatekalender en de KNMI-klimaatscenario's, toegankelijk gemaakt voor boeren en tuinders. Dit gebeurde op bedrijfsniveau: een gemiddeld bedrijf en bijbehorend bouwplan voor een aantal verschillende regio's in Nederland. Naast het in kaart brengen van risico's, is onderzocht welke adaptatiemaatregelen effectief zijn en welke risico's hiermee kunnen worden verminderd. De berekening bleek vooral in regionale groepsbijeenkomsten een waardevol hulpmiddel.

Aanleiding ontwikkeling Klimaatstresstest

Tijdens de groepsbijeenkomsten van het KANO-project bleek dat agrariërs behoefte hadden aan meer maatwerk. Voor individueel gebruik op bedrijfsniveau bleken echter nog enkele validaties en aanpassingen nodig. Dit bood mogelijkheden om de berekeningen uit Verstand et al. (202) verder te specificeren en de uitkomsten beter af te stemmen op verschillende grondsoorten en bedrijfssituaties die aansluiten bij het eigen bouwplan. Dit gaf de aanleiding om de Klimaatstresstest te ontwikkelen.

De basis voor ontwikkeling van de Klimaatstresstest en het inzicht in de klimaatrisico's ligt bij het model Waterwijzer Landbouw (WWL) (2018). De WWL is een modelmatig instrument voor het bepalen van effecten van de verandering in hydrologische condities, zoals droogte- en zuurstofstress, op gewasopbrengsten. Daarnaast zou een inschatting van de risico's van klimaattrends op de impact van ziekten & plagen op de open teelt van toegevoegde waarde zijn aan de Klimaatstresstest. Inbedding van de WWL en systematische inschattingen van de risico's van ziekten & plagen heeft gezorgd voor het ontwikkelen van de Klimaatstresstest die een beter gefundeerde wetenschappelijke basis heeft dan berekeningen in voorgaande projecten (Verstand et al., 2020; Bijker & Verstand, 2020).

De Klimaatstresstest biedt erfbetreders praktische handvatten om met boeren in gesprek te gaan over klimaatverandering en mogelijke maatregelen door bedrijfsspecifieke resultaten te bieden en daarmee agrariërs ondersteunt bij hun strategievorming rond klimaatadaptatie. Door samen te werken met agrariërs, erfbetreders, het onderwijs en het bedrijfsleven is de Klimaatstresstest uitgegroeid tot een gebruiksvriendelijke tool die inzicht geeft in de klimaatrisico's op bedrijfsniveau. Deze resultaten worden gekoppeld aan mogelijke adaptatiemaatregelen, zodat erfbetreders gerichte adviezen kunnen geven voor het verhogen van de weerbaarheid tegen klimaatverandering. De tool kan ingebed worden in het lesmateriaal van betrokken onderwijsinstellingen, en gedeeld worden met het bedrijfsleven en via het programma VKV van het DAW in de praktijk worden toegepast. Zo wordt gezorgd dat de inzichten uit het project breed toegankelijk en bruikbaar zijn.

2 Leeswijzer

Dit rapport is bedoeld als toelichting op de achtergronden van het ontwerp van de Klimaatstresstest en verantwoording van gemaakte keuzen bij de ontwikkeling van de tool. Het is bedoeld voor organisaties die de tool in hun programma's en modules willen inbedden en voor onderzoekers en ontwikkelaars die het verder willen uitbouwen.

Het rapport bestaat uit de volgende onderdelen. In hoofdstuk 3 wordt de totstandkoming van de Klimaatstresstest stap voor stap uiteengezet. Daarbij komen zowel het rekenmodel achter de Klimaatstresstest, de gezamenlijke ontwerp- en testfasen met praktijkpartners, als de expertinschattingen die voor het risico op ziekten & plagen zijn gedaan aan bod.

Hoofdstuk 4 biedt vervolgens een inkijkje in de eindversie van de Klimaatstresstest en laat zien hoe de tool in de praktijk op bedrijfsniveau kan worden ingezet.

In hoofdstuk 5 worden de belangrijkste bevindingen geduid en gereflecteerd, waaronder de betrouwbaarheid van de resultaten, de reikwijdte en beperkingen van de tool en lessen uit het ontwikkelproces. Dit hoofdstuk bevat bovendien aanbevelingen voor verdere doorontwikkeling en inbedding van de Klimaatstresstest in de praktijk.

Het rapport sluit af met een literatuurlijst, gevolgd door drie bijlagen: een draaiboek van de workshop waarin de tool is getest, een overzicht van de individuele expertinschattingen voor ziekten & plagen, en een compleet overzicht van adaptatiemaatregelen die in de Klimaatstresstest zijn opgenomen.

3 Ontwikkeling van de Klimaatstresstest

De praktijktool 'Klimaatstresstest' bouwt voor op de kennis en het rekenmodel die zijn vormgegeven in 2 voorgaande onderzoeksprojecten van Verstand et al. (2020) en Bijker & Verstand (2020). Een belangrijke basis voor de inschatting van het klimaatrisico in deze projecten zijn klimaatdata en klimaatfactoren. Deze worden hieronder toegelicht.

3.1 Rekenmodel achter de Klimaatstresstest

Klimaatdata

De gebruikte klimaatdata in de klimaatstresstest zijn afkomstig van het KNMI (KNMI, sd) en bestaan uit historische weergegevens over een periode van 30 jaar. Daarnaast zijn in de stresstest ook de KNMI'14-scenario's opgenomen die inzicht geven in het mogelijke toekomstige klimaat van Nederland. In de stresstest zijn 5 weerstations doorgerekend: Eelde, De Bilt, Vlissingen, Maastricht en De Kooy. Deze scenario's zijn modelmatige doorrekeningen van toekomstige klimaatomstandigheden, waarbij de historische weerdata zijn getransformeerd naar projecties voor de toekomst. De KNMI'14-scenario's bestaan uit verschillende varianten, gebaseerd op combinaties van een verwachte temperatuurstijging (+1°C of +2°C) en wel of geen verandering in luchtstromingspatronen. Elk scenario geeft inzicht in hoe klimaatvariabelen, zoals temperatuur (minimum, maximum en gemiddeld) en neerslag, zich onder dat specifieke scenario zouden kunnen ontwikkelen. In de stresstest is gekozen voor het scenario rond het jaar 2050.

Klimaatfactoren

De klimaatfactoren in de stresstest zijn gedefinieerd als specifieke weersomstandigheden die schade kunnen veroorzaken aan gewassen. In de klimaatstresstest zijn consumptieaardappel, pootaardappel, suikerbiet, zaaiui, wintertarwe, peen, snijmais, lelie, winterveldboon, zomerveldboon, droge erwt, bruine boon, soja en gras. Voor elk gewas is in de stresstest een selectie gemaakt van klimaatfactoren die van invloed zijn op de opbrengst van het gewas. In de stresstest zijn verschillende typen effecten meegenomen. Directe effecten hebben rechtstreeks invloed op het gewas, zoals een periode van droogte, hittegolven, neerslag of kou. Indirecte effecten zijn effecten die ontstaan door weersomstandigheden waarbij het weersextreem niet direct zorgt voor schade aan het gewas, maar wel voor omstandigheden zorgt die tot schade leidt. Dit is het geval bij ziekten en plagen (warm en nat weer bevordert bijvoorbeeld schimmelziekten zoals Fytoftora), plagen (milde winters zorgen bijvoorbeeld dat insecten makkelijker kunnen overwinteren) en onkruiddruk. Daarnaast zijn er overige effecten, waarbij bepaalde weersomstandigheden ertoe leiden dat werkzaamheden niet kunnen worden uitgevoerd. Denk bijvoorbeeld aan aanhoudend natte periodes aan het begin van het groeiseizoen, die kunnen leiden tot uitstel van het poten. Dit gaat ten koste van de opbrengst. Elke geïdentificeerde klimaatfactor heeft een meteorologische definitie, zoals een bepaald aantal dagen met een bepaalde temperatuur, neerslagsom binnen een specifieke periode of een combinatie van beide. Hierbij is ook meegenomen in welke periode van het groeiseizoen het gewas gevoelig is voor deze klimaatfactor. Daarnaast is per klimaatfactor aangegeven wat de mogelijke schade is bij optreden, uitgedrukt in een bandbreedte tussen een laag en hoog effect.

Op basis van de meteorologische definitie en de periode waarin de klimaatfactor impact kan hebben op het gewas, zijn de frequenties berekend. Deze frequenties geven aan hoe vaak een klimaatfactor in een periode van 30 jaar voorkomt (klimaatperiode). Vervolgens is op basis van weerdata uit de klimaatscenario's een vergelijkbare analyse uitgevoerd om de verwachte veranderingen in frequenties als gevolg van klimaatverandering in beeld te brengen. Met deze analyse is het mogelijk om de effecten van klimaatverandering ten opzichte van de referentieperiode te verkennen en inzicht te krijgen in de effecten van klimaatverandering voor de verschillende gewassen (KWIN AGV, 2025).

Stappenplan Klimaatstresstest

Het berekenen van de klimaatrisico's gebeurt in vier stappen:

1. Verzamelen bedrijfsinformatie: De eerste stap in de klimaatstresstest verzamelt de bedrijfsinformatie en gewassen van het landbouwbedrijf.
2. Identificatie klimaatfactoren: Voor de onderzochte gewassen in de klimaatstresstest zijn de klimaatfactoren uitgelicht met de hoogste frequentieverandering en omvang van de impact.
3. Inschatting risico's: De risico's worden in de stresstest ingeschat aan de hand van de gedefinieerde klimaatfactoren, frequenties (afgeleid van metrologische drempels) en de economische impacts. Het risico in de stresstest wordt berekend aan de hand van de volgende formule:

$$R = P * D$$

Waarbij:

- R = Het verwachte jaarlijkse risico (in euro's per eenheid), veroorzaakt door een bepaalde gebeurtenis.
 - P = De kans dat een bepaalde gebeurtenis in jaar voordoet en tot schade leidt.
 - D = De omvang van de schade die optreedt wanneer de gebeurtenis plaatsvindt.
4. Resultaten en interpretatie: Op basis van de uitkomst kan worden bekeken wat de impact van klimaatverandering is op de verschillende gewassen binnen het bedrijf. Door de risico's per klimaatfactor te berekenen en te wegen naar het areaal, komt naar voren welke gewassen het grootste risico vormen.

De omvang van de schade is gerelateerd aan de opbrengsten die onder normale omstandigheden (bij een geslaagde teelt) zouden worden behaald. De schade wordt uitgedrukt als een percentage van de bruto-geldopbrengst, oftewel het deel van de opbrengst dat verloren gaat ten opzichte van de verwachte opbrengst zonder schade. De bruto-geldopbrengst wordt berekend als de fysieke gewasopbrengst vermenigvuldigd met de marktprijs van het product, waarbij ervan uitgegaan wordt dat de marktprijs niet wordt beïnvloed door specifieke weersomstandigheden. De referentiewaarden voor de bruto-geldopbrengst van de gewassen zijn afkomstig uit de KWIN-AGV. Waar mogelijk zijn de bruto-geldopbrengsten afgeleid per regio.

