

Klimaat en landbouw Noord-Nederland: 'effecten van extremen'

Verslag van onderzoeksfase 2: de invloed van extreme weersomstandigheden op gewassen en landbouwhuisdieren en verkenning van mogelijke adaptatiemaatregelen

Definitief

Grontmij Nederland bv
Houten, 11 mei 2009

Verantwoording

Titel : Klimaat en landbouw Noord-Nederland: 'effecten van extremen'

Subtitel : Verslag van onderzoeksfase 2: de invloed van extreme weersomstandigheden op gewassen en landbouwhuisdieren en verkenning van mogelijke adaptatiemaatregelen

Projectnummer : 245375

Referentienummer :

Revisie :

Datum : 11 mei 2009

Auteur(s) : de heer ir. J. de Wit, de heer ing. D. Swart, de heer E. Luijendijk MSc

E-mail adres :

Gecontroleerd door :

Paraaf gecontroleerd :

Goedgekeurd door :

Paraaf goedgekeurd :

Contact : De Molen 48
3994 DB Houten
Postbus 119
3990 DC Houten
T +31 30 634 47 00
F +31 30 637 94 15
midwest@grontmij.nl
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	5
1.1	Achtergrond.....	5
1.2	Project Klimaat en landbouw Noord-Nederland.....	6
1.3	Leeswijzer	8
2	Werkwijze.....	9
2.1	Inleiding.....	9
2.2	Klimaatfactoren en impact op gewassen en landbouwhuisdieren en beschrijving klimaatscenario's (onderzoek Wageningen UR).....	9
2.3	Inventarisatie adaptatiemaatregelen (onderzoek Grontmij).....	11
2.4	Selectie meest risicovolle klimaatfactoren	12
2.5	Sectorbijeenkomst februari 2009	12
3	Plantaardige teelten	14
3.1	Inleiding.....	14
3.2	Wintertarwe	16
3.3	Consumptie- en zetmeelaardappel.....	20
3.4	Pootaardappel.....	26
3.5	Suikerbieten	31
3.6	Zaaiuien	35
3.7	Winterpeen.....	39
3.8	Lelie.....	43
3.9	Koolzaad	48
3.10	Gras	51
3.11	Tomaat (kas).....	55
3.12	Artisjok	60
3.13	Zonnebloem	63
3.14	Druif.....	66
3.15	Kers.....	71
3.16	Riet.....	76
4	Veehouderij.....	79
4.1	Inleiding.....	79
4.2	Melkkoeien	80
4.3	Biologische varkens	85

Bijlage 1: Vertaling klimaatfactoren naar meteorologische data KNMI'06-scenario's

Bijlage 2: Klimaatdata 2100

Bijlage 3: Achtergrond en uitgangspunten berekeningsmethode beheers- en investeringskosten

Bijlage 4: Maatregelen m.b.t. de bodem- waterhuishouding

Bijlage 5: Zoutgevoeligheid irrigatiewater

Bijlage 6: Programma en deelnemerslijst sectorbijeenkomst

Bijlage 7: Geraadpleegde bronnen

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In 2004 is het onderzoeksprogramma Klimaat voor Ruimte opgestart. Onderzoeken binnen dit programma lopen uiteen van fundamenteel tot meer praktijkgericht onderzoek. Binnen dit onderzoeksprogramma is in 2007 het praktijkgerichte project Klimaat en Landbouw in Noord-Nederland officieel van start gegaan.

Landbouw is een belangrijke pijler van de Noord-Nederlandse economie en een belangrijke maatschappelijke factor. De verandering van het klimaat kan grote gevolgen hebben voor de landbouw, niet alleen vanwege veranderende omstandigheden voor gewassen, maar ook ten aanzien van ziekten en plagen, behoeften aan andere teelten (energie), risico's van bedrijfsvoering (oogstzekerheid) en bedrijfszekerheid (energievoorziening).

De noordelijke overheden zijn zich bewust van het (grote) belang van de landbouw voor de lokale economie en wensen daarom inzicht te hebben in investeringen (o.a. in de waterhuishouding) die nodig zijn om de positie van de landbouw voor langere termijn veilig te stellen (rekening houdende met veranderingen in het klimaat). Alle reden dus om nadrukkelijk te kijken naar de mogelijke gevolgen van de klimaatverandering en de wijze waarop daar op kan worden ingespeeld.



Fig. 1.1 Enkele nieuwsberichten (koppen) met betrekking tot landbouw en klimaat¹.

1.2 Project Klimaat en landbouw Noord-Nederland

Het project Klimaat en landbouw Noord-Nederland wordt gefaseerd uitgevoerd en gerapporteerd (zie Fig. 1.2). In fase 1 is een voorstudie door Wageningen UR gedaan waarbij een verkenning is uitgevoerd naar de impact van markt- en klimaatverandering op de landbouw in Europa tot 2050². Voor twee klimaat-marktscenario's en drie gewassen is uitgezocht in welke Europese regio's op termijn perspectieven blijven bestaan voor landbouwproductie. De resultaten laten zien dat de landbouw in de regio Noord-Nederland zich kan handhaven bij veranderende markt- en klimaatomstandigheden².

Fase 2 van het project heeft als doel om impact van klimaatextremen op verschillende landbouwgewassen en landbouwhuisdieren in Noord-Nederland en mogelijke adaptatiemaatregelen te verkennen. In voorliggende rapportage worden de resultaten van deze fase beschreven. De personen uit de werkgroep voor de opzet en uitwerking van deze onderzoeksfase zijn weergegeven in onderstaand overzicht.

Alterra	mevr. ir. I. Geijzenborffer mevr. ir. T. Hermans dhr. ing. R. Smidt
Grontmij	dhr. E. Luijendijk MSc dhr. ing. D. Swart dhr. ir. J. de Wit
Plant Research International	mevr. dr. ir. M. Blom-Zandstra dhr. ir. B.F. Schaap dhr. dr. ing. A. Verhagen MSc
LTO Noord	dhr. ing. P. Prins

In de tweede fase is voor verschillende land- en tuinbouwgewassen en landbouwhuisdieren, de impact van klimaatverandering voor verschillende tijdsvensters onderzocht, en zijn adaptatiemaatregelen verkend welke de effecten van klimaatverandering kunnen voorkomen of beperken. Noord-Nederland (provincie Groningen, Friesland, Drenthe en Flevoland) staat in dit onderzoek centraal.

Door Wageningen UR zijn hiertoe voor vijftien verschillende land- en tuinbouwgewassen (zie tabel 1.1 voor deze gewassen) de klimaatfactoren die impact hebben op het gewas (gerelateerd aan klimaatparameters van het KNMI) geïdentificeerd. Daarnaast is het voorkomen van deze klimaatfactoren gekwantificeerd voor de gewassen in de huidige situatie en toekomstige tijdsvensters (2040 en 2100). Voor de verschillende klimaatfactoren is daarbij een schatting gemaakt van de mogelijke oogstreductie of kwaliteitsafname (schade). Naast de land- en tuinbouwgewassen is tevens de impact van klimaatverandering op landbouwhuisdieren (melkkoeien en scharrelvarkens) geïdentificeerd. Achtergronden en resultaten zijn door Wageningen UR in een separaat achtergronddocument gerapporteerd³.

In deze tweede fase is aanvullend op het onderzoek van Wageningen UR, door Grontmij een inventarisatie gemaakt van de mogelijke adaptatiemaatregelen ten behoeve van de in tabel 1.1 weergegeven gewassen en landbouwhuisdieren. De maatregelen zijn gericht op het voorkomen en/of beperken van de negatieve effecten (schade) als gevolg van de gevoelige klimaatfactoren. Achtergrond en resultaten van deze inventarisatie zijn eveneens in een separaat achtergronddocument gerapporteerd⁴.



Fig. 1.2 Overzicht project Klimaat en landbouw in Noord-Nederland

Vanwege de aanzienlijke hoeveelheid informatie die in beide onderzoeken is gegenereerd, is een synthese uitgevoerd om de meest relevante informatie uit beide onderzoeken te selecteren en te rapporteren. De werkwijze die bij deze synthese is gehanteerd is in hoofdstuk 2 uitgewerkt.

Vanwege de verschillende effecten als gevolg van klimaatverandering zijn alle gewassen uit tabel 1.1 separaat beschouwd. Naast de conventionele gewassen zijn er eveneens gewassen die in de huidige situatie, niet of nauwelijks in Nederland worden geteeld, maar mogelijk potentie hebben vanwege klimaatverandering (zogenaamde 'nieuwe' gewassen), in het onderzoek opgenomen.

Tabel 1.1 Overzicht plantaardige teelten en landbouwhuisdieren

Conventionele gewassen	'Nieuwe' gewassen	Landbouwhuisdieren
Wintertarwe Consumptie- fabrieksaardappelen Pootaardappelen Suikerbieten Zaauijen Winterpeen Lelie Koolzaad Gras (Engels raaigras) Tomaat (kas)	Artisjok Zonnebloem Druif Kers Riet	Melkkoeien Varkens (biologisch)
<i>Toelichting selectie gewassen en landbouwhuisdieren:</i> <i>De gewassen en dieren zijn gekozen op basis van een quick scan van de huidige situatie in Noord Nederland. Hierbij zijn vier criteria gehanteerd: areaal van het gewas, economische waarde van het gewas of dier, type (voedsel, voer, sier, energie) en type sector (akkerbouw, veehouderij, tuinbouw). Er is gebruikt gemaakt van het bestand Geografische Informatie Agrarische Bedrijven⁵. Het GIAB bestand is ontworpen in 1997 en wordt jaarlijks geactualiseerd. Het geeft de geografische locatie van elk agrarisch bedrijf in Nederland waaraan vervolgens gegevens uit de jaarlijkse "Meitelling" worden gekoppeld.</i> <i>Naast de de selectie van reeds geteelde gewassen is ook gezocht naar gewassen die nu nog niet of nauwelijks in Nederland voorkomen maar waar eventueel wel perspectief voor zou zijn. Hiervoor is gekeken in Eurostat welke gewassen nu in (Noord-)Frankrijk geteeld worden die mogelijk potentie krijgen in Nederland.</i> <i>De definitieve lijst is in samenspraak met de stuurgroep vastgesteld.</i>		

Aansluitend op fase 2 zullen in fase 3 van het project Klimaat en landbouw Noord-Nederland aanpassingsstrategieën landbouwkundig en ruimtelijk worden uitgewerkt en worden samengevoegd tot samenhangende actieplannen voor verschillende deelgebieden. De noodzakelijke dan wel gewenste landbouwkundige aanpassingen zullen worden gekoppeld aan de ruimtelijke ontwikkelingen en lokale omstandigheden. De invloed ervan op bijvoorbeeld de recreatieve, landschappelijke en ecologische waarden wordt in beeld gebracht. De uiteindelijke actieplannen bevatten een samenhangend en maatschappelijk afgewogen pakket aan maatregelen voor Noord-Nederland.