Update Klimaatstresstest

In het rekenmodel voor klimaatrisico's dat is gebruikt in Verstand et al. (2020) en Bijker & Verstand (2020) vormde expertinschattingen de basis voor het risico op opbrengstverlies door klimaatfactoren. Bij de update van de klimaatstresstest is gekozen voor een vernieuwde aanpak, waarin deze inschattingen zijn vervangen door modelberekeningen van de Waterwijzer Landbouw (2018). Hierdoor ontstaat een nauwkeuriger beeld van de effecten van klimaatverandering op de fysieke gewasopbrengsten. De Waterwijzer Landbouw is een methode die het effect van klimaatverandering op hydrologische omstandigheden vertaalt in de effecten op gewasopbrengsten. Hiervoor maakt de Waterwijzer Landbouw gebruik van modelberekeningen, waarin de temperatuur en neerslaggegevens uit de gekozen weer- en klimaatscenario's worden meegenomen. De Waterwijzer Landbouw onderscheidt zowel directe als indirecte effecten op de gewasopbrengsten. De directe effecten omvatten: droogtestress (waardoor de vochtbeschikbaarheid in de bodem afneemt), zuurstofstress (waardoor onvoldoende zuurstof beschikbaar is voor de wortels) en zoutstress (afname van wateropname, verstoorde en toxische werking en verminderde beworteling). De indirecte effecten omvatten de overige effecten die gelinkt zijn aan hydrologische omstandigheden. Meer specifiek gaat het over effecten zoals beperkte draagkracht van de bodem (bewerkbaarheid, berijdbaarheid en vertrapping), uitstel van zaaien en poten, vertraagde kieming en oogstschade. De Waterwijzer Landbouw neemt indirecte effecten zoals ziekten en plagen en effecten op kwaliteit niet mee.

Voor dit onderzoek is de Waterwijzer Landbouw toegepast met daarin zeven gewassen: aardappel (consumptie & zetmeel), suikerbiet, zaaiui, wintertarwe, zomergerst, snijmais en gras. De gegevens uit de Waterwijzer Landbouw betreffen de potentiële opbrengst onder het KNMI '14 WH-scenario. Deze potentiële opbrengst is berekend op basis van de mogelijke opbrengstveranderingen onder het klimaatscenario door natte omstandigheden, droogte en indirecte effecten (zoals verminderde bodembewerkbaarheid). De datasets bevatten informatie over de regionale potentiële opbrengstveranderingen. Hiervoor zijn postcodegebieden gebruikt, waarbij per gebied de verwachte veranderingen in gewasopbrengsten zijn berekend op basis van de onderliggende Waterwijzer Landbouw-data, die de effecten van klimaatverandering berekenen.

Per postcodegebied is hiermee vervolgens een gemiddelde waarde berekend voor de relevante parameters, zoals opbrengstveranderingen door natte en droge omstandigheden en indirecte effecten. Daarnaast is de invloed van ziekten en plagen meegenomen voor zowel klei- als zandgrond. Met behulp van expertinschattingen hebben verschillende experts voor beide grondsoorten een inschatting gemaakt van de effecten totale impact van ziekten en plagen. De expertinschattingen hebben voor het HD-klimaatsscenario voor 2050, waarin het klimaat warmer en droger wordt, beoordeeld welke ziekte en plagen effect hebben op de fysieke gewasopbrengsten. Bij deze inschattingen hebben experts geen rekening gehouden met verandering in gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, zoals het tegen die tijd beschikbare middelenpakket, ontwikkeling van gewasbeschermingsmiddelen of toepassingsfrequentie.

Om de economische effecten door te rekenen zijn voor de postcodegebieden de effecten op de bruto-geldopbrengst doorgerekend:

$$BG_t = \frac{Q_t}{Q_h} * BG_h$$

Waarbij:

- BG_t = bruto-geldopbrengst in toekomst
- BG_h = bruto-geldopbrengst in heden
- Q_t = gewasopbrengst toekomst op basis van Waterwijzer en expertinschattingen
- Q_h = gewasopbrengst heden

Met deze formule wordt berekend hoeveel de fysieke opbrengsten in de toekomst dalen of stijgen. Dit percentage wordt vervolgens toegepast op de bruto-geldopbrengst (marktprijs vermenigvuldigd met de fysieke gewasopbrengst).

De update van de klimaatstresstest zorgt voor een verbeterde onderbouwing van de effecten van klimaatverandering op verschillende akkerbouwgewassen ten opzichte van de inschattingen van deze effecten door experts in Verstand *et al.* (2020) en Bijker & Verstand (2020).

3.2 Het ontwerpen en testen van de Klimaatstresstest samen met de praktijk

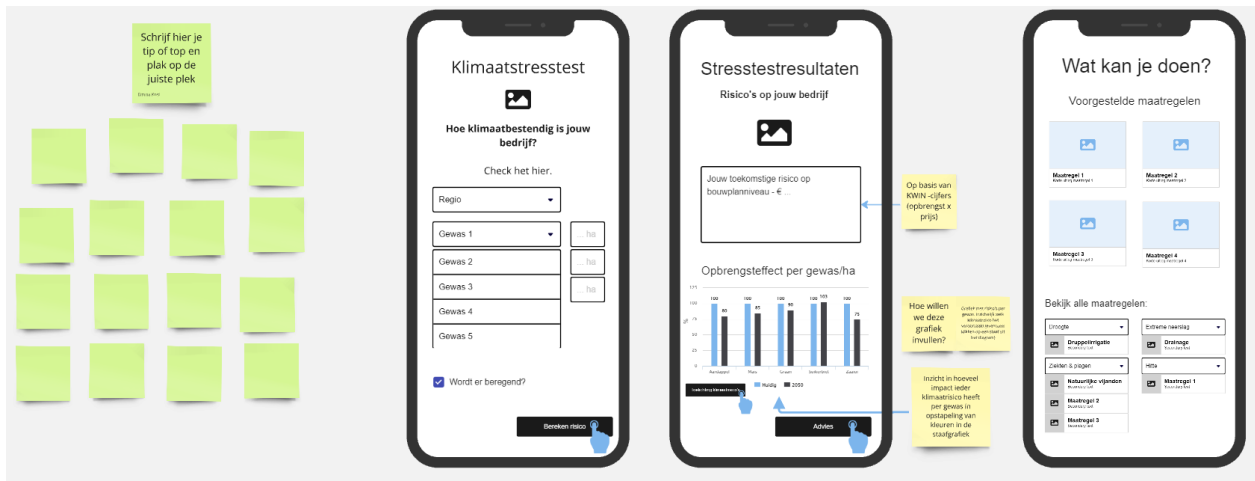
Voor de ontwikkeling van de Klimaatstresstest is er in dit project nauw samengewerkt met verschillende partijen uit de praktijk, zoals boeren, erfbetreders, de financiële sector, onderwijs en andere betrokken stakeholders. Het betrekken van deze groepen was essentieel om ervoor te zorgen dat de tool goede aansluiting zou vinden bij de dagelijkse realiteit van boerenbedrijven en daarnaast praktisch toepasbaar is. Door de kennis en ervaring van deze stakeholders te integreren, hebben we een tool ontwikkeld die niet alleen wetenschappelijk robuust is, maar ook gebruiksvriendelijk en afgestemd op de specifieke behoeften en uitdagingen van de landbouwsector in een veranderend klimaat.

3.2.1 De ontwerpstappen

De Klimaatstresstest is in een aantal ontwerpfasen vormgegeven. Deze worden hieronder toegelicht.

3.2.1.1 Fase I – Functioneel ontwerp

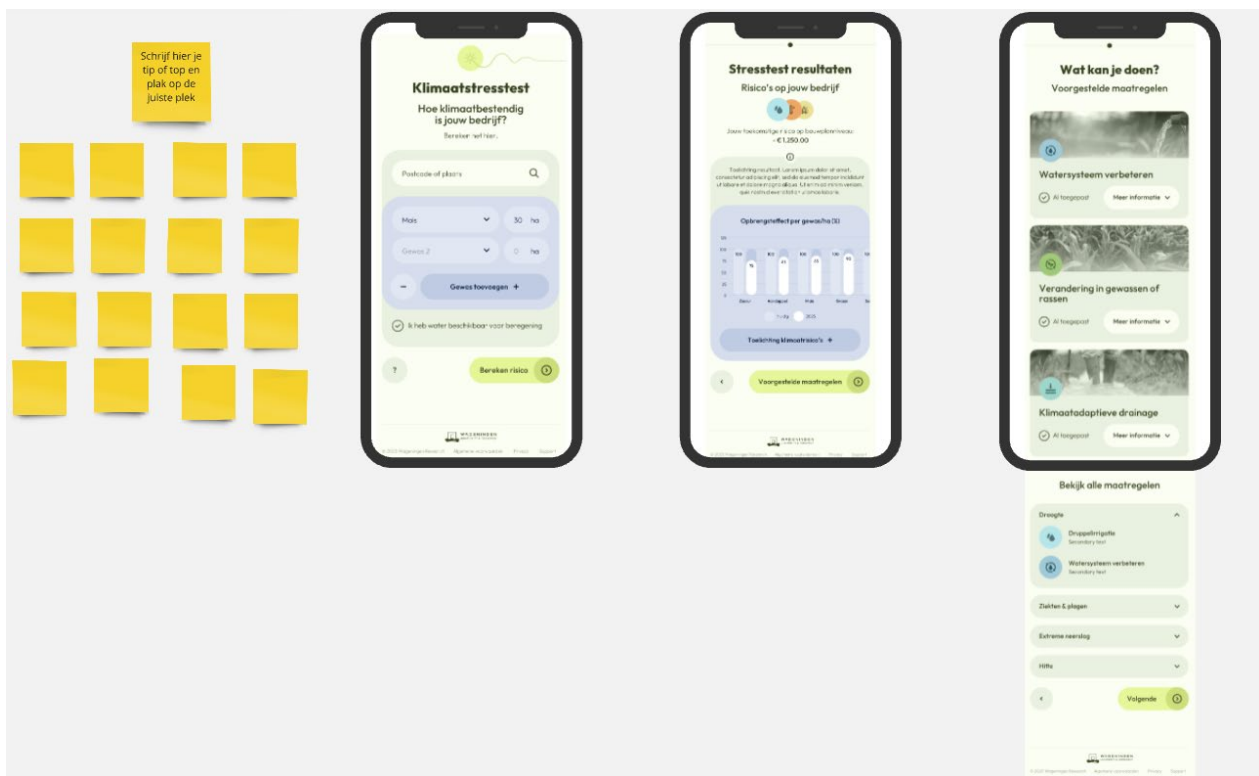
Binnen de eerste fase heeft WUR in samenwerking met de testgroep van stakeholders een wireframe ontworpen. Een wireframe is een schematische weergave van de digitale tool. Met dit wireframe wordt nagedacht over de brede structuur en functionaliteiten van de tool, zoals secties, tabbladen en type weergave van resultaten. In een online meeting via Microsoft Teams is de testgroep bij elkaar gebracht om input te leveren. Om de workshop interactief te maken is gebruik gemaakt van een Miro board, waarin de stakeholders tips, tops en suggesties konden aanleveren op digitale post-its (Figuur 2).



Figuur 2 Concept van het wireframe voor de Klimaatstresstest, gemaakt in Miro. Links: het invulscherm, inclusief regio van het bedrijf en de gewassen in het bouwplan (ha). Midden: de stresstestresultaten, inclusief het risico op bouwplanniveau (€) en het opbrengsteffect per gewas (%). Rechts: voorgestelde maatregelen om de klimaatrisico's te beperken. De post-its aan de linkerkant konden digitaal door de stakeholders in het project worden gevuld met tips, tops en suggesties en geplakt bij de desbetreffende plek in het functioneel ontwerp.

3.2.1.2 Fase II – Visueel ontwerp

In fase II is een eerste visueel design gecreëerd op basis van het uiteindelijke wireframe uit fase 1 (Figuur 3). Het visueel design richt zich op de visuele vormgeving van de tool. Dit betekent dat in samenspraak met de testgroep wordt nagedacht over kleurgebruik, lettertype, afbeeldingen en inkleuring van grafieken. In een online meeting via Microsoft Teams is de testgroep bij elkaar gebracht om nieuwe input te leveren. De input is verwerkt tot een visuele weergave van de tool.



Figuur 3 Concept van het visueel design van de Klimaatstresstest in Miro, ontworpen door BNEWD. Links: het invulscherm, inclusief regio van het bedrijf en de gewassen in het bouwplan (ha). Midden: de stresstestresultaten, inclusief het risico op bouwplanniveau (€) en het opbrengsteffect per gewas (%). Rechts: voorgestelde maatregelen om de klimaatrisico's te beperken. De post-its aan de linkerkant konden digitaal door de stakeholders worden gevuld met tips, tops en suggesties en geplakt bij de desbetreffende plek in het visueel ontwerp.

3.2.1.3 Fase III – Technische realisatie

In de derde fase is het visueel design uitgewerkt tot een technisch werkende tool die als prototype dient. In deze fase is gelet op de functionaliteit van de Klimaatstresstest, denk daarbij aan: werken de functies in de tool? Zijn de resultaten bruikbaar en realistisch?

In samenwerking met de stuurgroep is de functionaliteit van de Klimaatstresstest in een workshopvorm getest. Tijdens de workshop werd de stuurgroep in de mogelijkheid gesteld om het prototype van de Klimaatstresstest voor ieder zijn eigen postcode in te vullen en de tool geheel door te lopen. Vervolgens werd via een digitale feedbacktool (Woodclap) input gevraagd voor verbetering van de functionaliteit van Klimaatstresstest. Na invullen van de feedbacktool werd de input met de stuurgroep besproken. Deze fase leverde de laatste input voor het realiseren van de Klimaatstresstest.

3.2.1.4 Fase IV – Praktijktest en lancering

In de laatste fase is het uitgewerkte prototype getest, gelanceerd en gepromoot. Tijdens de Kennisdag Duurzaam Bodembeheer in de Praktijk in Lelystad is daarom een workshop georganiseerd. De kennisdag is georganiseerd door onder meer Wageningen University & Research, Louis Bolk Instituut, CLM Onderzoek en Advies, BO Akkerbouw en Deltaplan Agrarisch Waterbeheer met als doel om de overgang te maken van kennis naar concrete toepassing.

Het doel van onze workshop voor de Klimaatstresstest was:

- bezoekers (boeren, erfbetreders, ketenpartijen, etc.) informeren over de functionaliteiten van de Klimaatstresstest;
- bezoekers kennis laten maken met de Klimaatstresstest en het promoten voor gebruik in de praktijk;
- het verkennen van de betekenis van klimaatverandering voor de open teelt en het bodembeheer op de lange termijn.

De workshop begon met een korte presentatie waarin de Klimaatstresstest werd geïntroduceerd en deelnemers werden meegenomen in de opzet en het doel van de tool. Vervolgens gingen de deelnemers zelf aan de slag: zij vulden de stresstest in voor hun eigen bedrijf en bespraken de uitkomsten in tweetallen. Dit zorgde voor directe uitwisseling van ervaringen. Daarna werden de deelnemers opgesplitst in vier themagroepen, waarin telkens één klimaatrend centraal stond: droger, natter of warmer. In deze subgroepen werd gewerkt aan een reeks vragen over de gevolgen van de klimaatrend voor de bodem, mogelijke (bodem)maatregelen om de impact te beperken en werd aanvullende feedback op de Klimaatstresstest opgehaald. Ook bespraken de deelnemers hoe zij de tool in hun eigen werkpraktijk inzetbaar zouden kunnen maken. De workshop werd afgesloten met een plenaire terugkoppeling en een korte discussie, waarna de deelnemers een flyer met de link naar de Klimaatstresstest mee naar huis kregen (Knol et al., 2025c). Het draaiboek van de workshop is te vinden in Bijlage 1, tabel 4.

3.3 Expertinschattingen voor ziekten & plagen

Zoals eerder beschreven is de Waterwijzer Landbouw het uitgangspunt voor het berekenen van het klimaatrisico op bedrijfsniveau in de Klimaatstresstest. Echter wordt het risico van klimaatverandering op ziekten en plagen niet in de Waterwijzer Landbouw meegenomen. Daarom is ervoor gekozen om experts te laten inschatten welke risico's klimaatverandering met zich meebrengt voor ziekten en plagen in de open teelten. Het effect van klimaatverandering op onkruiden is in dit project buiten beschouwing gelaten.

3.3.1 Het effect van klimaatverandering op ontwikkeling van ziekten & plagen

3.3.1.1 Het effect van droogte & temperatuurstijging

Temperatuur heeft in de breedte een effect op de snelheid van ontwikkeling van een breed scala aan pathogenen en plagen. Iedere pathogeen of plaag heeft zijn eigen minimum-, optimum-, en maximumtemperatuur. Dat wil zeggen dat tot op zekere hoogte verhoging van de temperatuur een positief effect heeft op de ontwikkelingssnelheid (tot aan het soort specifieke optimum), waarna het effect langzaam negatiever wordt totdat het maximum is bereikt waarboven de temperatuur zo hoog wordt dat verdere ontwikkeling niet mogelijk is.

In een warmer wordend klimaat worden winters gemiddeld milder, waardoor minimale ontwikkeltemperatures vaker worden gehaald en sommige pathogenen en plagen beter kunnen overleven of zelfs kunnen vermeerderen. Nu al zijn in Nederland vorstperiodes van meer dan een week relatief zeldzaam, wat extra overleving mogelijk maakt. Als winters in de toekomst nog milder worden en temperaturen in het voorjaar stijgen, kunnen ook exotische soorten uit mediterrane of subtropische gebieden zich makkelijker vestigen. Een warmer voor- en najaar kan bovendien bijdragen aan een snellere vermeerdering van plaagsoorten, zoals eerder verschijnen, snellere groei en meer generaties per jaar. Voor de zomerperiode is het beeld minder eenduidig: voor sommige ziekten en plagen kan de situatie juist ongunstiger worden als maximale ontwikkeltemperatures worden overschreden. Zo is bijvoorbeeld bij wortelvlieg (*Psila rosae*) in Frankrijk en bonenvlieg (*Delia platura*) in Slowakije waargenomen dat een deel van de populatie in warme zomers 'overzomert', waardoor de plaagdruk tijdelijk afneemt (Brunel, 1968; Villeneuve & Latour, 2014; Slovak et al., 1995). Overigens speelt de vochttoestand daarbij ook een rol. In lange(re) droge periodes kunnen bijvoorbeeld ritnaalden naar diepere bodemlagen bewegen om de droogte te ontlopen. Mildere winters die gepaard gaan met afwisselend droge en natte omstandigheden zijn bovendien niet per se gunstig voor overleving tot het volgende seizoen.

Voor plagen is in de breedte te stellen dat de druk ervan op landbouwsystemen toeneemt bij stijging van temperatuur, doordat de ontwikkeling ervan wordt gestimuleerd en insecten zich sneller voortplanten. Een toename door warmere herfst, winter en lente zal een remmend effect van hitte en droogte in de zomer meer dan compenseren. Een aanvullend risico is de rol van vectoren (ziekteoverdragers) van virussen (en andere vergelijkbare ziekteverwekkers) die insecten kunnen hebben – in Nederland kennen we vooral bladluizen in die rol, maar ook wittevlies-, cicade- en tripssoorten zijn gekende vectoren.

Dit betreft vooral een vergroting van de verspreiding(skans); in welke mate virussen zich ook sneller vermeerderen in planten is een samenspel met de gewasfysiologie.

Lettend op wat momenteel al veel genoemd wordt in de gepubliceerde wetenschappelijke literatuur voor bodempathogenen in Zuid-Europese landen wordt het meeste gevreesd voor toename van *Rhizoctonia* spp., *Verticillium dahliae*, *Fusarium (oxysporum)* spp., *Phoma* spp., *Macrophomina* spp., *Pythium* spp. en *Phytophthora* spp. Voor de laatste vijf wordt hier ook verwezen naar nieuwe (sub)tropische soorten met een relatief hoge optimum temperatuur voor hun ontwikkeling en symptoomontwikkeling. Zij zullen dus relatief gezien meer profiteren van een temperatuurstijging dan de soorten die in het huidige klimaat aanwezig zijn en zich (althans tot dusver) vooral hebben aangepast aan een wat koeler milieu.

Verwacht mag worden dat in drogere warmere zomers de problemen met *P. infestans* afnemen. Daarentegen zullen de problemen met *A. solani* toenemen. Deze nectrotrofe schimmels, die gedijen op afstervend en dood organisch materiaal, profiteren van gewasstress. Verwacht mag worden dat een schimmel als *Cercospora beticola*, veroorzaker van bladvlekkenziekte, in bieten meer schade zal gaan aanrichten. Over het algemeen zullen de omstandigheden voor roesten, bijvoorbeeld van graan en bieten, meer voorkomen. Van valse meeldauw in uien mag verwacht worden dat de kans op aantasting afneemt met hogere temperatuur, echter als dit gepaard gaat met meer beschikbaar vocht door kortdurende excessieve neerslag kan de situatie anders uitpakken.

Bij verhoogde temperaturen kan de effectiviteit van bepaalde resistentiegenen in planten afnemen of volledig wegvallen. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt door een beperkte hittestabiliteit van de eiwitstructuren die essentieel zijn voor de betreffende resistentiemechanismen. Dit mechanisme is beschreven voor zowel planten parasitaire aaltjes als diverse schimmelpathogenen.

De hogere temperaturen zijn vooral gunstig voor de wortelknobbelaaltjes *Meloidogyne chitwoodi*, *M. fallax*. Zij kunnen meer generaties per jaar ontwikkelen en de vermeerdering gaat waarschijnlijk in de milde winters ook door. Daarnaast zullen de warmte minnende soorten noordwaarts komen en is het te verwachten dat *M. enterolobii* zich op enig moment in de buitenteelten zullen vestigen.

3.3.1.2 Het effect van verhoogde CO₂-concentraties

Een soortgelijk effect op ontwikkeling en soms ook de mate van activiteit van pathogenen en plagen is de verhoging van het CO₂-niveau. Hogere CO₂-concentraties beïnvloeden de fysiologie van planten, bijvoorbeeld door veranderingen in de wortelgroei. Deze verandering kan het ondergrondse microklimaat aantrekkelijker maken voor bepaalde pathogenen en plaagorganismen. Het is mogelijk dat sommige planten parasitaire aaltjes actiever worden bij verhoogde CO₂-concentraties, omdat dit voor hen een signaal is dat er meer of verse wortelgroei in de omgeving aanwezig is. Hierdoor kan de infectiedruk en schade potentie toenemen.

Aan de andere kant kan het gecombineerde effect van temperatuur en CO₂-niveau voor planten zeer positief uitpakken als er voldoende vocht en nutriënten voorhanden zijn. Een snellere beginontwikkeling van in het bijzonder het wortelstelsel maakt planten minder gevoelig doordat het compensatievermogen bij schade en/of parasitering toeneemt.

3.3.1.3 Het effect van natte omstandigheden

Natte perioden, bijvoorbeeld na heftige regenval, brengen zeker in het voorjaar bij jonge planten risico's met zich mee op het vlak van de zogenaamde oömyceten (niet voor niks ook wel 'waterschimmels' genoemd), die verspreidingsvormen hebben die speciaal zijn aangepast aan een waterig milieu (zoösporen), en vaak zelfs van vrij water afhankelijk zijn voor sporenvorming. Denk hierbij bijvoorbeeld aan soorten uit het geslacht van *Aphanomyces* en *Pythium*. Ook bijvoorbeeld poederschurft en wratziekte hebben groot voordeel van perioden met een verzadigde bodem.

Aanpalende op het vorige punt levert een bodem die eenmaal verzadigd is ook enige tijd nadien nog een risico op extra verspreiding van oömyceten doordat een natte bodem bij de overgang dag/nacht en nacht/dag door het verschil in temperatuur kan bijdragen aan dauwvorming en een verlenging van de bladnatperiode.

Beide zijn belangrijk voor zowel de sporenvorming als de infectiekansen van diverse oömyceten, in het bijzonder valse meeldauw (*Perenospora destructor*) en de aardappelziekte *Phytophthora infestans*.