1.3 Leeswijzer

Na de achtergronden en inleiding (hoofdstuk 1) wordt in hoofdstuk 2 ingegaan op de gehanteerde werkwijze waarop de totstandkoming van dit rapport is gebaseerd. In hoofdstuk 3 worden, na een korte inleiding, per gewas de onderzoeksresultaten gepresenteerd.

In hoofdstuk 4 worden de resultaten van de onderzochte landbouwhuisdieren gepresenteerd. In bijlage 7 is een overzicht van de gebruikte bronnen weergegeven. In de tekst wordt middels nummering ^[...] naar bijbehorende informatiebronnen verwezen.

2 Werkwijze

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de opzet van de voorliggende studie uiteengezet. Zoals in de inleiding is vermeld liggen twee achtergrondrapportages aan de basis van het voorliggende rapport. Vanwege de omvang van het onderzoek is een samenvattende rapportage opgesteld. In dit hoofdstuk wordt beknopt aangegeven op welke wijze de studies, beschreven in deze achtergrondrapportages, zijn uitgevoerd. In §2.2 wordt ingegaan op het achtergronddocument van Wageningen UR (klimaatfactoren, impact en schade) en in §2.3 op het achtergronddocument van Grontmij (verkenning adaptatiemaatregelen). Tevens wordt aangegeven welke informatie en op welke wijze deze informatie uit beide rapporten in voorliggend rapport is verwerkt. Aanvullend op beide onderzoeken is in voorliggende rapportage inzicht verkregen in de meest risicovolle klimaatfactoren voor de verschillende gewassen. Daarnaast is indicatief gekeken naar de mogelijke economische schade als gevolg van deze risicovolle klimaatfactoren en de beheerskosten en investeringen van adaptatiemaatregelen die eventueel nodig zijn om schade te beperken of voorkomen. De wijze waarop deze beschouwing is uitgevoerd is eveneens beschreven in dit hoofdstuk (§2.4). Om de onderzoeksresultaten te toetsen (door experts en aan de praktijk), is een sectorbijeenkomst georganiseerd. In dit hoofdstuk wordt een korte impressie van deze bijeenkomst gegeven (§2.5).

2.2 Klimaatfactoren en impact op gewassen en landbouwhuisdieren en beschrijving klimaatscenario's (onderzoek Wageningen UR)

Klimaatfactoren

Elk gewas en dier heeft zijn eigen gevoeligheden en optimum wat betreft groeiomstandigheden bepaald door de combinatie bodem en klimaat. Ook zijn de drempelwaarden waarbij schade optreedt gewas en dierspecifiek. Verder is ook rekening gehouden met de groeistadia van het gewas, zaailingen hebben immers andere drempelwaarden dan gewassen die aan het afrijpen of bloeien zijn. Op basis van literatuur, expertkennis en praktijkkennis zijn zo per gewas voor de verschillende groeistadia kritieke klimaatfactoren geïdentificeerd. Eventuele schade is geschat en uitgedrukt als % oogstreductie of kwaliteitsvermindering.

Informatie over de verschillende land- en tuinbouwgewassen uit het achtergronddocument van Wageningen UR is in voorliggend rapport op de volgende punten geselecteerd en weergegeven:

- Klimaatfactor en de impact op het gewas worden beknopt middels tabellen weergegeven. Een uitgebreide beschrijving van de klimaatfactoren is eveneens opgenomen in bijlage 1. De schade als gevolg van de klimaatfactor is het percentage geschatte schade van de oogst, dat optreedt als gevolg van een bepaalde klimaatfactor;
- Het voorkomen van klimaatfactoren wordt kwantitatief weergegeven voor de huidige situatie en de veranderingen in het voorkomen van klimaatfactoren voor de situatie in 2040;
- De situatie voor 2100 wordt kort kwalitatief beschreven vanwege de beperkte praktische importantie. De klimaatgegevens voor 2100 zijn opgenomen in bijlage 2.

De toegepaste klimaatgegevens zijn afkomstig van weerstation Eelde. De gegevens worden als maatgevend voor het klimaat in Noord-Nederland beschouwd.

Er zijn bepaalde klimaatfactoren welke niet kwantitatief kunnen worden bepaald aan de hand van gegevens van het KNMI. Deze factoren worden daarom uitsluitend kwalitatief uitgewerkt.

De impact van klimaatverandering op de melkveehouderij (melkkoeien) en biologische varkens houderij (biologische varkens) wordt uitsluitend kwalitatief beschreven. Aangezien gegevens omtrent mogelijke 'schade' als gevolg van de klimaatfactoren op de landbouwhuisdieren ontbreken en klimaatfactoren niet zijn te kwantificeren op basis van KNMI-gegevens, is voor de landbouwhuisdieren geen indicatie van de mogelijke (economische) schade als gevolg van de klimaatfactoren weergegeven.

Klimaatscenario's en klimaatgegevens

Het klimaat in Nederland verandert. Hoe het verandert is vooral afhankelijk van de wereldwijde temperatuurstijging en van veranderingen in de stromingspatronen van de lucht in onze omgeving (West Europa) en de daarmee samenhangende veranderingen in de wind. Deze twee aspecten zijn samengevat in fig. 2.1 (G=gematigd; W=warm).

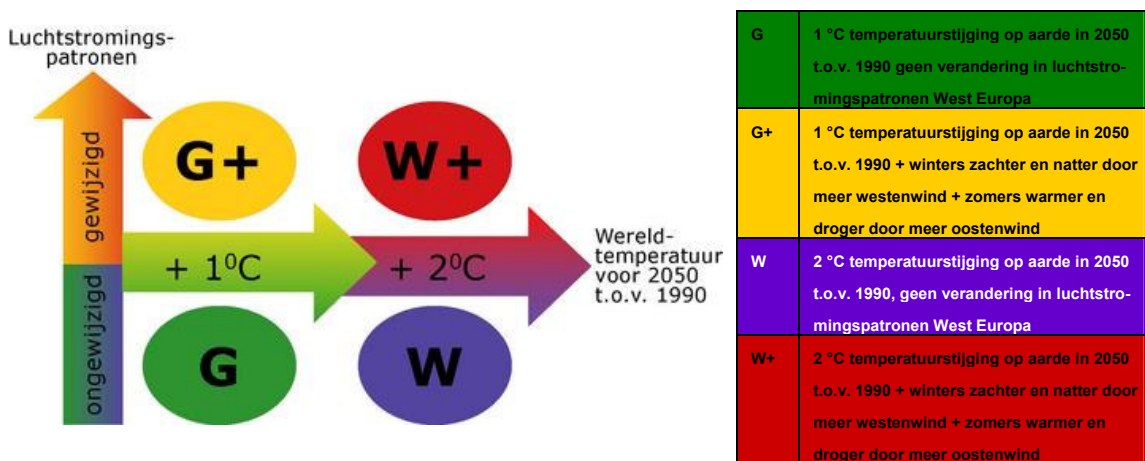


Fig. 2.1 Schematisch overzicht van de vier KNMI'06 klimaatscenario's met toelichting ⁶.

Een aantal aspecten komen in elk KNMI'06 scenario voor, zoals een hogere frequentie van zachte winters en warme zomers, gemiddeld nattere winters, grotere neerslag extremen, maar ook een vermindering van de neerslag in de zomerperiode. De berekende veranderingen in het windklimaat zijn klein ten opzichte van de natuurlijke grilligheid, verder blijft de zeespiegel stijgen.

Het onderzoek Klimaat en Landbouw in Noord-Nederland is gericht op de veranderingen in de weersextremen en gebaseerd op het G+ en het W+ scenario. Dit vanwege het feit dat in de voorstudie² dezelfde klimaatscenario's zijn gehanteerd en het G+ en W+ scenario de extreme klimaatscenario's schetsen. Voor dit onderzoek zijn de tijdvensters 2040 en 2100 gebruikt. De keuze van deze tijdvensters sluit aan bij eerder uitgevoerde WLO scenariostudies⁷.

Elk scenario is onderverdeeld in tijdvakken van 30 jaar waarbinnen de weersgegevens (temperatuur, neerslag en verdamping) op dagbasis zijn aangegeven door het KNMI. Voor dit onderzoek zijn de daggegevens van beide scenario's verwerkt tot een aantal, per gewas vaak verschillende, klimaatfactoren voor de volgende perioden:

- huidig klimaat: 1976 - 2005
- toekomstig klimaat 2040: 2026 - 2055
- toekomstig klimaat 2100: 2086 - 2115

Hoe deze gegevens in detail uit de KNMI-data zijn berekend wordt nader toegelicht in het achtergrondrapport van Wageningen UR³.