Toenemende weersextremen hebben niet alleen een effect op planten en pathogenen/plagen, maar ook op (de draagkracht van) de bodem. Dit kan negatief uitpakken voor de bodemstructuur, wat weer gevolgen kan hebben voor waterinfiltratie en het poriënnetwerk in de bodem. Dit kan de verplaatsing en uitbreiding van aan waterige milieus aangepaste pathogenen sterk ten goede komen, terwijl andere pathogenen zich hierdoor gaan concentreren op plekken waar nog wel enige zuurstof aanwezig is. Dit kan plaats specifiek tot onverwacht ernstige aantasting leiden. Plassen op het land kunnen ook zorgen voor extra verspreiding van ziektes die zich via opspattend water verspreiden.

Natte omstandigheden in het voorjaar zijn schade verhogend in gewassen als uien en aardappel in het geval van voorkomen van vrijlevende aaltjessoorten uit de geslachten *Trichodorus* en *Paratrichodorus*. Zeker als dit gecombineerd gaat met een koel voorjaar.

3.3.1.4 Het effect van afwisselende weersextremen

Een toegenomen 'grilligheid' van het weer (vaker voorkomende weersextremen zoals heftige regenval of droogte) maakt planten op diverse manieren kwetsbaar. Zowel tijdens de omschakeling tussen temperaturen of vochtomstandigheden, maar ook tijdens de periode van aanhoudende droogte of tijdelijk onder water staan. De plant ervaart dan veel stress en de ontwikkeling en reactiesnelheid op pathogenen en plagen vertraagt. Een pathogeen als *Rhizoctonia solani* AG 3 in aardappel of een plaag als aaltjes uit de groep van de Trichodoriden vaart wel bij een plant die in zijn ontwikkeling vertraagd is.

Perioden van hitte en droogte in de zomer, zeker in combinatie met grillig weer in het voorjaar, zijn de perfecte omstandigheden voor verwelkingsschimmels zoals *Verticillium* en *Fusarium* om zich te uiten in schade. Bij voldoende bodemvocht kunnen planten aantasting van deze schimmels in meer of mindere mate compenseren, maar bij droogte tonen de symptomen vroegtijdige verwelking het sterkst.

3.3.1.5 Gevoeligheid van verschillende bodemsoorten

Over het algemeen lijken de risico's voor extra aantasting door pathogenen/plagen door toedoen van klimaatverandering zich het meest voor te doen op de zand en mogelijk lichtere zavelgronden. Daar zijn verschillende oorzaken voor te benoemen, zoals een veel lager vermogen tot capillaire opstijging (nalevering van water vanuit de ondergrond), een lager pH-niveau (vooral van invloed op bepaalde bodemschimmels), grovere verdeling van bodemdeeltjes (dus grotere poriën, van invloed op voorkomen en beweeglijkheid van aaltjes) en een vaak langere historie van teelt van bepaalde gewassen (hoe langer de teelt van een specifiek gewas op een bepaalde plaats plaatsvindt, hoe meer en in hoe hogere dichtheden de pathogenen voorkomen). In de grofmazige verdeling van zand- en kleigronden in Nederland (in elk geval voor zover het de typische akkerbouwgebieden betreft) moet worden bedacht dat deze grotendeels samenvalt met een klimatologische indeling; de kuststreken met zavel- en kleigronden kennen een zeeklimaat terwijl de zandgronden meer landinwaarts liggen en veel meer een landklimaat kennen.

3.3.2 Beschrijving van de methodiek expertinschattingen

Voor het maken van de expertinschattingen zijn vijf verschillende WUR-experts betrokken (Tabel 1). Zij brachten uiteenlopende expertises in om de risico's van klimaatverandering op insecten, schimmels (boven- en ondergronds) en nematoden te beoordelen. Expertinschattingen zijn gedaan voor de volgende gewassen: gras, snijmais, wintertarwe, zomergerst, aardappelen, suikerbieten en zaaiuien.

Tabel 1 Betrokken experts bij het inschatten van het risico van klimaat op ziekten & plagen op de open teelt.

Betrokken expert	Expertise
Ing. H.F. Huiting	Plaaginsecten
Ing. K. van Rozen	Plantenplagen, entomologie
Ing. R. Peters	Plantpathogene bodemschimmels, plantenparasitaire nematoden, bladschimmels
Ir. L.P.G. Molendijk	Plantenparasitaire nematoden, plantenplagen
Dr. Ir. A. Evenhuis	Gastheer-parasiet relaties, ziekteverwekkende schimmels in planten

Met behulp van de volgende stappen zijn de expertinschattingen gedaan:

1. Toelichting van toekomstige klimaatscenario's. Met behulp van de KNMI'23-klimaatscenario's zijn globale trends besproken voor het toekomstige klimaat (KNMI, 2023): 1) het wordt warmer. De gemiddelde jaartemperatuur zal stijgen. De zomers worden heter, maar ook de winters worden minder streng. 2) Het wordt droger. De voorjaars-, zomer- en najaarsperioden zullen langere perioden van droogte kennen. 3) Het wordt natter. Zowel langere perioden met neerslag als extreme buien zullen in de toekomst vaker voorkomen.
2. Per gewas werd nagegaan:
 - a. Welke ziekte of plaag een risico vormt, rekening houdend met toekomstige klimaatrisico's;
 - b. Welk type ziekte of plaag het betreft (vb. insect, nematode, schimmel, virus, etc.);
 - c. De grondsoort waar deze ziekte of plaag een extra risico vormt (klei vs. zand);
 - d. Welke klimaatfactoren zorgen voor het risico van de ziekte of plaag (vb. warmer en natter voorjaar);
 - e. Wat de periode van kwetsbaarheid is. Dus in welke periode van het jaar de ziekte of plaag het grootste risico in het gewas vormt;
 - f. Wat de impact is van het voorkomen van de ziekte of plaag in ons huidige klimaat. Hoeveel opbrengstderving (%) deze ziekten of plaag in ons huidige klimaat kan veroorzaken;
 - g. Wat de verwachte impact is van het voorkomen van de ziekte of plaag in toekomstig klimaat, rekening houdend met de klimaattrends. Hoeveel opbrengstderving (%) deze ziekten of plaag in toekomstig klimaat veroorzaken;
 - h. Wat de frequentie (x/30 jaar) is van het voorkomen van de ingeschatte impact in de huidige situatie;
 - i. Wat de frequentie (x/30 jaar) is van het voorkomen van de ingeschatte impact in de toekomstige situatie?

Uiteindelijk resulteerde deze inschattingen in een dataset die is opgebouwd volgens onderstaande Tabel 2. De gehele tabel, inclusief alle expertinschattingen, is te vinden in Bijlage 2.

Tabel 2 Voorbeelduitwerking van een expertinschatting voor de impact van klimaatverandering op ziekten & plagen. Gegeven het gewas, de ziekte of plaag, de klimaatfactor die invloed heeft op de ziekte of plaag, de periode van kwetsbaarheid voor het gewas, de impact (% opbrengstderving) in een gunstig (laag) en extreem (hoog) scenario en frequentie in de huidige en toekomstige scenario's (x/30 jaar).

Gewas	Naam ziekte of plaag	Type ziekte of plaag	Grondsoort	Klimaatfactor	Periode van kwetsbaarheid	Impact laag (% opbrengstderving)	Impact hoog (% opbrengstderving)	Freq. huidig (x/30 jaar)	Freq. toekomstig (x/30 jaar)
Aardappel	Cyste-aaltjes	Aaltjes	Alle grondsoorten	Koud/Lage temperatuur	Apr-Mei	10%	60%	2	1,3
	Verticillium spp.	Schimmel	Alle grondsoorten	Warm en droog	Apr-einde teelt	5%	30%	5	10

3. Het geschikt maken van de dataset voor verwerking in de Klimaatstresstest (zie paragraaf 3.3)
4. Toetsing van de stresstestresultaten. Tijdens een workshop is samen met experts beoordeeld of de ingeschatte risico's op een realistische manier zijn weergegeven in de resultaten van de Klimaatstresstest. Uit deze toetsing bleek dat het simpelweg optellen van de impactinschattingen per gewas leidde tot een overschatting van de totale impact van ziekten en plagen. De stapeling van risico's bleek in de praktijk minder groot dan de rekensystematiek suggereerde. Om dit probleem te adresseren, zijn twee verdiepende workshops georganiseerd met een bredere groep experts. Het doel hiervan was om gezamenlijk tot een praktische vuistregel te komen waarmee deze overschatting op een verantwoorde manier kan worden gecorrigeerd, zonder de gevoeligheid van gewassen voor klimaateffecten uit het oog te verliezen.
 - a. Workshop 1: Toetsing van de individuele expertinschattingen en vervolgdiscussie met verschillende experts op het gebied van ziekten en plagen over het aanpakken van de huidige overschatting van het risico op de verschillende gewassen.
 - b. Workshop 2: In de tweede workshop is de vraag rond de mogelijke overschatting van ziekten en plagen concreet benaderd aan de hand van een casus. Als voorbeeldgebied is de regio Lelystad gekozen, omdat ziekten- en plaagexperts hier goed zicht hebben op de lokale situatie. De casus is opgesteld door de Klimaatstresstest in te vullen voor postcode 8219 (regio Lelystad, proefboerderij WUR Open Teelten) voor alle gewassen die in de tool zijn opgenomen.

Samen met de experts is vervolgens geanalyseerd hoe de overschatting van het risico van klimaatverandering op opbrengstderving door ziekten en plagen zich in deze casus manifesteert, en welke aanpassingen nodig zouden zijn om deze te corrigeren. De experts maakten eerst individueel een inschatting van het percentage opbrengstderving door ziekten & plagen per gewas, waarna in groepsdiscussie een percentage werd vastgesteld voor het casusgebied (kleigrond). Daarna werd op eenzelfde manier een inschatting gemaakt voor zandgronden. Deze percentages zijn gekoppeld aan de grondsoorten in de Klimaatstresstest. Het resultaat van de inschattingen voor de geschatte opbrengstderving (%) in gewassen door ziekten & plagen in 2050 is in Tabel 3 weergegeven.

Tabel 3 Geschatte percentage opbrengstderving in gewassen door ziekten & plagen onder een toekomstig klimaatscenario (KNMI'23 Hd-klimaatscenario) voor het jaar 2050.

Gewas	Zand- & dalgrond	Klei- & lössgrond
Consumptieaardappelen	12%	7%
Gras	3%	2%
Mais	3%	2%
Suikerbiet	15%	10%
Wintertarwe	7%	3%
Zaaiui	15%	10%
Zetmeelaardappelen	12%	7%
Zomergerst	2%	1%

3.4 Handvatten voor passende klimaatmaatregelen

Het rekenmodel, ontwikkeld in de stresstest (Verstand *et al.*, 2020), geeft adviseur en agrariër inzicht in de effecten van klimaatverandering op bedrijfsniveau. Om een stap verder te zetten in de mogelijkheden van de tool, is een set maatregelen toegevoegd die worden gekoppeld aan de uitkomsten van het rekenmodel. De set maatregelen dient ter inspiratie om het gesprek met agrariërs over klimaatverandering verder te voeren over toepasbaarheid en uitvoerbaarheid van vervolgstappen rond klimaatadaptatie in de bedrijfsvoering.

3.4.1 Maatregelfactsheets

Selectie van maatregelen

Met behulp van literatuuronderzoek is een lijst met klimaatmaatregelen voor de Nederlandse praktijk samengesteld (Bijlage 3, Tabel 4) (Knol *et al.*, 2025a). Vanuit expertkennis is hieruit een hoofdselectie van 17 maatregelen gemaakt. Voor iedere maatregel is gekeken naar op welk klimaatrisico de maatregel effect heeft en op welke bodem en voor welk gewas de maatregel het klimaatrisico het meest effectief vermindert. Alleen maatregelen waarvoor voldoende wetenschappelijke kennis beschikbaar was én waarvan de toepasbaarheid in de Nederlandse landbouw goed gedocumenteerd is, zijn uitgewerkt in factsheets.