Positieve effecten landbouw als gevolg van klimaatverandering

Voorliggende studie richt zich met name op (in de toekomst frequenter voorkomende) weersextremen (klimaatfactoren) met een negatieve impact op het gewas. Naast het mogelijk vaker voorkomen van extremen leidt klimaatverandering in sommige gewassen mogelijk ook tot hoge-

re gewasopbrengsten als gevolg van een stijgende gemiddelde temperatuur en een stijgende CO₂-concentratie in de lucht. Deze effecten zijn in fase 1 van het project Klimaat en landbouw meegenomen en vanwege dit feit buiten beschouwing gelaten in onderzoeksfase 2. Naast vaker voorkomende gevoelige klimaatfactoren, is het echter wel mogelijk dat als gevolg van klimaatverandering er extremen zijn die minder frequent gaan voorkomen. Op basis van de KNMI gegevens is onderzocht of bepaalde klimaatfactoren minder frequent voorkomen (bv. vorstperiodes) in de toekomstige tijdsvensers: 2040 en 2100. Wanneer deze situatie zich voor doet, wordt aangegeven welke positieve gevolgen dit heeft voor het desbetreffende gewas.

2.3 Inventarisatie adaptatiemaatregelen (onderzoek Grontmij)

Aanvullend op de onderzoeksresultaten van Wageningen UR³ zijn door Grontmij mogelijke adaptatiemaatregelen verkend. Adaptatiemaatregelen zijn activiteiten om een negatief effect van een klimaatimpact tegen te gaan. In het onderzoek (gerapporteerd in achtergrondrapport van Grontmij) zijn op basis van literatuuronderzoek, experts (interviews) en eigen inzichten de mogelijke adaptatiemaatregelen verkend⁴. Er zijn maatregelen geïnventariseerd welke een effect van een klimaatfactor kunnen voorkomen (bv. afdekken van een gewas voor regen) en maatregelen die het effect (schade) van een klimaatfactor kunnen beperken (bv. doorlatendheid van een bodem verbeteren).

In het achtergrondrapport wordt een algemeen overzicht van maatregelen tegen algemene klimaatextremen weergegeven, zoals bijvoorbeeld droogte, hevige regen, vorst, wind, en hagel. Aanvullend volgt per gewas een maatregelenlijst waarbij specifiek is ingezoomd op de voor de verschillende gewassen relevante klimaatfactoren en bijbehorende impact.

Bij het opstellen van de maatregelenlijsten is onderscheid gemaakt in het 'niveau' waarop de maatregel dient te worden uitgevoerd of ontwikkeld. Hierbij zijn de volgende niveaus onderscheiden:

- Gewasniveau: maatregelen die de boer kan nemen en specifiek gericht zijn op het gewas (bv. het bestrijden van een plaag dat voor een specifiek gewas een gevaar vormt)
- Bedrijfsniveau: maatregelen die de boer kan nemen en naast alleen invloed op het gewas eveneens invloed hebben op andere elementen binnen het bedrijfssysteem (bv. gewasrotatie)
- Regionaal niveau: maatregelen die op regionale schaal (bv. waterschap, provincie) genomen kunnen worden (bv. ingrepen in het watersysteem)
- Sectorsniveau: maatregelen die door de sector genomen, aangestuurd of ontwikkeld moeten worden (bv. ontwikkeling van resistente gewassen en technologische ontwikkeling)

De adaptatiemaatregelen ten behoeve van de meest risicovolle klimaatfactoren zijn nader uitgewerkt (zie §2.4 voor het begrip risicovolle klimaatfactor). Deze maatregelen zijn onder andere getoetst op praktische uitvoerbaarheid (op basis van expert judgement). Aanvullend is tevens, daar waar mogelijk, (indicatief) inzicht gegeven in de kosten van de adaptatiemaatregelen, waarbij de kosten in 2008 als richtlijn worden gebruikt.

Uitgangspunten voor het selecteren van maatregelen

De adaptatiemaatregelen zijn uit het achtergrondrapport van Grontmij⁴ zijn op basis van de volgende uitgangspunten geselecteerd:

- De maatregelen zijn door en voor de agrariër praktisch en teelttechnisch uitvoerbaar;
- De maatregelen hebben een zekere mate van effectiviteit (of een zekere mate van effectiviteit wordt verwacht);
De effectiviteit van een maatregel is sterk afhankelijk van externe factoren bijvoorbeeld; het type bodem, de waterhuishoudkundige situatie, voorafgaand management (het voorafgaande geteelde gewas) en het tijdstip waarop een maatregel wordt uitgevoerd. Gezien dit feit wordt er in deze studie geen oordeel gegeven over de effectiviteit van de gepresenteerde adaptatiemaatregelen.
- De maatregelen zijn op basis van een indicatieve economische beschouwing, economisch haalbaar;
Uitgangspunt is dat de jaarlijkse kosten en investeringen van de maatregel lager zijn dan de maximale jaarlijkse beheerskosten en de maximale eenmalige investeringskosten (berekend

uit de maximaal te verwachten schade aan het gewas). Uitzonderingen vormen maatregelen die voor meerdere baten kunnen zorgen, bv. irrigatie welke voor meer dan één gewas kan worden ingezet. Indien deze situatie zich voordoet, wordt de adaptatiemaatregel opgenomen in de maatregelenlijst (ondanks dat de maatregelen voor het desbetreffende gewas economisch niet interessant lijkt).

In bijlage 3 zijn de uitgangspunten en berekeningsmethodiek weergegeven ten behoeve van het bepalen van de maximale jaarlijkse beheerskosten en de maximale eenmalige investeringskosten. Belangrijk om te vermelden is dat met de verkregen onderzoeksresultaten geen oordeel wordt gegeven of bepaalde maatregelen economisch haalbaar zijn binnen een bepaald bedrijfssysteem (binnen de verschillende tijdsvensters en klimaatscenario's).

Maatregelen (inclusief een indicatie van de kosten) zijn voor het tijdsvenster 2040 uitsluitend weergegeven voor de meest risicovolle klimaatfactoren (zie §2.4). Potentiële maatregelen voor de situatie voor 2100 worden uitsluitend kwalitatief beschreven (vanwege praktische irrelevantie).

Voor de klimaatfactoren, welke niet op basis van KNMI gegevens zijn te kwantificeren of waarvan geen schatting van de schade bekend is, worden de mogelijke adaptatiemaatregelen kwalitatief beschreven en is eveneens geen beschouwing van beheers- en investeringskosten uitgevoerd.

De impact van klimaatverandering op de melkkoeien en biologische varkens wordt uitsluitend kwalitatief beschreven. De weergegeven maatregelen zijn afkomstig uit een verkennende literatuurstudie⁴. Economische consequenties zijn buiten beschouwing gelaten.

2.4 Selectie meest risicovolle klimaatfactoren

In het onderzoek van Wageningen UR³ zijn de voor de verschillende gewassen de gevoelige klimaatfactoren bepaald. Als gevolg van klimaatverandering zullen deze klimaatfactoren vaker of minder vaak optreden. Belangrijk is om inzicht te krijgen in welke klimaatfactoren daadwerkelijk een bedreiging kunnen gaan worden voor de verschillende gewassen. Om deze meest risicovolle klimaatfactoren voor de situatie in 2040 te bepalen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De klimaatfactor moet in 2040 vaker optreden ten opzichte van de huidige situatie;
- De gemiddelde jaarlijkse economische schade als gevolg van de klimaatfactor is minimaal 10% van de jaarlijkse financiële gewasopbrengst (voor het tijdsvenster 2040).

In bijlage 3 is een voorbeeld voor het berekenen van de jaarlijkse economische schade uitgewerkt.

2.5 Sectorbijeenkomst februari 2009

Op 27 februari 2009 is door LTO een sectorbijeenkomst georganiseerd waarin in verschillende deelsessies de conceptresultaten van het onderzoek met enkele gewasexperts, akkerbouwers, bollentelers en melkveehouders zijn bediscussieerd. Eén van de doelstellingen van de bijeenkomst was om de conceptresultaten te toetsen door gewasexperts en aan de praktijk. Het programma en de deelnemerslijst van deze bijeenkomst is opgenomen in bijlage 6.

De sectorbijeenkomst is door de onderzoeksgroep als bijzonder positief ervaren. De deelnemers aan de verschillende sessies dachten over het algemeen goed en constructief mee. Tijdens de bijeenkomst zijn geen fundamentele fouten in het onderzoek of de aanpak geconstateerd. De gemaakte opmerkingen betroffen (veelal zinvolle) aanvullingen, nuanceringen en in enkele gevallen verbeteringen. De (meeste) opmerkingen zijn in voorliggende rapportage opgenomen.



Fig. 2.2 Bespreking en discussie onderzoeksresultaten fase 2 tijdens sectorbijeenkomst in februari 2009.

3 Plantaardige teelten

3.1 Inleiding

De onderzoeksresultaten van de vijftien verschillende land- en tuinbouwgewassen zijn kort en bondig gerapporteerd. In dit hoofdstuk wordt aan elk gewas een paragraaf gewijd. Om één en ander voorafgaand toe te lichten is een leeswijzer opgesteld. De hieronder weergegeven koppen komen in de volgende paragrafen per gewas terug. In deze inleiding wordt een toelichting op de informatie, die onder de verschillende koppen is beschreven, weergegeven.