Opbouw van de factsheets

Om kennis over klimaatmaatregelen te koppelen aan de Klimaatstresstest zijn factsheets ontwikkeld. Voor deze factsheets is een template ontwikkeld. Daarbij zijn elementen hergebruikt uit factsheets van eerdere projecten, zoals die uit de PPS Klimaatadaptatie Open Teelten. In samenwerking met de partijen die betrokken waren bij de ontwikkeling van de Klimaatstresstest is de opbouw van de nieuwe factsheets vastgesteld. Daarbij is gekeken welke informatie voor hen essentieel is, zodat de inhoud goed aansluit bij hun organisatie en doelgroep.

Na toetsing van het template in een van de ontwerpworkshops van de Klimaatstresstest met de betrokken partners werd vastgesteld dat het template de volgende onderdelen zou bevatten:

- Foto van de maatregel (waar beschikbaar)
- Het klimaatrisico waar de maatregel invloed op heeft
- Definitie van de maatregel – Algemene informatie over de maatregel
- Potentiële voor- en nadelen van de maatregel
- Kosten (waar beschikbaar)
- Ervaring uit het veld van bijvoorbeeld een onderzoeker of boer die de maatregel heeft toegepast
- Score van de effectiviteit – de effectiviteit van de maatregel van 'neutraal' tot 'positief'
- Score van de toepasbaarheid – de toepasbaarheid van de maatregel van 'moeilijk' tot 'makkelijk'
- Links naar gebruikte literatuur

Zie de definitieve maatregelfactsheets in het volgende, apart gepubliceerde, rapport: Knol, *et al.* (2025a) - <https://edepot.wur.nl/687049>. De factsheets zijn vervolgens toegevoegd aan de Klimaatstresstest als handvat voor boeren en erfbetreders voor het beperken van het klimaatrisico op bedrijfsniveau.

4 Eindversie tool en toepassing op bedrijfsniveau

4.1 Inkijkje in de Klimaatstresstest

Klimaatstresstest
Hoe klimaatbestendig is jouw bedrijf?
Bereken het hier.

Geef je 4-cijferige postcode op

Selecteer gewas

0 ha

Totaal: 0 ha

Gewas toevoegen +

Bereken risico

© 2025 Wageningen Research Algemene voorwaarden Privacy Support

1. Startscherm

Het startscherm van de Klimaatstresstest fungeert als invulscherm. Op dit scherm worden de postcode, de gewassen en het aantal hectare per gewas van het desbetreffende bedrijf ingevuld. Gewassen kunnen ieder moment worden toegevoegd door te klikken op 'Gewas toevoegen' of worden verwijderd door op de '-' knop achter het gewas te klikken.

Onder het vraagteken linksonder in het scherm staat extra uitleg over het doel van de Klimaatstresstest en de bronnen achterliggend aan de tool.

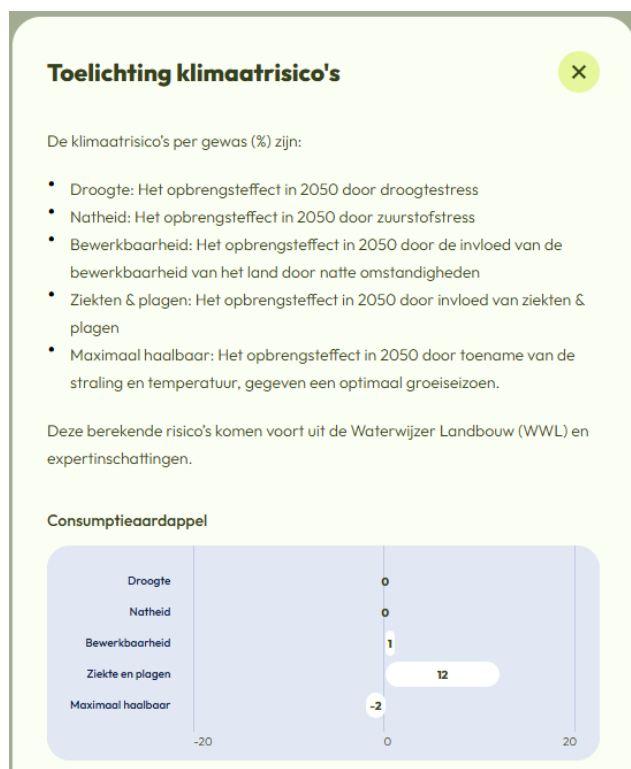
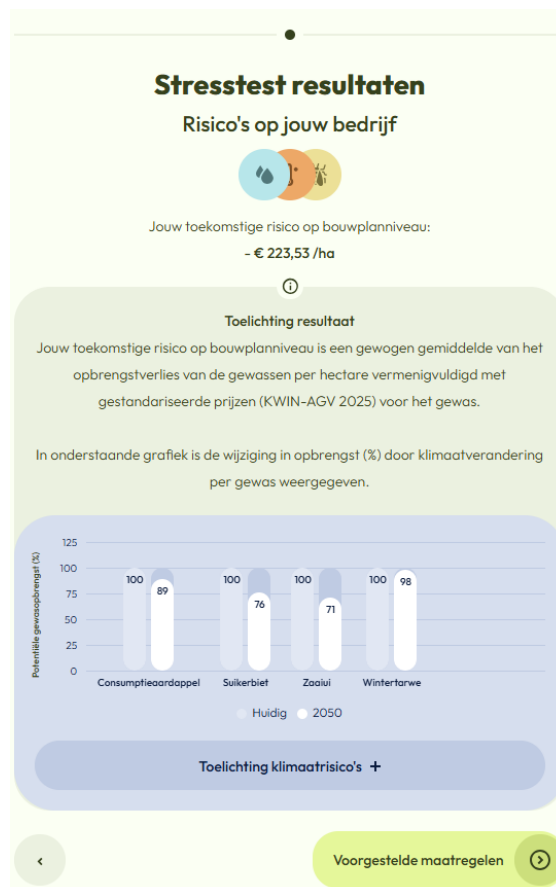
Nadat alle gegevens zijn ingevuld, kan het klimaatrisico worden berekend in de volgende stap door te klikken op 'Bereken risico'.

2. Stresstest resultaten

Na het doorklikken op 'Bereken risico's' op scherm 1, kom je terecht bij dit tweede scherm met daarin de bedrijfsspecifieke resultaten. Zowel het toekomstige risico op bouwplanniveau, uitgedrukt in het opbrengstverlies in euro's per hectare als inzicht in de risico's per gewas worden hier weergegeven.

Door te klikken op 'Toelichting klimaatrisico's' wordt het risico per gewas inzichtelijk gemaakt voor verschillende klimaatfactoren. Zie hiervoor verdere toelichting bij stap 3.

Na inzicht te hebben gekregen in de mogelijke risico's van klimaatverandering op bedrijfsniveau, worden een aantal voorgestelde maatregelen getoond door te klikken op 'Voorgestelde maatregelen' rechts onderin.



3. Toelichting klimaatrisico's

Bij 'Toelichting klimaatrisico's' wordt inzichtelijk gemaakt welke klimaatrisico's de verandering in de opbrengst veroorzaken. Deze risico's worden per gewas inzichtelijk gemaakt. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen natschade, droogteschade, de bewerkbaarheid van het land en ziekten & plagen. Daarnaast wordt inzicht gegeven in het opbrengsteffect in 2050 door toename van straling en temperatuur, gegeven een optimaal groeiseizoen.

4. Voorgestelde maatregelen

Om de gebruiker van de Klimaatstresstest handvatten te geven voor mogelijke maatregelen die de impact van klimaatrisico's beperken, zijn factsheets aan het laatste scherm van de tool toegevoegd. De factsheets met de hoogste relevantie voor het ingevulde bedrijf komen bovenaan te staan. Door te klikken op 'meer informatie' wordt de factsheet gedownload en getoond.



4.2 Zelf aan de slag met de Klimaatstresstest?

Wil je zelf aan de slag met de Klimaatstresstest? Ga dan naar;

- www.klimaatstresstest.nl

Of kijk op de WUR-projectpagina: <https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/kennisonline-onderzoeksprojecten-lvvn/kennisonline/klimaatstresstest-boerenbedrijven.htm>

5 Discussie

5.1 Interpretatie van de resultaten

5.1.1 Betrouwbaarheid en interactie van klimaatrisico's

De risico's voor opbrengstderving van gewassen in de Klimaatstresstest zijn individueel uitgerekend per gewas en per klimaatfactor, waardoor de indruk is dat deze geïsoleerd optreden. Droogte, wateroverlast en ziekten & plagen beïnvloeden elkaar echter direct en indirect. In sommige situaties kunnen deze klimaatrisico's elkaar ook versterken. Zo kan bijvoorbeeld wateroverlast leiden tot een hogere ziektedruk in gewassen. Deze onderlinge interacties maken het inschatten van de risico's complex en vergroten de onzekerheid van de uitkomsten.

Hoewel de Klimaatstresstest een integrale benadering hanteert, blijven de modelresultaten afhankelijk van de kwaliteit van de onderliggende data, de ruimtelijke resolutie en de aannames over toekomstige klimaatscenario's. Onzekerheden ontstaan onder meer door variaties in lokale bodem- en waterhuishouding, verschillen in rassen en de bedrijfsvoering. Hierdoor kan de robuustheid van de uitkomsten variëren tussen regio's en bedrijfstypen.

Een belangrijk aandachtspunt is dat de risico's per klimaatfactor (droogte, wateroverlast, ziekten & plagen) in de tool momenteel bij elkaar worden opgeteld, waardoor dit mogelijk tot een overschatting van het risico kan leiden. In werkelijkheid zullen de klimaatrisico's echter niet elk jaar gelijktijdig optreden, maar elkaar afwisselend beïnvloeden en in verschillende jaren een verschillend risico vormen op bedrijfsniveau. Aan de andere kant kan het zijn dat interacties tussen klimaatfactoren, zoals een periode van droogte met achtereenvolgend wateroverlast, juist weer de risico's kunnen vergroten. In de Klimaatstresstest is een vereenvoudiging van het model gebruikt, omdat de risico's en het samenspel ertussen niet op een andere wetenschappelijk verantwoorde manier ingebed kan worden. Dit komt doordat onderliggende frequenties en interacties tussen de klimaatrisico's nog onvoldoende bekend zijn in relatie tot de landbouw.

Daarnaast speelt de vertaling van de modelresultaten naar de bedrijfspraktijk een belangrijke rol in de interpretatie van de tool. Hoewel de gebruikte indicatoren een kwantitatief beeld geven van de kwetsbaarheid, is de betekenis ervan niet altijd direct herkenbaar voor boeren. Boeren ervaren klimaat gerelateerde schade vaak als resultaat van een samenspel van factoren, die lastig in een model nagebootst kan worden. Een hoog risico in de Klimaatstresstest voor een bedrijf betekent bijvoorbeeld niet noodzakelijk dat dit in een toekomstig scenario (2050) zal gaan optreden, maar geeft wel inzicht in de hoogte van het risico onder een extreem klimaatscenario van het KNMI (KNMI, 2023). De Klimaatstresstest biedt dan ook richtinggevende inzichten voor adaptatie, geen exacte voorspellingen. De interpretatie van de uitkomsten vraagt dus aandacht. Het is belangrijk dat lokale kennis en ervaringen worden meegenomen in het interpreteren en bespreken van de resultaten die uit de Klimaatstresstest naar voren komen. Het risico-getal uit de stresstest dient dan ook niet als absolute waarde te worden gezien, maar als een indicatie van de orde van grootte.