Algemene informatie

Over elk gewas wordt algemene informatie betreffende de teelt (o.a. omvang van het areaal) weergegeven. Daarnaast wordt met kaartmateriaal een overzicht gegeven van de huidige teeltgebieden in Noord-Nederland. Van de 'nieuwe gewassen' wordt aangegeven waar deze in de huidige situatie in Nederland eventueel voorkomen. Met een overzichtskaartje wordt voor enkele nieuwe gewassen eveneens indicatief aangegeven waar deze gewassen mogelijk zouden kunnen worden geteeld in Noord-Nederland. De weergegeven informatie en de kaarten zijn met name afkomstig uit het achtergronddocument van Wageningen UR. Gemiddelde opbrengsten en productprijzen van het desbetreffende gewas zijn, indien beschikbaar, gebaseerd op gegevens uit KWIN⁹. In bijlage 5 zijn drempelwaarden en gevoeligheden van zout (irrigatiewater) voor de verschillende gewassen weergegeven.

Klimaatfactoren, impact op gewas en schade

Op basis van de studie van Wageningen UR worden voor het desbetreffende gewas de gevoelige klimaatfactoren weergegeven. Dit betreft een tabel, waarin de volgende informatie wordt weergegeven:

- Klimaatfactor: de klimaatgebeurtenis welke een bepaalde impact heeft op het specifieke gewas. Een uitgebreide beschrijving van de klimaatfactor is opgenomen in bijlage 1;
- Periode: periode binnen het jaar waarin de klimaatfactor effect heeft op het gewas;
- Impact op gewas: het effect van het optreden van de klimaatfactor op het gewas;
- Schade: het percentage geschatte schade (vaak een bandbreedte) van de oogst, dat mogelijk optreedt als gevolg van een bepaalde klimaatfactor;
- Indicatie schade: indicatie van de financiële schade per gebeurtenis bij het optreden van de maximale schade (uitgangspunten voor de berekening zijn weergegeven in bijlage 3).

Beschrijving van de drie tijdvensters: huidige situatie, 2040 en 2100

Per gewas worden de consequenties van klimaatverandering voor drie verschillende tijdvensters uitgewerkt. Met behulp van kalenders wordt inzichtelijk gemaakt hoe vaak een bepaalde klimaatfactor optreedt gedurende een periode van 30 jaar. Deze kalenders zijn voor de huidige situatie en het tijdsscenario 2040 gepresenteerd. In de kalender voor 2040 is de verandering in het aantal klimaatfactoren voor de twee klimaatscenario's (G+ en W+) ten opzichte van de huidige situatie weergegeven.

Aan de hand van de geschatte maximale schade als gevolg van de klimaatfactor en het aantal keer dat een bepaalde klimaatfactor voorkomt in een periode van 30 jaar is voor de huidige situatie en de situatie in 2040 inzicht (indicatief) gegeven in de maximale jaarlijkse beheerskosten en de maximale eenmalige investeringen. Achtergrond en uitgangspunten ten behoeve van het bepalen van deze indicatieve waarden zijn weergegeven in bijlage 3. De weergegeven getallen dienen uitsluitend om een zeer grove vergelijking te kunnen maken tussen de kosten van de mogelijke schade als gevolg van een bepaalde klimaatfactor en de kosten van mogelijke adap-

tatiemaatregelen. Met de resultaten wordt geen oordeel gegeven of bepaalde maatregelen economisch haalbaar zijn binnen een bepaald bedrijfssysteem.

Adaptatiemaatregelen

Om de gewassen in 2040 tegen de meest risicovolle klimaatfactoren te beschermen of de effecten te kunnen beperken, kunnen adaptatiemaatregelen genomen worden. Per gewas worden voor de meest risicovolle klimaatfactoren de mogelijk in te zetten maatregelen weergegeven. Van elke maatregel wordt aangegeven op welk niveau (gewas, bedrijf, sector of regio) de maatregel dient te worden genomen of ontwikkeld moet worden. Tevens wordt, waar het enigszins mogelijk is, een indicatie van de investeringen en jaarlijkse kosten van de verschillende maatregelen weergegeven. Mogelijke adaptatiemaatregelen voor de situatie 2100 worden uitsluitend kwalitatief beschreven.

Overige klimaatfactoren en maatregelen

Er zijn bepaalde klimaatfactoren welke niet kwantitatief kunnen worden bepaald aan de hand van gegevens van het KNMI. Deze factoren worden daarom uitsluitend kwalitatief uitgewerkt. Voor informatie over de totstandkoming van deze informatie wordt verwezen naar het achtergronddocument van Wageningen UR. Daarnaast is tijdens de sectorbijeenkomst nieuwe informatie gegenereerd, welke eveneens is opgenomen in dit rapport. De weergegeven adaptatiemaatregelen zijn kwalitatief beschreven.

Positieve gevolgen klimaatverandering

Per gewas wordt aangegeven wat de mogelijke positieve gevolgen van de klimaatverandering kunnen zijn. Daarbij wordt sec gekeken of het aantal gevoelige klimaatfactoren (extremen) afneemt ten opzichte van de huidige situatie en wat de consequenties hiervan zijn op de teelt van het desbetreffende gewas.

Samenvatting

Op basis van de resultaten van identificatie en kwantificering van de klimaatfactoren, schade en mogelijke adaptatiemaatregelen worden per gewas de meeste relevante informatie weergegeven met eventuele aandachtspunten voor de tijdsvensters 2040 en 2100.

3.2 Wintertarwe

Algemeen

Tarwe is het grootste graangewas ter wereld, het voorziet 21% van de mensen van voedsel en wordt verbouwd op 200 miljoen hectare. Bij tarwe is er net als bij rogge en gerst de keuze voor een zomer of wintervorm. De wintervorm heeft een koude periode nodig waarna de plant in rust gaat en pas bij het warmer worden weer begint te groeien.

Tarwe wordt overal in Nederland geteeld in vruchtwisseling met een breed spectrum aan gewassen. Het Oldambt is bij uitstek een graangebied, de vruchtwisseling bestaat er voor een groot gedeelte uit granen.

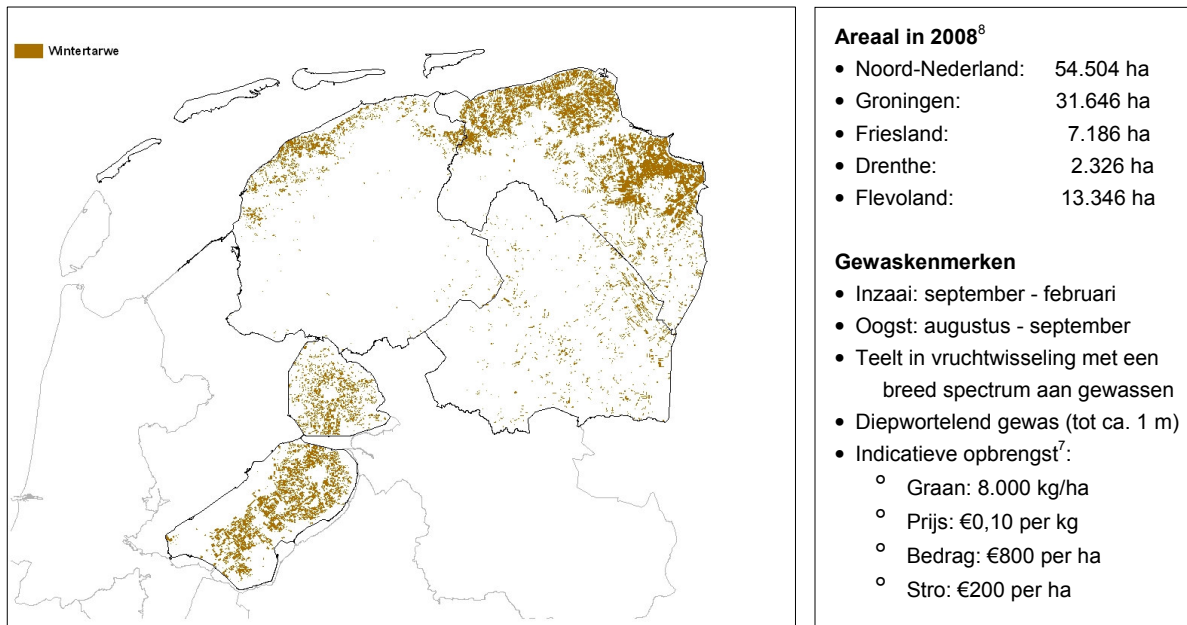


Fig. 3.1 Verspreidingsgebied teelt van wintertarwe in de Noord-Nederland en enkele teeltkenmerken^{3 8 9}.

Klimaatfactoren, impact op gewas en schade

Tabel 3.1 Klimaatfactoren en de impact op de teelt van wintertarwe

Klimaatfactor	Periode	Impact op gewas	Schade	Indicatie schade
Langdurig droog	juni - aug.	In de periode na de stengelstrekking speelt droogte een rol en zal voor opbrengstderiving zorgen.	10 - 50%	tot €500 per ha
Aanhoudend nat	april - mei	Optreden van septoria of bladvlekkenziekte	25 - 75%	tot €800 per ha
Aanhoudend vochtig	mei - juli	Optreden van Aarfusarium vochtige wisselende omstandigheden rond de bloei tot oogst. Aarfusarium produceert mycotoxines.	25 - 75%	tot €800 per ha
Windstoten i.c.m. zware buien	mei - aug.	Legering vindt plaats doordat met name natte aren topzwaar worden waardoor ze gevoelig zijn voor een fikse windstoot makkelijk. Het gewas is dan moeilijk te oogsten.	onbekend	-
Aanhoudend nat weer	juli - sept.	Kan tot gevolg hebben dat er pas in september geoogst kan worden omdat maai-dorsers geen nat graan kunnen oogsten. Heeft gevolgen voor de rotatie met andere gewassen. Speelt vooral een rol bij grote graanbedrijven die veel moeten dorsen.	10 - 75%	tot €800 per ha
Kwakkelweer	nov. - maart	Opvriezen van de wortels	10 - 50%	tot €500 per ha

Beschrijving van drie tijdvensters voor de teelt van wintertarwe

Huidige situatie

In Tabel 3.2 is per klimaatfactor aangegeven hoe vaak deze per maand voorkomt in een periode van 30 jaar. Onder de huidige klimatologische omstandigheden zijn aanhoudend vochtig weer in de periode mei - juni (Aarfusarium een probleem) en aanhoudend nat weer in de periode juli - september (oogst pas in september) de meest voorkomende klimaatfactoren.

Tabel 3.2 Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investering (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Langdurig droog						0	1	0					0 - 0,05	0,2 - 0,3
Aanhoudend nat				0	5								0,1 - 0,15	1 - 3
Aanhoud. vochtig					4	9	8						0,5 - 0,6	8 - 9
Windstoten/buien					0	0	0	1					nb	nb
Aanhoudend nat							7	5	2				0,3 - 0,4	5 - 6
Kwakkelweer	1	0	1								0	0	0 - 0,05	0,5 - 0,6

¹⁾ zie Tabel 3.1 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

nb: niet bepaald vanwege onvoldoende gegevens

Situatie 2040

Landurige droogte neemt over de periode van 2026-2055 licht toe waardoor er tijdens de stengelstrekking opbrengstderving optreedt. Kwakkelweer lijkt een beetje toe te nemen waardoor wortels op kunnen vriezen. Het effect van kwakkelweer op de opbrengst is zeer waarschijnlijk niet heel groot.

Tabel 3.3 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2026-2055 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investering (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Langdurig droog						+1	+2	+1	+1	+1	+2		0,05 - 0,1	1 - 2
Aanhoudend nat				0	0	-2	-2						-	-
Aanhoud. vochtig					-1	0	+1	-2	-1	-4			-	-
Windstoten/buien					0	0	0	0	0	+1	+1		nb	nb
Aanhoudend nat							-2	-5	-4	-3	0	-1	-	-
Kwakkelweer	0	0	+2	+3	0	+1					0	0	0,05 - 0,1	1 - 2

¹⁾ zie Tabel 3.1 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Klimaatrisico teelt van wintertarwe

nb: niet bepaald vanwege onvoldoende gegevens

Vanwege de frequentie van voorkomen en de mogelijke schade die hierdoor wordt veroorzaakt, zijn de mogelijke klimaatrisico's voor de situatie in 2040 voor de teelt van wintertarwe:

- Langdurig droog weer (in het W+ scenario)
- Kwakkelweer (in het W+ scenario)

Maatregelen

In Tabel 3.4 zijn de mogelijke adaptatiemaatregelen voor de teelt van wintertarwe, om schade als gevolg de klimaatrisico's te voorkomen of beperken, weergegeven.

Tabel 3.4 Adaptatiemaatregelen ten behoeve van de meest risicovolle klimaatfactoren in 2040

	Niveau	Indicatieve kosten	
		Jaarlijks (k€/ha)	Investering (k€/ha)
Langdurig droog – Opbrengstderving (juni - aug.)			
Vergroten vochtvasthoudend en vochtbergend vermogen van de bodem ¹⁾	Bedrijf	0,1 - 0,5	-
Droogteresistent ras ontwikkelen	Sector	-	1.000 - 10.000 ²⁾
Kwakkelweer - Opvriezen van de wortels (nov. - maart)			
Vroeger inzaaien	Gewas/bedrijf	nihil	-
Opmerkingen:			
¹⁾ zie voor mogelijke maatregelen (uitwerking) bijlage 4			
²⁾ kosten zijn niet per hectare uit te drukken			

Vanwege het relatief geringe saldo van deze teelt is een beperkt aantal maatregelen inzetbaar. Om de schade van langdurige droogte te beperken kan de teler zorgen dat de vochtthuishouding van de grond wordt verbeterd, bv. door het onderwerken van het stro (restproduct) in plaats van afzetten van het stro. Mogelijk dat op termijn een droogteresistent ontwikkeld kan worden. In Australië worden proeven gedaan met genetisch gemodificeerde droogteresistente graangewassen. Boeren hopen dat deze graansoorten een hoge opbrengst kunnen geven onder droge omstandigheden¹⁰.

Mogelijk dat de effecten van kwakkelweer kunnen worden beperkt door eerder in te zaaien. De mogelijkheid hiertoe hangt af van de oogst van de voorvrucht en de weers- en bodemomstandigheden¹².



Fig. 3.2 Stro kan worden ondergewerkt ter vergroting van het vochtbergend vermogen¹¹.

Situatie 2100

In 2100 zal de relevantie van droogte en warmte gaan toenemen. Echter, verwacht mag worden dat deze veranderingen niet zeer schadelijk zijn.

Overige klimaatfactoren en maatregelen

De volgende bedreigingen staan niet omschreven in de dataset omdat het weerbeeld niet duidelijk is of een onvoldoende relatie hebben van de klimaatfactor met de impact. Als het langdurig droog is in het begin van het groeiseizoen kan de schimmel gele roest het gewas besmetten en later veel schade veroorzaken. Eerst vooral op het blad maar als de schimmel zich (bij matige temperaturen) ontwikkelt dan kunnen ook stengels en aren aangetast worden.

Droogte aan het begin van het groeiseizoen is bevorderlijk voor Roest of Gele Roest.

Als in september-oktober bladluizen het gewas besmetten en zij de winter overleven dan kan er in voorjaar grote schade ontstaan door gerstevergelingsziekte.

Behalve door rassenkeuze kan gele roest door chemische middelen effectief worden bestreden¹².

De teler heeft geen mogelijkheden om het gerstevergelingsvirus te bestrijden. De aanpak van het probleem dient te worden gericht op het voorkomen van verspreiden van bladluizen. Opbrengstderving kan door de teler (bedrijfsniveau) worden gerealiseerd middels¹³:

- Chemische bestrijding
- Later inzaaien

Een vroege natuurlijke bestrijding door o.a. loopkevers en spinnen kan voorkomen dat bladluizen migreren en meer planten aantasten¹¹. De sector kan maatregelen nemen om een resistent ras te ontwikkelen. In het buitenland zijn verschillende onderzoeken op dit vlak uitgevoerd.

Positieve gevolgen klimaatverandering

Aanhouden nat weer gaat in de toekomst wat minder worden waardoor de berijdbaarheid in de oogstperiode (juli - augustus) mogelijk beter wordt.

Samenvatting

De mogelijke klimaatrisico's voor de teelt van wintertarwe zijn langdurige droogte in de zomer en kwakkelweer in de winter. Er zijn beheersmaatregelen voorhanden om de schade van deze klimaatfactoren te voorkomen of te beperken. Daarnaast is het effect van kwakkelweer op de opbrengst zeer waarschijnlijk niet heel groot, waardoor dit verder geen aandachtspunt is. Mogelijk dat (Gele) Roest en gerstevergelingsziekte een groter probleem worden en daarmee extra aandacht vragen (vanwege inzet gewasbeschermingsmiddelen, onderzoek resistente gewassen etc.).

3.3 Consumptie- en zetmeelaardappel

Algemeen

Naast pootaardappelen zijn er grofweg nog twee typen aardappelteelten in Nederland te onderscheiden, consumptieaardappelen (ook voor frites) en zetmeelaardappelen.

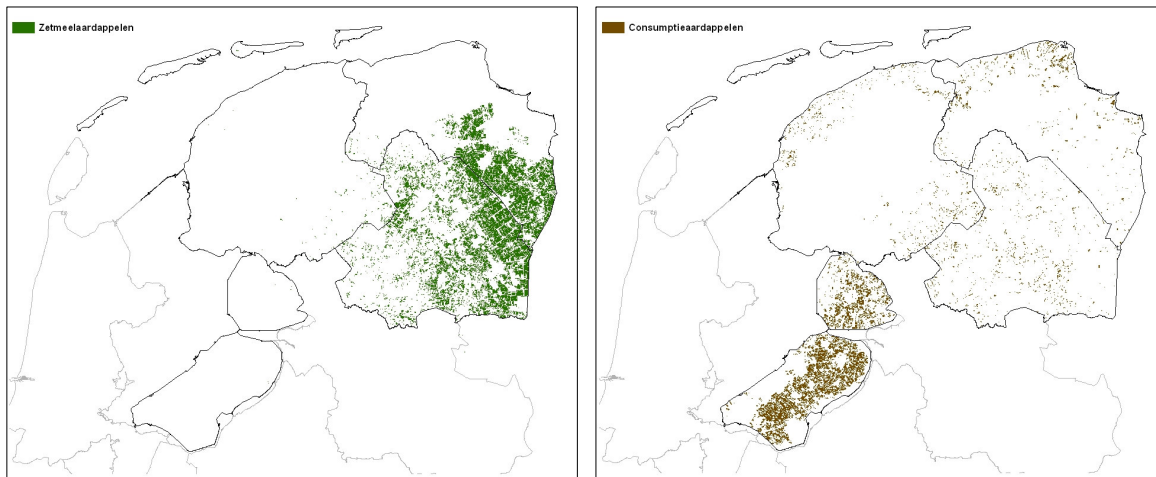


Fig. 3.3 Verspreidingsgebied teelt van zetmeel- (links) en consumptieaardappelen (rechts) in de Noord-Nederland³.