5.1.2 Reikwijdte en beperkingen van de Klimaatstresstest

In de Klimaatstresstest worden de risico's voor een aantal klimaatfactoren, zoals droogte, wateroverlast en ziekten & plagen in kaart gebracht om de fysieke kwetsbaarheden van bedrijven in kaart te brengen. Sociaaleconomische en beleidsmatige dimensies worden echter in mindere mate meegenomen. Denk hierbij aan fluctuaties in marktprijs, bedrijfsstrategie, regelgeving of de beschikbaarheid van investeringsmiddelen. Deze factoren bepalen hoe boeren hun bedrijf klimaatbestendiger kunnen inrichten. De Klimaatstresstest richt zich vooral op de potentiële blootstelling aan de risico's die met klimaatverandering gepaard gaan, en minder op de adaptieve capaciteit van bedrijven zelf om met deze risico's om te gaan.

In de Klimaatstresstest worden wel handvatten gegeven voor maatregelen die de impact van klimaatrisico's op bedrijfsniveau zouden kunnen beperken. In gesprek met een deskundige of adviseur zal moeten worden nagegaan welke maatregel of set van maatregelen het meest passend zouden zijn in de context van het bedrijf.

De vraag vanuit de praktijk was om een tool te ontwikkelen die de risico's van klimaatverandering op bedrijfsniveau inzichtelijk en bespreekbaar maakt tijdens keukentafelgesprekken. Sommige klimaatrisico's en hun mogelijke oplossing kunnen echter ook worden gezocht op regionale schaal. Waterbeheer, peilbeheer of de herinrichting van een gebied zijn bijvoorbeeld sterk afhankelijk van de samenwerking tussen stakeholders. De bedrijfsgerichte focus maakt de tool toegankelijk en relevant voor individuele ondernemers, maar kan daardoor de invloed van regionale factoren onderbelichten. Het is daarom van belang om de uitkomsten van de Klimaatstresstest niet geïsoleerd te interpreteren, maar te plaatsen binnen de bredere gebiedscontext waarin een bedrijf opereert.

Daarbij kan de beschikbaarheid en dekking van de data uit de Waterwijzer Landbouw, klimaatdata of de expertinschattingen in sommige gevallen een beperking vormen. Hoewel de berekeningen grotendeels plaatsvinden op postcodeniveau om zo dicht mogelijk bij het bedrijf aan te sluiten, zijn voor bepaalde gebieden en postcodes nog geen volledige datasets beschikbaar.

5.1.3 Leren en handelen met de Klimaatstresstest

De Klimaatstresstest is bedoeld als middel om het gesprek op gang te brengen tussen boeren, erfbetreders en beleidsmakers over het risico van klimaatverandering op de open teelt. Verdere toepassing van de Klimaatstresstest vraagt om een inbedding van de tool in bestaande praktijkstructuren, zoals in advies en onderwijs. Door de tool te integreren in het werk van adviseurs en het agrarisch onderwijs kan deze structureel bijdragen aan bewustwording en kennisontwikkeling over klimaatrisico's op bedrijfsniveau. Daarnaast kan de Klimaatstresstest aanknopingspunten geven voor beleid rond klimaatadaptatie, waterbeheer en duurzaam bodembeheer doordat de resultaten inzicht geven in de kwetsbaarheden en mogelijke maatregelen. Ook andere partijen, zoals waterschappen, provincies en agrarische collectieven kunnen met de tool aan de slag.

Vanuit verschillende partijen is al interesse getoond in de Klimaatstresstest. Tegelijkertijd bestaat er nog enige terughoudendheid: partijen willen eerst ervaren hoe de tool werkt en de praktische waarde ervan beoordelen, voordat de tool breder binnen de organisatie wordt toegepast.

5.1.4 Reflectie op het ontwerpproces

De ontwikkeling van de Klimaatstresstest was niet enkel een technische ontwikkeling, maar ook een iteratief leerproces waarin praktijkkennis en wetenschappelijke inzichten samenkwamen. De tool is in verschillende fasen ontworpen en getest in nauwe samenwerking met boeren, erfbetreders, docenten, financieel adviseurs, onderzoekers en beleidsmakers. Door deze manier van co-creatie is de tool zowel wetenschappelijk onderbouwd als praktisch bruikbaar. Door de Klimaatstresstest in workshops gezamenlijk te verkennen, testen en van feedback te voorzien, kon aansluiting worden gezocht bij de beleavingswereld van de praktijk.

Een belangrijk leerpunt is dat afstemming tussen onderzoek en de praktijk cruciaal is voor het waarborgen van de kwaliteit van het eindproduct, zoals de gebruiksvriendelijkheid en de aansluiting van de tool bij de praktijk. Als onderzoeksteam zochten we nadrukkelijk aansluiting en interactie met de praktijk. Directe feedback vanuit de beoogde eindgebruikers heeft geleid tot aanpassingen in de presentatie van de resultaten en de inrichting van de tool. Tegelijkertijd bracht deze co-creatieve benadering uitdagingen met zich mee door het combineren van soms uiteenlopende perspectieven. In gesprek met de stuurgroep zijn daarom afwegingen gemaakt om te bepalen welke onderdelen juist wel of niet meegenomen werden.

Door samen te werken met de beoogde eindgebruikers van de Klimaatstresstest is een relevante en bruikbare tool ontstaan die niet alleen klimaatrisico's inzichtelijk maakt, maar ook het gesprek daarover faciliteert. Deze manier van samenwerking vormt een uitgangspunt voor mogelijke doorontwikkeling van instrumenten die helpen bij klimaatadaptatie op bedrijfsniveau.

5.2 Aanbevelingen - suggesties voor een vervolg

De ontwikkeling van de Klimaatstresstest heeft een belangrijke rol gespeeld in het toegankelijk maken van kennis over toekomstige klimaatrisico's op bedrijfsniveau. Tegelijkertijd laten de eerste ervaringen en nieuwe ontwikkelingen zien dat er ruimte is voor verdere verdieping en verbreding van de tool.

5.2.1 Verdere uitbreiding Klimaatstresstest

Een eerste suggestie betreft het verdiepen op de impact van klimaatverandering op de onkruiddruk. Tot nu toe ligt de nadruk in de Klimaatstresstest vooral op opbrengstderving door droogte, wateroverlast en ziekten & plagen. In de praktijk ervaren boeren dat veranderende weersomstandigheden ook de druk van onkruiden kan beïnvloeden. Dit werd ook door de ziekten- & plagenexperts bevestigd. Meer inzicht in verschuivende onkruiddynamiek en de gevolgen op bedrijfsniveau, in combinatie met inzicht in beheersmaatregelen, zou van waarde zijn in de tool.

Daarnaast is het van belang om de impact van verzilting in de Klimaatstresstest te integreren. Inzicht in de risico's van verzilting op bedrijfsniveau kwam dan ook naar voren uit de Kennisagenda verzilting & zoute landbouw (Knol *et al.*, 2025b). In sommige regio's zorgt verzilting in de huidige situatie al voor schade. Door verzilting op te nemen in de Klimaatstresstest kunnen bedrijfsspecifieke risico's van verzilting inzichtelijk worden gemaakt voor toekomstige klimaatscenario's.

Tot slot kan de bruikbaarheid van de Klimaatstresstest worden versterkt door extra maatregelfactsheets te ontwikkelen. Boeren geven aan behoefte te hebben aan concrete en overzichtelijke informatie over mogelijke maatregelen, inclusief kosten, baten en de praktische uitvoerbaarheid. In gesprek met de stuurgroep kwam ook naar voren dat de opgenomen maatregelen in de Klimaatstresstest nu veelal op de korte termijn zijn gericht (het optimaliseren van het huidige systeem), terwijl maatregelen op de lange termijn ook nuttig zouden zijn om toe te voegen (transformeren van het huidige systeem).

Echter worden de mogelijkheden tot het uitbreiden van de Klimaatstresstest in zekere mate begrensd door de keuze om gebruik te maken van de Waterwijzer Landbouw. Doordat het rekenmodel van de Waterwijzer Landbouw wordt toegepast, is onder andere de gewaskeuze binnen de Klimaatstresstest beperkt tot de gewassen uit het rekenmodel van de Waterwijzer. Tijdens de workshops gaven verschillende partijen aan dat zij graag een uitbreiding van de gewassenlijst in de Klimaatstresstest zouden zien. De mogelijkheden hiervoor zijn echter afhankelijk van de toekomstige ontwikkelingen binnen de Waterwijzer Landbouw. Een verdere ontwikkeling van de Waterwijzer Landbouw, zowel voor het inzichtelijk maken van verziltingsrisico's als voor het toevoegen van extra gewassen, en het integreren van de meest recente KNMI'23-klimaatscenario's (KNMI, 2023) in de Waterwijzer Landbouw en vervolgens in de Klimaatstresstest, zou van grote waarde zijn voor de uitbreiding van de Klimaatstresstest.

5.2.2 Inbedding

Om de Klimaatstresstest in te bedden in de praktijk is het aan te bevelen te investeren in gerichte ondersteuning en professionalisering van de gebruikers van de tool, zoals adviseurs. Het aanbieden van workshops of praktische handreikingen voor adviseurs en andere erfbetreders kan helpen om de tool effectief in te zetten in gesprekken met boeren en om de resultaten juist te interpreteren. Daarnaast kan samenwerking met bestaande organisaties en netwerken de adoptie van de Klimaatstresstest versnellen. Bijvoorbeeld door de tool te koppelen aan lopende processen bij organisaties, regionale initiatieven of projecten rondom klimaatadaptatie.

Literatuur

- Bijker, W., & Verstand, D. (2020). Toepassing klimaatstresstest open teelten. Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten.
- Brunel, E. (1968). Etude du développement nymphal de *Psila rosae* (Diptera: Psilidae) en conditions naturelles et expérimentales: quiescence et diapause. *Comptes rendus de la Société de Biologie* 162: 2223-2228.
- Knol, E., Buvelot, L., Dekking, A., & van Balen, D. (2025a). *Adaptatiemaatregelen voor de open teelten: Een set van maatregelfactsheets* (No. WPR-OT-1139). Wageningen Plant Research.
- Knol, E., Saarloos, A., Schoorlemmer, H., van Balen, D., & de Haas, M. B. J. (2025b). Kennisagenda verzilting & zoute landbouw: een gedragen kennisagenda voor de korte, middellange en lange termijn. Wageningen Plant Research.
- Knol, E.E., Buvelot, L.H., Bijker, J.W. & Schoorlemmer, H.B. (2025c). Klimaatstresstest: Hoe klimaatbestendig is jouw bedrijf? Brochure. Wageningen University & Research. <http://edepot.wur.nl/704484>.
- Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) (2023). KNMI'23-klimaatsscenario's voor Nederland, KNMI, De Bilt, KNMI-Publicatie 23-03
- KWIN AGV (2025). Kwantitatieve Informatie voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt. Wageningen Research.
- Rijksoverheid (2024). *Kennis- en Innovatieagenda Landbouw, Water, Voedsel 2024-2027*. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid & Natuur.
- Slovak, M., Kucerova, L., & Vallo, V. (1995). FLIGHT ACTIVITY OF 2 SPECIES OF THE DELIA GENUS (DIPTERA, ANTHOMYIIDAE) IN SOUTHWESTERN SLOVAKIA. *Biologia*, 50(2), 177-184.
- Stokkers, R., Prins, H., van der Meer, R. W., & Jager, J. H. (2018). *Effecten droogte en hitte op inkomens land-en tuinbouw: Update begin oktober* (No. 2018-014). Wageningen Economic Research.
- Van Hinsberg, A., Vonk, M., Hellegers, M., van der Esch, S., Alkemade, J. R. M., Dagevos, H., ... & Cuperus, R. (2024). *Verkenning van de lange termijn externe invloeden op landbouw en natuur in Nederland*. PBL Planbureau voor de Leefomgeving.
- Verstand, D., Schaap, B., Schoorlemmer, H., de Wolf, P., van Balen, D., & Verhagen, J. (2020). *Klimaatadaptatie in de open teelten: Inventarisatie van klimaattrends, risico's en adaptatiemaatregelen voor boerenbedrijven inde open teelten* (No. WPR 824). Wageningen Plant Research.
- Villeneuve, F. & Latour, F. (2014). Possibilities of risk forecasting for the carrot fly (*Psila rosae* Fab., Diptera, Psilidae) in the south of France. *IOBC-WPRS Bulletin* Vol. 107, pp. 103-110.
- Werkgroep Waterwijzer Landbouw (2018). Waterwijzer Landbouw: instrumentarium voor kwantificeren van effecten van waterbeheer en klimaat op landbouwproductie. STOWA, Amersfoort, Rapport 2018-48.