Areaal consumptie-aardappelen in 2008⁸ - Noord-Nederland: 2.752 ha - Groningen: 214 ha - Friesland: 562 ha - Drenthe: 1.643 ha - Flevoland: 333 ha	Areaal zetmeelaardappelen in 2008⁸ - Noord-Nederland: 40.168 ha - Groningen: 14.927 ha - Friesland: 238 ha - Drenthe: 24.893 ha - Flevoland: 110 ha
Gewassenmerken - Poten: maart - april - Oogst: september - november - Indicatieve opbrengst⁹: - Oogst: 60.000 kg/ha - Prijs: €0,08 per kg - Bedrag: €4.800 per ha	

Klimaatfactoren, impact op gewas en schade

Tabel 3.5 Klimaatfactoren en de impact op de teelt van zetmeel- en consumptieaardappelen

Klimaatfactor	Periode	Impact op gewas	Schade	Indicatie schade
Hevige regenval	mei - sept.	Verrotting deel aardappeloogst	25 - 75%	tot €4.000 per ha
Hittegolf	juli - sept.	Doorwas: een verschijnsel waarbij de aardappel te snel groeit waardoor knollen buiten de hoofdknol gevormd worden	25 - 75%	tot €4.000 per ha
Warm en nat	juli - sept.	Bacterieziekte Erwinia die natrot en stengelrot veroorzaakt	10 - 50%	tot €2.500 per ha
Extreme hitte	juni - aug.	Afsterven van de aardappelplant door hoge verdamping en verbranding	100%	tot €5.000 per ha
Aanhoudend nat weer	mei - aug.	Spuiten tegen Phytophthora niet mogelijk is (vanwege verspreiden van ziekten)	50 - 100%	tot €5.000 per ha
Vorst	april - mei	De aardappels bevroren en komen niet op	25 - 75%	tot €4.000 per ha
Warme winter	dec. - maart	Bewaring van aardappelen problematisch wordt, omdat de buitenlucht de aardappelen niet kan koelen, waardoor verlies van vocht en uitlopers en rot wordt veroorzaakt	25 - 75%	tot €4.000 per ha

Beschrijving van drie tijdvensters voor de aardappelteelt (zetmeel/consumptie)

Huidige situatie

In Tabel 3.6 is per klimaatfactor aangegeven hoe vaak deze per maand voorkomt in een periode van 30 jaar. Onder de huidige klimatologische omstandigheden zijn hevige regenval, hittegolfen, aanhoudend nat weer en warme winters de meest voorkomende klimaatfactoren.

Tabel 3.6 Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investeringskosten (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Hevige regenval					0	0	0	2	1	0			0,3 - 0,4	5 - 6
Hittegolf							2	6	0				0,9 - 1,0	15 - 16
Warm en nat							0	1	0				0,05 - 0,1	1 - 1,5
Extreme hitte						0	0	0					-	-
Aanhoudend nat					5	8	7	5	4				4 - 5	70 - 80
Vorst				0	0								-	-
Warme winter	0	0	3									0	0,3 - 0,4	5 - 6

¹⁾ zie Tabel 3.5 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Situatie 2040

Als gevolg van klimaatverandering zal het aantal hittegolfen verder toenemen (zie Tabel 3.7). Hierdoor zal doorwas vaker een probleem zijn. Naast het aantal hittegolfen zal er een toename plaatsvinden van warme winters (problemen met bewaring). Ten opzichte van de huidige situatie zullen natte- en warme perioden in de maanden juli en september vaker voor gaan komen, waardoor de bacterieziekte Erwinia mogelijk een groter probleem wordt.

Tabel 3.7 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2026-2055 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's en weergave indicatieve kostenaspecten.

	Maand														Beheerkos- ten (k€/ha) ²⁾	Investering (k€/ha) ³⁾	
Klimaatfactor ¹⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D					
Hevige regenval					0	0	0	0	-1	+1	+1	0	0	0,3 - 0,5	7 - 10		
Hittegolf							+2	+12	+7	+12	+1	+3		2 - 4	40 - 70		
Warm en nat							+4	+6	+5	+6	+1	+2		0,5 - 1,5	15 - 25		
Extreme hitte						0	0	0	0	0				-	-		
Aanhoudend nat					-2	-2	-2	-4	-2	-5	-4	-3	0	-1	-	-	
Vorst				0	0	0	0							-	-		
Warme winter	0	+2	+1	+3	+3	+8								+1	+1	1 - 2	20 - 40

¹⁾ zie Tabel 3.5 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Klimaatrisico teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen

Vanwege het veelvuldig optreden van de klimaatfactoren en de mogelijke schade die hierdoor wordt veroorzaakt, zijn de mogelijke klimaatrisico's voor de situatie in 2040 voor de aardappelteelt:

- Hevige regenval (in het G+ klimaatscenario)
- Hittegolfen in de zomerperiode (in beide klimaatscenario's)
- Warm en nat weer (in het W+ scenario)
- Warme winters (in het W+ scenario)

Maatregelen

In Tabel 3.8 zijn de mogelijke adaptatiemaatregelen, om schade als gevolg de klimaatrisico's te voorkomen of beperken, weergegeven.

Tabel 3.8 Adaptatiemaatregelen ten behoeve van de meest risicovolle klimaatfactoren in 2040

	Niveau	Indicatieve kosten	
		Jaarlijks (k€/ha)	Investerings (k€/ha)
Hevige regenval – Verrotting deel aardappeloogst (mei - sept.)			
Doorlatendheid bodem verbeteren ¹⁾	Bedrijf	0,2 - 1	-
Oppervlakkige afwatering verbeteren ¹⁾	Gewas/bedrijf	0,1 - 0,2	-
(Intensiever) draineren	Bedrijf	0,1 - 0,2	0,5 - 2,5
Waterstressbestendig ras ontwikkelen	Sector	-	1.000 - 10.000*
Hittegolf - Doorwas (juli – sept.)			
Aardappel in bredere ruggen telen	Gewas/bedrijf	0	> 50* ²⁾
Aardappel vroeger poten en rooien	Gewas/bedrijf	nihil	-
Verkoeling door druppelirrigatie	Gewas/bedrijf	1 ³⁾	-
Realiseren van een goed gesloten gewas (optimale pootafstand en optimaal bemesten)	Gewas	0 - 0,5	-
Hittebestendig ras ontwikkelen	Sector	-	1.000 - 10.000*
Warm en nat - Bacterieziekte Erwinia (juli –sept.)			
Resistent ras ontwikkelen	Sector	-	1.000 - 10.000*
Biologische bestrijding	Sector	nb	nb
Optimaal bemesten (gezonde plant is minder vatbaar)	Gewas/bedrijf	0 - 0,5	-
Warme winter – Bewaring moeilijk (dec. - maart.)			
Mechanische koeling	Gewas/bedrijf		0,5 - 1 ⁴⁾
Aardappels bespuiten met kiemreguleringsmiddel	Gewas/bedrijf	0,1 - 0,2	-
Aardappel ontwikkelen met betere bewaareigenschappen	Sector	-	1.000 - 10.000*
Opmerkingen:			
¹⁾ Zie voor mogelijke maatregelen (uitwerking) bijlage 4;			
²⁾ Door deze maatregel moet mogelijk met de machines worden overgestapt op een andere normalisatie. Dit betekent dan o.a. een aanschaf van een nieuwe pootmachine en ruggenfrees en aanpassingen op trekkers en spuiten. Omschakeling van 75 cm naar 90 cm-normalisatie kost een akkerbouwer minimaal €50.000,- ¹⁴⁾ ;			
³⁾ jaarlijkse vaste kosten voor materiaal en arbeid (excl. bron en jaarlijkse afvoer slangmateriaal)			
⁴⁾ Mechanische koeling bij kistenbewaring €90 per ton (jaarlijkse kosten 14,75%) ⁹⁾			
⁹⁾ Kosten zijn niet per hectare uit te drukken			
nb: niet bekend vanwege bv. onvoldoende gegevens, de maatregel bevindt zich in een onderzoekstadium of moet nog ontwikkeld worden			

Het is zeer de vraag in hoe effectief de weergegeven maatregelen zijn om de impact van hevige regenval te beperken of voorkomen. De bodemstructuur van zeekleigronden is veelal slecht als gevolg van een geringe aggregaatstabiliteit. De kans op verdichting en verslumping (het dicht-slaan) van de grond neemt toe. De bodem kan dan minder water opnemen (als spons fungeren) en er vindt minder watertransport naar diepere lagen plaats. Er zijn wel maatregelen mogelijk waarmee de teler de bodemstructuur kan sturen¹⁵⁾. Deze zijn weergegeven in bijlage 4.

Aardappelen in bredere ruggen telen is een techniek die ook in Mexico en andere Zuid-Amerikaanse landen veelvuldig wordt gebruikt¹⁶⁾. Of er vroeger gepoot en gerooid kan worden is alleen een optie als de bodemomstandigheden (droog en warm) voldoende zijn. Bij verkoeling door druppelirrigatie zal er kwantitatief en kwalitatief voldoende beschikbaar moeten zijn. Mogelijk dat hiervoor maatregelen op regionaal niveau (ingrepen in watersysteem) nodig zijn. Voorts stelt druppelirrigatie hoge eisen aan de waterkwaliteit. Omdat de druppelaars in de slangen gemakkelijk verstopt raken, moet het water goed worden gefilterd. Een bijzonder probleem vormt ijzerhoudend water, dat uit menige waterbron op zandgrond naar boven komt. Het ijzer kan ernstige verstopping veroorzaken. Gebruik van leidingwater is (te) duur en aan gebruik van oppervlaktewater kleef het risico van ziekteverspreiding, zoals bruinrot¹⁷⁾.

Ook een gesloten gewas remt de opwarming van de bodem en daarmee doorwas³⁵. Dit kan mogelijk worden bewerkstelligd door het realiseren van een optimale plantafstand en optimale groeiomstandigheden en bemesting.