Bijlage 1 Draaiboek workshop

Klimaatstresstest

Tabel 4 *Draaiboek voor een workshop voor het testen van de Klimaatstresstest met praktijkpartijen uit de open teelt.*

Tijd	Wat?	Benodigd
10'	Introductie van de Klimaatstresstest in de vorm van een presentatie.	PowerPointpresentatie
5'	Tijd voor een paar korte vragen	
5'	Doorlopen van www.klimaatstresstest.nl met een voorbeeld van Lelystad	Klimaatstresstest.nl op de achtergrond aan
10'	Deelnemers van de workshop vullen zelf de Klimaatstresstest in voor hun eigen bedrijf en bespreken vervolgens de uitkomsten in tweetallen.	QR-code met link naar de Klimaatstresstest
30'	Introductie en doel van de workshop. Uiteen in vier groepen waarin de volgende klimaattrends worden besproken: - o Het wordt droger - o Het wordt natter - o Het wordt warmer - o Het wordt zouter	A3-formaat invulbladen voor de vier subgroepen met daarop de 5 vragen. Pennen 4 verschillende (sta)tafels
	In iedere subgroep worden de volgende vragen beantwoord: 1. Wat betekent de klimaattrend voor de bodem? 2. Welke bodemmaatregelen worden interessant om de impact van deze trend te beperken? 3. Welke bodemmaatregelen zou jij graag in de Klimaatstresstest terug willen zien? 4. Hoe kan jij de Klimaatstresstest in jouw werk gebruiken? 5. Wat zijn overige tips/tops over de Klimaatstresstest?	
1'	Bedanken voor de input in deze workshop Uitdelen flyers op weg naar de uitgang	

Bijlage 2 Individuele inschattingen ziekten & plagen

Tabel 5 Expertinschattingen voor de impact van klimaatveranderingen op het risico van ziekten en plagen op de open teelt.

Gewas	Naam ziekte of plaag	Type ziekte of plaag	Grondsoort	Klimaatfactor	Meteorologische definitie (inschatting)	Periode van kwetsbaarheid	Impact laag (%) opbrengstderving)	Impact hoog (%) opbrengstderving)	Frequentie heden (x/30 jaar)	Frequentie toekomst
Gras (maaien + beweiden)	Engerlingen	Insecten	Zandgrond	Warm	Warmte - Sneller groeien van Engerlingen. Langere droge periodes maakt gras kwetsbaar. Dit geeft nog een grotere impact op opbrengst. Warm + Droogte	Jul-Aug	2%	10%	3	3
	Engerlingen (emelten)	Secundaire schade door vogels/zoogdiere n/dassen/zwijnen	Zandgrond	Warm		Jul-Aug	8%	40%	3	3
	Emelten	Insecten	Vochtige gronden	Warm en nat	Warm + Nat (eitjes afgezet in natte grond)	Maart-April	5%	20%	1	0
	Emelten	Insecten	Vochtige gronden	Droogte	Droogte is nadelig voor Emelten (vooral droog voorjaar)	Aug-Okt	1%	5%	3	6
Trichodoriden	Aaltjes	Zandgrond		Koude periode en nat	Hogere temperatuur zorgt voor langere groeiperiode. Dus sterkere vermeerdering. Extreem water en lage temperatuur voorjaar zorgt voor meeste schade.	Mrt-Mei	13%	100%	2	3
	Aaltjes	Zandgronden (hoe lichter de grond, hoe sterker het effect). Speelt niet op zware klei en veenweide		Koude periode en nat	Hogere temperatuur zorgt voor langere groeiperiode. Dus sterkere vermeerdering. Extreem water en lage temperatuur voorjaar zorgt voor meeste schade.	Aug-Okt	13%	100%	2	3
	Insecten	NA		Warm	Warm (mais en ritnaalden 'groeien' rond eenzelfde temperatuur). Kleine plant is meest gevoelig. Cyclus van 3 jaar als ritnaald. Vooral schade na grasland.	Mei	10%	50%	3	4,5
	Ritnaalden									

Winterarwe	Maisstengelboordr (mot)	Insecten	Limburg		Warm en nat		Jun-Sept	1%	5%	NA	NA
	Trichodoriden	Aaltjes	Zandgronden		Koude periode en nat	Hogere temperatuur zorgt voor langere groeiperiode. Dus sterkere vermeerdering. Extreem water en lage temperatuur voorjaar zorgt voor meeste schade.	Mei	0%	15%	5	5
	Stengelaaftjes	Aaltjes	Alle gronden		Warm en nat	Warm en nat	Mei-Jul	10%	50%	2	4
	Fusarium	Schimmels	NA		Warme periode	Warme omstandigheden	Mei-Okt	3%	10%	1	5
	Pythium	Schimmels	NA		Nat	Verzadigde grond met water	Mei	0%	3%	0	1
	Helminthosporium	Schimmels	NA		Warme periode	Warme omstandigheden	Juli-Okt	0%	10%	0	5
	Bladluizen (direct effect luis op plant)	Insecten	NI breed		Warme periode	Warmte. Ze groeien eerst sneller, maar bij te hoge temperatuur verdwijnen ze.	Mei-Jun	0%	10%	1	1
	Bladluizen (virusoverdracht)	Insecten	NA		Warme winter	Warme winter	Sep-Apr	10%	30%	1	2
	Bladluizen (zwartschimmel)	Insecten/schimmel	NA		Gematigd	Temperatuur lager dan 25 graden	Mei-Jun	0%	10%	1	1
	Roest	Schimmels	NA		Warm en droog	Droger en warmer	Nov-Jul	4%	15%	6	10
	Fusarium	Schimmels	NA		Warm en nat	Warm en nat	Mei-Jun	1%	100%	1	2
	Septoria	Schimmels	NA		Nat en gematigd	Natte omstandigheden en gematigd weer	Nov-Jul	4%	13%	4	3

Zomergerst	Echte meeldauw	Schimmel s	NA	Droog en nat	Droge omstandigheden, natte start nodig.	Mrt- Jun	1%	2%	5	8
	Dwergroest	Schimmel s	NA	Warm en nat	Warme en vochtige zomers	Mei-Jul	4%	10%	3	6
	Netvlekkenziekte	Schimmel s	NA	Warm en nat	Warm en vochtig	Mei-Jul	5%	25%	6	10
Aardappel	Bladluizen (virusoverdracht)	Insecten	NA		Hogere temperaturen is nadelig voor de bladluizen. Effect op virusreservoir? Warm en Droog geeft minder bladluizen en dus minder virusoverdracht. (Navraag bij Klaas/of Biointeracties)	Steeds vroeger in seizoen bladluizen.	5%	20%	30	30 (vaker richting hogere impact schade)
	Coloradokever	Insecten	NA	Warm en droog	Hogere temperatuur geeft meer schade. Warm en/of droog	Jun- Aug	0%	5%	1	2,5
	Ritnaalden	Insecten	Alle gronden (kleigrond zou iets onaantrekkelijker kunnen zijn)	Droog te	Met droogte is de kans groter op schade in de knollen - ze zoeken het vocht in de knol op	Aug- Okt	5%	25%	3	4
Wortelknobbelaaltjes	Cysteaaltjes	Aaltjes	Alle grondsoorten	Koud e periode	Koud/lage temperatuur (wortelstelsel is zwakker, vanaf 5 graden zijn de aaltjes actief)	Apr- Mei	10%	60%	2	1,5
	Wortelknobbelaaltjes	Aaltjes	Alle grondsoorten	Warm e periode	Hogere besmetting is het probleem, niet het klimaat. Warmere periode is gunstig voor de aaltjes die sterker gaat vermeerderen.	Apr- Sept	15%	100%	2	4
	Wortelstamelaaltjes	Aaltjes	Zandgronden	Warm e periode	Meer generaties (warm). Wortelstelsel kan worden aangetast, droge periode maakt de plant nog kwetsbaarder in combinatie met aaltjes). Droogte in de tweede helft van het groeiseizoen heeft grootste schade-impact	Jul- sept	15%	50%	2	4
Stengelaaltjes	Trichodoridae	Aaltjes	Zandgronden	Koud e periode en nat	Koud en nat voorjaar (gewas groeit langzaam en aaltje is al actief)	Apr- Mei	15%	50%	2	4
	Stengelaaltjes	Aaltjes	Alle grondsoorten	Warm en nat	Warm en nat (hele groeiseizoen)	Apr- Sept	0%	100%	2	4

Suikerbiet	Verticillium spp.	Schimmel s	NA	Warm en droog	Warm en droog	Apr- Sept	5%	30%	5	10
	Fusarium solani	Schimmel s	NA	Warm en nat	Warm en nat (infectie), droge zomer (symptoomontwikkeling)	Apr- Sept	0%	5%	3	6
	Sclerotinia	Schimmel s	NA	Warm en nat	Warm en nat	Jun- Sept	1%	30%	4	6
	Rhizoctonia	Schimmel s	NA	Nat en gema tigd	Gematigd klimaat en nat	Apr- Sept	1%	100 %	5	7
	Graslandschurft (na de teelt van gras)	Schimmel s	NA	Warm en droog	Droog en warm	Jun- Sept	1%	3%	1	3
	Altenaria	Schimmel s	NA	Warm en droog	Droog en warm	Jun- Sept	5%	25%	5	10
	Phytophthora	Schimmel s	NA	Nat	Natte omstandigheden	Apr- Sept	1%	100 %	10	10
	Bladluizen (virusoverdracht)	Insecten	NA	Warm e perio de	Vroege aantasting geeft meeste negatieve impact. Warm.	Apr- Jun	5%	50%	6	10
	Emelten	Insecten	Vochtige gronden	Warm en nat	Warm + Nat (eitjes afgezet in natte grond). Warme winter kan zorgen voor snellere groeicyclus. Later zaaien van bieten kan zorgen voor minder schade, omdat emelten dan al verpopt zijn. (Bespreeken met Klaas)	Mrt- Apr	10%	60%	1	0
	Emelten	Insecten	Vochtige gronden	Droog te	Droogte is nadelig voor Emelten (vooral droog voorjaar)	Mrt- Apr	1%	5%	3	6
Trichodorida	Aaltjes		Zandgronden	Koud e perio de en nat	Koud en nat voorjaar (gewas groeit langzaam en aaltje is al actief)	Apr- Mei	15%	50%	2	4