Ondanks veel onderzoek en kennis is de ziekte Erwinia (veroorzaakt natrot en stengelrot) nauwelijks beheersbaar. Erwinia is altijd aanwezig en maatregelen om besmetting te voorkomen zijn niet voorhanden. Enkele maatregelen die de teler kan treffen om verspreiding te beperken zijn¹⁸:

- Toetsing van uitgangsmateriaal (een DNA-techniek die alle stammen aantoonbaar wordt op korte termijn verwacht)
- Het juiste perceel kiezen (niet nat, dus goede drainage en afwatering)
- Zieke planten zo spoedig mogelijk verwijderen
- Snelle loofvernietiging en voorkomen dat loof op de rug blijft liggen
- Apparatuur reinigen

Vanwege het ontbreken van adequate maatregelen zal op sectorniveau het onderzoek naar resistentie tegen Erwinia moeten worden doorgezet. Genetische modificatie technieken geeft wel mogelijkheden voor het inbouwen van resistentie tegen Erwinia's¹⁹. Biologische bestrijding wordt in de literatuur beschreven, en er zijn aanwijzingen dat er wat mogelijkheden liggen. Nader wetenschappelijk onderzoek zal eerst nodig zijn om te bepalen of dit een reële optie is. Er zijn wellicht meer teeltmaatregelen om te aantasting te beperken. Hiervoor loopt het Deltaplan Erwinia in de periode 2008 – 2012²⁰.

Om Erwinia beter te beheersen moet de plant sterk worden gemaakt, bv. door middel van bemesting³⁵. Door een uitgekiende stikstofgift en calcium kunnen problemen met Erwinia's gereduceerd worden¹⁹. Mogelijk dat precisiebemesting in deze een rol kan vervullen.

Aardappelen kunnen tijdens de bewaring worden bespoten met een kiemreguleringsmiddel of mechanisch worden gekoeld. Mechanische koeling tijdens de bewaring van de aardappelen zal leiden tot een hoger energieverbruik.



Fig. 3.4 Aantastingsbeeld door Erwinia²¹ (links) en doorwas²² (rechts)

Situatie 2100

Op de langere termijn lijkt de trend tot 2040 door te zetten tot 2100 voor de meeste klimaatfactoren (zie bijlage 2).

Overige klimaatfactoren en maatregelen

De luizendruk wordt gestuurd door een aantal factoren waaronder de hoeveelheid generaties die zich kunnen ontwikkelen. Verwacht wordt dat de hoeveelheid generaties toeneemt door een toename van de gemiddelde temperatuur.

De teler heeft verschillende mogelijkheden om luizen te bestrijden (en daarmee het verspreiden van het Y-virus te beperken):

- Bespuiting met insecticide

- Bespuiting met minerale oliën
- Aanleggen bloemrijke akkerranden (stimuleren natuurlijke vijanden)

Ook de aardappelvastheidsaaltjes profiteren van warmere omstandigheden waardoor zich meerdere generaties kunnen ontwikkelen. Hierdoor is het mogelijk dat van bepaalde rassen de partiele resistentie wordt doorbroken.

Om de impact van het aardappelvastheidsaaltje te beheersen kan de teler de volgende maatregelen nemen. Deze maatregelen zijn alleen gericht op het voorkomen van besmetting²³:

- Voorkomen dat grond besmet raakt (door bv. zeef en sorteergrond, door grond aan plantgoed en aan machines en door verstuiwen van grond)
- Ruime vruchtwisseling en afwisseling van rassen (populatie onder controle houden)
- Optimale bestrijding van aardappelopslag (populatie onder controle houden)

Naast deze maatregelen kan de populatie door de teler worden verminderd door toepassen van natte (chemische) of biologische grondontsmetting. Op sectorniveau dient het onderzoek zich te richten op ontwikkeling van resistente rassen.

Mogelijk dat de coloradokever in de toekomst meer een probleem gaat worden als gevolg van stijgende temperaturen. Deze kever kan met verschillende middelen worden bestreden. Om de impact te beperken dient aardappelopslag zo veel mogelijk te worden voorkomen.

Mogelijk dat aardappelopslag een groter probleem doordat er minder vorst optreedt in de winters waardoor achtergebleven knollen niet doodvriezen. Een verhoogde aardappelopslag heeft als risico dat aaltjes in de knol kunnen overleven en zo voor een snellere besmetting van een volgende aardappelteelt.

De teler kan aardappelopslag (deels) beperken door bij het rooien, rooiverliezen zo veel mogelijk te voorkomen. Deze worden voor een deel veroorzaakt door onjuistheden in de teelttechniek (bv. onjuiste rugopbouw, ongelijke rijenafstand) en verliezen die optreden tijdens het rooien als gevolg van bv. een onjuiste afstelling van de rooimachine²⁴.

De teler kan aardappelopslag bestrijden door middel van chemische bestrijding.

Een automatische methode voor het herkennen en verwijderen van aardappelopslagplanten is gewenst en wordt ontwikkeld. Het onderzoek (sector) werkt momenteel aan de ontwikkeling van een automatisch systeem voor de bestrijding van aardappelopslag²⁵.

Om ziekten en plagen te bestrijden worden beslissingondersteunende (BOS)- en waarschuwingssystemen mogelijk belangrijker³⁵. Voor bestrijding van ziekten en plagen in gewassen in akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt, fruitteelt, bollenteelt, en boom- en vasteplanten zijn de laatste jaren al BOSSen ontwikkeld²⁶. Middels een goed waarschuwingssysteem voor bijvoorbeeld coloradokever of phytophthora, kan het gewas tijdig worden beschermd indien de teler extreme omstandigheden ziet aankomen³⁵.

Positieve gevolgen klimaatverandering

De omstandigheden waaronder fytophthora ontwikkeld, komen minder voor en de omstandigheden om fytophthora te bestrijden worden iets beter omdat er minder vaak een lange vochtige periode tijd voorkomt.

De problemen met natte omstandigheden op het veld lijken heel licht af te nemen. Wellicht houdt dit in dat het makkelijker wordt om te bepalen wanneer er op het veld gereden kan worden.

Samenvatting

Er zijn enkele klimaatfactoren die mogelijk risicovol zijn voor de teelt van fabrieks- en consumptieaardappelen. De toename van hevige regenval is enigszins beperkt en de vraag is of daadwerkelijk maatregelen nodig zijn.

De teler kan met maatregelen inspelen om de impact van hittegolven te voorkomen of beperken. Dit geldt eveneens voor de bewaring van aardappelen. Wanneer telers tijdens hittegolven aardappelen koelen met druppelirrigatie, zullen mogelijk op regionale schaal maatregelen in het watersysteem nodig zijn.

Vanwege het ontbreken van maatregelen voor de teler wordt de ziekte Erwinia mogelijk een groter probleem. De sector zal zich moeten richten op onderzoek naar biologische bestrijdingsmethoden en/of resistente rassen. In de toekomst zullen luizen, aaltjes, de coloradokever en aardappelopslag extra aandacht vergen.

3.4 Pootaardappel

Algemeen

Pootaardappelen worden speciaal geteeld om te verkopen als uitgangsmateriaal voor de teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen in binnen- en buitenland. Kwaliteit van het uitgangsmateriaal is essentieel omdat de aardappelplant gevoelig is voor veel ziekten die d.m.v. de verkoop verspreid kunnen worden.

De belangrijkste gebieden voor de pootaardappelteelt liggen in de noordelijke kuststrook van Noord-Nederland (zie Fig. 3.5) vanwege onder meer het gunstige klimaat en de geschikte zee-kleibodems waardoor de ziektedruk minder is.

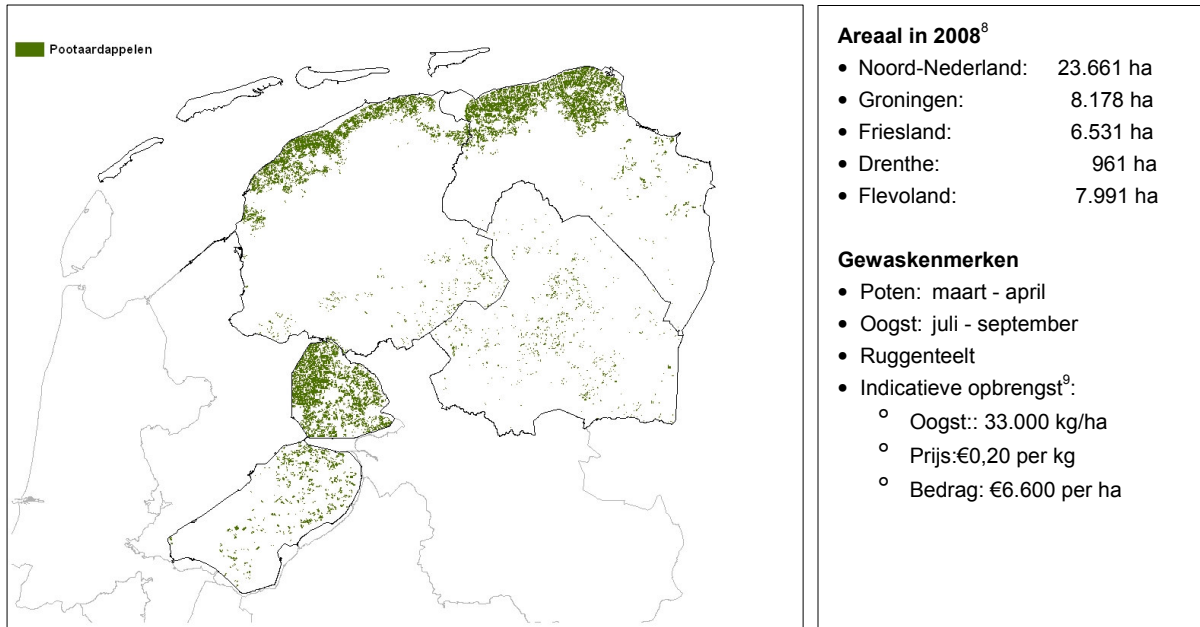


Fig. 3.5 Verspreidingsgebied pootaardappelteelt in de Noord-Nederland en enkele teeltgegevens^{3 8 9}