Zaaiuien	Stengelaltjes	Aaltjes	Alle grondsoorten	Warm en nat	Warm en nat (hele groeiseizoen)	Mrt-Okt	15%	60%	2	4
	Cysteaaltjes	Aaltjes	Alle grondsoorten	Warme periode	Warm (meer generaties) Resistente rassen worden ingezet, maar die werken steeds slechter. Steeds grotere besmettingsniveau 's.	Mrt-Okt	15%	50%	2	4
	Aphanomyces	Schimmels	NA	Warm en nat	Gematigd/warm en vochtig	Mrt-Okt	1%	15%	6	8
	Rhizoctonia	Schimmels	NA	Nat en gematigd	Gematigd klimaat en nat	Mrt-Okt	0%	15%	8	12
	Cercospora	Schimmels	NA	Warm en nat	Warm en nat	Jun-Okt	1%	15%	10	15
	Roest	Schimmels	NA	Warm en droog	Warm en droog	Mei-Okt	1%	3%	6	10
	Pythium	Schimmels	NA	Nat	Verzadigde grond met water	Mrt-Okt	1%	5%	4	6
	Echte meeldauw	Schimmels	NA	Droogte	droog	Mrt-Okt	1%	7%	5	10
	Tabakstrips	Insecten	NA	Warme periode	Warm - meer plaagdruk. Warm en droog geeft meer schade, omdat de trips daar goed tegen kan en het plan verzwakt.	Mei-Sept	10%	30%	3	4
Zaaiuien	Uienvlieg	Insecten	NA	Warm en droog	Meer generaties per jaar door hogere temperatuur. Te warm en te droog kan ervoor zorgen dat een volgende generatie later komt. Misschien terug naar 2 generaties per jaar (Overzomering)	Apr-Sept	2%	10%	1	1
	Bonenvlieg	Insecten	NA	Warme winter	Zachtere winters, dus eerder een populaite of grotere populatie. Grootste effect in het begin van de teelt (jonge plant)	Maart-Mei	5%	30%	3	4
	Trichodorida	Aaltjes	Zandgronden	Koude periode en nat	Koud en nat voorjaar (gewas groeit langzaam en aaltje is al actief)	Mrt-Apr	15%	50%	2	4

Wortelknobbelaaltjes	Aaltjes	Alle grondsoorten	Warme periode	Warme omstandigheden	Mrt-Aug	15%	100%	2	4
	Aaltjes	Alle grondsoorten	Warm en nat	Warm en nat (hele groeiseizoen)	Mrt-Sept	0%	100%	2	4
Stengelaaltjes	Schimmels	NA	Warm, nat en droog	Warm en nat, maar droog geeft meeste symptomen	Mrt-Feb (hele jaar)	1%	75%	15	17
	Schimmels	NA	Warme omstandigheden	Warme omstandigheden	Mrt-Sept	1%	8%	2	4
Violetwortelrot	Schimmels	NA	Nat	Natte omstandigheden	Jun-Sept	2%	10%	10	5
	Schimmels	NA	Nat	Natte omstandigheden	Jun-Sept	1%	20%	6	6
Botrytis squamosa	Schimmels	NA	Nat en droog	Natte omstandigheden afgewisseld met droogte	Jun-Sept	0%	30%	8	7
Botrytis lili/aclada	Schimmels	NA							
Valse meeldauw	Schimmels	NA							

Bijlage 3 Overzicht van adaptatiemaatregelen in de Klimaatstresstest

Tabel 6 Overzicht van adaptatiemaatregelen. Maatregelen weergegeven per categorie, het klimaatrisico waar de maatregel invloed op heeft, de meest geschikte bodem en gewas (Knol et al., 2025a).

Maatregelen en bijbehorende schaal	Wateroverlast	Droogte	Temperatuurverhoging	Verziltig	Waterkwaliteit	Late nachtvorst	Verschuiving gewasontwikkeling / groeiseizoen	Gewasopbrengsten	Ziekten en plagen	Bodem	Gewas	Bron
Bedrijfsinrichting												
Verhogen weerbaarheid middels antagonisten of natuurlijke vijanden			+						+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Spreads van vatbare gewassen middels bouwplanverruiming of strokenteelt			+						+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Opvang van drainwater in bassin of zoetwaterbel		+		+	+					Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020); Verstand <i>et al.</i> (2021)
Verbeteren waterinfiltratie door het voorkomen ingesloten laagtes middels egaliseren of bolleggen	+	+								Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2021); Landbouw op Peil (2014)
Neerslagschade voorkomen		+								Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Windschade voorkomen										Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Extra wateraanvoer		+								Alle bodems	Alle gewassen	Landbouw op Peil (2014)
(Ondergrondse) opslag		+		+	+					Alle bodems	Alle gewassen	Delsman <i>et al.</i> (2018); Landbouw op Peil (2014); Burger <i>et al.</i> (2019)
Boerenberging	+	+								Alle bodems	Alle gewassen	Landbouw op Peil (2014)

Bodembeheer

Verhogen organische stofgehalte	+	+	+		Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020); Landbouw op Peil (2014)
Ondergrondverdichting voorkomen middels breedspoor/rijpadensysteem	+	+		+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020); Verstand <i>et al.</i> (2021); Schaap <i>et al.</i> (2014)
Ondergrond verdichting voorkomen door aanpassing bodemdruk/lage druk banden en rupsbanden	+				Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020); Verstand <i>et al.</i> (2021)
Gereduceerde grondbewerking (minder o.s. afbraak)	+	+			Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020); Verstand <i>et al.</i> (2021); Landbouw op Peil (2014)
Voorkomen slemp (groenbemesters, gereduceerde grondbewerking, mulch, kalk)	+				Lichte gronden	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020); Verstand <i>et al.</i> (2021)
Opheffen slemp middels eggen/schoffelen	+				Lichte gronden	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020); Verstand <i>et al.</i> (2021)
Lagedrukbanden en rupsbanden	+				Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2021)
Ondergrondverdichting voorkomen middels boven over ploegen	+				Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020); Verstand <i>et al.</i> (2021)
Maximalisatie droge stof productie middels laat onderwerken groenbemester	+	+		+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2021)
Maximalisatie droge stof productie middels voorjaarsploegen groenbemester	+	+		+	Lichte gronden	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2021)
Verbeteren waterinfiltratie door het gebruik van transformers of erosiestoppers	+	+		+	Alle bodems (hellingen)	Aardappelen	Verstand <i>et al.</i> (2021); Verstand <i>et al.</i> (2022)
Ondergrondverdichting opheffen middels het boren van gaten (gatenboor)	+				Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2021)
Ondergrondverdichting opheffen door spitten, diepploegen of diepwoelen	+				Alle bodems	Alle gewassen	Landbouw op Peil (2014)
Grondwater gestuurd peilbeheer		+			Alle bodems	Alle gewassen	Landbouw op Peil (2014)
Verbeteren bodembiologie	+				Alle bodems	Alle gewassen	Landbouw op Peil (2014)

Waterbeheer									
Peilbeheer middels een eigen stuw	+	+		+	+		Vooraf zand en veengrond	Alle gewassen	Schaap <i>et al.</i> (2014); Delsman <i>et al.</i> (2018); Landbouw op Peil (2014); Burger <i>et al.</i> (2019)
Druppelirrigatie		+	+	+	+		Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020); Verstand <i>et al.</i> (2021); Schaap <i>et al.</i> (2014); Delsman <i>et al.</i> (2018)
Gebruik van beslissing ondersteund systeem (berekening optimaliseren)		+	+	+			Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020); Verstand <i>et al.</i> (2021)
Gebruik van vochtsensoren		+	+	+		+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Viaklegging/afwatering van percelen optimaliseren	+			+			Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020); Landbouw op Peil (2014)
Greppels	+			+			Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Drainage verbeteren (onderhoud en tussendrainage)	+			+			Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020); Verstand <i>et al.</i> (2021)
Ondiepe nauwere drainage	+						Alle bodems	Alle gewassen	Landbouw op Peil (2014)
Waterbuffers aanleggen (afstroming voorkomen)	+				+		Gronden met hellingen	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Mobiel beregeningssysteem		+	+				Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020); Landbouw op Peil (2014)
Peil gestuurde drainage/ Regelbare drainage (inunderen en infiltreren)		+	+				Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020); Verstand <i>et al.</i> (2021); Schaap <i>et al.</i> (2014); Delsman <i>et al.</i> (2018); Landbouw op Peil (2014)
Drains2buffer				+			Zeeklei in de kustregio's	Alle gewassen	Delsman <i>et al.</i> (2018);
Kreekruginfiltratie, freshmaker, aquifer-storage & recovery, Spaarwater systeemgerichte drainage				+			Zeeklei in de kustregio's	Alle gewassen	Delsman <i>et al.</i> (2018);
Antiverziltingsdrainage in combinatie met		+		+			Alle bodems	Alle gewassen	Spaarwater (2024); Burger <i>et al.</i> (2019), Oord <i>et al.</i> (2019)
Ondergrondse opslag		+		+			Alle bodems	Alle gewassen	Oord <i>et al.</i> (2019)
Zoete stuw		+		+			Alle bodems	Alle gewassen	Zoete stuw (2024)

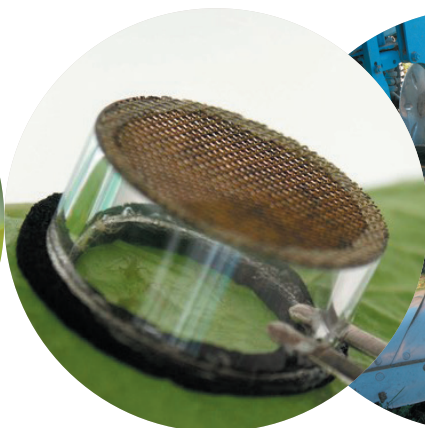
Vruchtwisseling/Gewaskeuze									
Zout tolerante gewassen telen					+		Alle bodems	Zeekraal en lamsoor	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Aanpassen bouwplan	+					+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020); Schaap <i>et al.</i> (2014); Landbouw op Peil (2014)
Gewassen kiezen die beter bestand zijn tegen droogte					+		Alle bodems		Verstand <i>et al.</i> (2020)
Gewassen kiezen die beter bestand zijn tegen warmte					+		Alle bodems	C4 gewassen (mais)	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Gewassen kiezen die passen in ons toekomstig klimaat	+	+	+	+			Alle bodems	Zoete aardappel, sorghum	Verstand <i>et al.</i> (2022)
Diepwortelende gewassen (ook ondergrondverdichting opheffen)	+	+					Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2021)
Rassenkeuze									
Zout tolerante rassen kiezen					+		Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Rassen bestand tegen hogere ziektedruk						+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Vroegheid; vroege rassen kiezen	+	+				+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Warmte tolerante rassen kiezen					+		Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020); Schaap <i>et al.</i> (2014)
Droogte tolerante rassen kiezen					+		Zandgronden	Mais	Verstand <i>et al.</i> (2022)
Robuuste rassen kiezen					+	+	Alle bodems	Alle gewassen	Schaap <i>et al.</i> (2014)
Nutriëntenbeheer									
Uitspoeling voorkomen middels langzaam werkende meststoffen en splitsing giften	+				+		Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Extra aanvoer o.s. middels compost, bokashi, vaste mest en drijfmest	+	+					Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2021)
Gewasmanagement									
Integrated pest management	+					+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Teelten beschermen (wind en neerslagschade voorkomen)					+	+	Alle bodems	Fruit	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Beddenteelt					+		Alle bodems	Aardappelen	Verstand <i>et al.</i> (2022)
Bredere ruggen					+		Alle bodems	Aardappelen	Schaap <i>et al.</i> (2014)
Vroeger planten en oogsten	+	+					Zandgronden	Alle gewassen	Schaap <i>et al.</i> (2014)
Maximale bodembedekking					+		Alle bodems	Alle gewassen	Schaap <i>et al.</i> (2014)
Gewas koelen met sprinklers					+		Alle bodems	Aardappelen	Verstand <i>et al.</i> (2022)
Intercropping met hogere gewassen					+		Alle bodems	Aardappelen	Verstand <i>et al.</i> (2022)
Kiemremmingmiddelen en mechanische koeling (warme winters)					+		Alle bodems	Aardappelen	Schaap <i>et al.</i> (2014)

Timing werkzaamheden

Planning	+	+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Teeltspreiding	+	+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Overcapaciteit	+	+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Bewaar en afzetstrategie		+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)

Financieel management

Weersverzekering	+		Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020); Verhagen <i>et al.</i> (2018)
Reserveringen	+	+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)
Investeringsplanning	+	+	Alle bodems	Alle gewassen	Verstand <i>et al.</i> (2020)



Wageningen University & Research

Open Teelten

Edelhertweg 1

Postbus 430

8200 AK Lelystad

T (+31) 320 29 11 11

www.wur.nl/openteelten

Rapport WPR-OT 1192

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, 6.800 medewerkers (6.000 fte) en 12.900 studenten 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.