Klimaatfactoren, impact op gewas en schade

Tabel 3.9 Klimaatfactoren en de impact op de teelt van pootaardappelen

Klimaatfactor	Periode	Impact op gewas	Schade	Indicatie schade
Hevige regenval	mei - sept.	Verrotting deel aardappeloogst	25 - 75%	tot €5.000 per ha
Hittegolf	juli - sept.	Doorwas: een verschijnsel waarbij de aardappel te snel groeit waardoor knollen buiten de hoofdknol gevormd worden	25 - 75%	tot €5.000 per ha
Warm en nat	juli - sept.	Bacterieziekte Erwinia die natrot en stengelrot veroorzaakt	10 - 50%	tot €3.000 per ha
Extreme hitte	juni - aug.	Afsterven van de aardappelplant door hoge verdamping en verbranding	100%	tot €7.000 per ha
Aanhoudend nat weer	mei - aug.	Spuiten tegen Phytophthora niet mogelijk is (vanwege verspreiden van ziekten)	50 - 100%	tot €7.000 per ha
Vorst	april - mei	De aardappels bevroren en komen niet op	25 - 75%	tot €5.000 per ha
Warme winter	dec. - maart	Bewaring van aardappelen problematisch wordt, omdat de buitenlucht de aardappelen niet kan koelen, waardoor verlies van vocht en uitlopers en rot wordt veroorzaakt	25 - 75%	tot €5.000 per ha

Beschrijving van drie tijdvensters voor de pootaardappelteelt

Huidige situatie

In Tabel 3.10 is per klimaatfactor aangegeven hoe vaak deze per maand voorkomt in een periode van 30 jaar. Onder de huidige klimatologische omstandigheden zijn hevige regenval, hittegolven, aanhoudend nat weer en warme winters de meest voorkomende klimaatfactoren.

Tabel 3.10 Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 ⁷ en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investeringskosten (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Hevige regenval					0	0	0	2	1				0,4 – 0,5	7 – 8
Hittegolf							2	6	0				1 – 2	15 – 25
Warm en nat							0	1	0				0,1 – 0,2	1 – 2
Extreme hitte						0	0	0					-	-
Aanhoudend nat					5	8	7	5					5 – 6	80 – 90
Vorst				0	0								-	-
Warme winter	0	0	3									0	0,4 – 0,5	7 – 8

¹⁾ zie Tabel 3.9 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Situatie 2040

Als gevolg van klimaatverandering zal het aantal hittegolven verder toenemen (zie Tabel 3.11). Hierdoor zal doorwas vaker een probleem zijn. Naast het aantal hittegolven zal er een toename plaatsvinden van warme winters (problemen met bewaring). Ten opzichte van de huidige situatie zullen natte- en warme perioden in de maanden juli en september (meer) voor gaan komen, waardoor de bacterieziekte Erwinia mogelijk een groter probleem wordt.

Tabel 3.11 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2026-2055 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's ⁷ en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investeringskosten (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Hevige regenval					0	0	0	0	-1	+1	+1		0,5 – 0,7	10 – 15
Hittegolf							+2	+12	+7	+12	+1	+3	3 – 5	60 – 100
Warm en nat							+4	+6	+5	+6	+1	+2	1 – 2	20 – 35
Extreme hitte						0	0	0	0	0			-	-
Aanhoudend nat					-2	-2	-4	-2	-5	-4	-3		-	-
Vorst				0	0	0	0	0					-	-
Warme winter	0	+2	+1	+3	+3	+8						+1	1 – 3	20 – 60

¹⁾ zie Tabel 3.9 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Klimaatrisico pootaardappelteelt

Vanwege het veelvuldig optreden van de klimaatfactoren en de mogelijke schade die hierdoor wordt veroorzaakt, zijn de mogelijke klimaatrisico's voor de situatie in 2040 voor de pootaardappelteelt:

- Hevige regenval (in het G+ scenario)
- Hittegolven in de zomerperiode (in beide klimaatscenario's)
- Warm en nat weer (in het W+ scenario)
- Warme winters (in het W+ scenario)

Maatregelen

In Tabel 3.12 zijn de mogelijke adaptatiemaatregelen voor de pootaardappelteelt, om schade als gevolg de klimaatrisico's te voorkomen of beperken, weergegeven.

Tabel 3.12 Adaptatiemaatregelen ten behoeve van de meest risicovolle klimaatfactoren in 2040

	Niveau	Indicatieve kosten	
		Jaarlijks (k€/ha)	Investering (k€/ha)
Hevige regenval – Verrotting deel aardappeloogst (mei - sept.)			
Doorlatendheid bodem verbeteren ¹⁾	Bedrijf	0,2 - 1	-
Oppervlakkige afwatering verbeteren ¹⁾	Gewas/bedrijf	0,1 - 0,2	-
(Intensiever) draineren	Bedrijf	0,1 - 0,2	0,5 - 2,5
Waterstressbestendig ras ontwikkelen	Sector	-	1.000 - 10.000*
Hittegolf - Doorwas (juli - sept.)			
Aardappel in bredere ruggen telen	Gewas/bedrijf	0	>50* ²⁾
Aardappel vroeger poten en rooien	Gewas/bedrijf	-	-
Verkoeling door druppelirrigatie	Gewas/bedrijf	1 ³⁾	-
Realiseren van een goed gesloten gewas (optimale pootafstand en optimaal bemesten)	Gewas	0 – 0,5	-
Hittebestendig ras ontwikkelen	Sector	-	1.000 - 10.000*
Warm en nat - Bacterieziekte Erwinia (juli - sept.)			
Resistent ras ontwikkelen	Sector	-	1.000 - 10.000*
Biologische bestrijding	Sector	nb	nb
Optimaal bemesten (gezonde plant is minder vatbaar)	Gewas/bedrijf	0 - 0,5	-
Warme winter – Bewaring moeilijk (dec. - maart.)			
Mechanische koeling	Gewas/bedrijf	0,1 - 0,2	3 ⁴⁾
Aardappels bespuiten met kiemreguleringsmiddel	Gewas/bedrijf	0,1 - 0,2	-
Aardappel ontwikkelen met betere bewaareigenschappen	Sector	-	1.000 - 10.000*
Opmerkingen:			
¹⁾ Zie voor mogelijke maatregelen (uitwerking) bijlage 4			
²⁾ Door deze maatregel moet mogelijk met de machines worden overgestapt op een andere normalisatie. Dit betekent dan o.a. een aanschaf van een nieuwe pootmachine en ruggenfrees en aanpassingen op trekkers en spuiten. Omschakeling van 75 cm naar 90 cm-normalisatie kost een akkerbouwer minimaal €50.000,- ¹⁴			
³⁾ jaarlijkse vaste kosten voor materiaal en arbeid (excl. bron en jaarlijkse afvoer slangmateriaal)			
⁴⁾ Mechanische koeling bij kistenbewaring €90 per ton (jaarlijkse kosten 14,75%) ⁹			
⁹⁾ Kosten zijn niet per hectare uit te drukken			
nb: niet bekend vanwege bv. onvoldoende gegevens, de maatregel bevindt zich in een onderzoekstadium of moet nog ontwikkeld worden			

Het is zeer de vraag in hoe effectief de weergegeven maatregelen zijn om de impact van hevige regenval te beperken of voorkomen. De bodemstructuur van zeekleigronden is veelal slecht als gevolg van een geringe aggregaatstabiliteit. De kans op verdichting en verslemping (het dicht-slaan) van de grond neemt toe. De bodem kan dan minder water opnemen (als spons fungeren) en er vindt minder watertransport naar diepere lagen plaats. Er zijn wel maatregelen mogelijk waarmee de teler de bodemstructuur kan sturen¹⁵. Deze zijn weergegeven in bijlage 4.

Aardappelen in bredere ruggen telen is een techniek die ook in Mexico en andere Zuid-Amerikaanse landen veelvuldig wordt gebruikt¹⁶. Of er vroeger gepoot en gerooid kan worden is alleen een optie als de bodemomstandigheden (droog en warm) voldoende zijn. Bij verkoeling door druppelirrigatie zal er kwantitatief en kwalitatief voldoende beschikbaar moeten zijn. Mogelijk dat hiervoor maatregelen op regionaal niveau (ingrepen in watersysteem) nodig zijn. Voorts stelt druppelirrigatie hoge eisen aan de waterkwaliteit. Omdat de druppelaars in de slangen gemakkelijk verstopt raken, moet het water goed worden gefilterd. Een bijzonder probleem vormt ijzerhoudend water, dat uit menige waterbron op zandgrond naar boven komt. Het ijzer kan ernstige verstopping veroorzaken. Gebruik van leidingwater is (te) duur en aan gebruik van oppervlaktewater kleef het risico van ziekteverspreiding, zoals bruinrot²⁷.



Fig. 3.6 Druppelslang in aardappelrug¹⁷

Ondanks veel onderzoek en kennis is de ziekte *Erwinia* (veroorzaakt natrot en stengelrot) nauwelijks beheersbaar. *Erwinia* is altijd aanwezig en maatregelen om besmetting te voorkomen zijn niet voorhanden. Enkele maatregelen die de teler kan treffen om verspreiding te beperken zijn weergegeven in de paragraaf over de consumptie- en zetmeelaardappel.

Vanwege het ontbreken van adequate maatregelen zal op sectorniveau het onderzoek naar resistentie tegen *Erwinia* moeten worden doorgezet. Genetische modificatie technieken geeft wel mogelijkheden voor het inbouwen van resistentie tegen *Erwinia*'s¹⁸. Biologische bestrijding wordt in de literatuur beschreven, en er zijn aanwijzingen dat er wat mogelijkheden liggen. Nader wetenschappelijk onderzoek zal eerst nodig zijn om te bepalen of dit een reële optie is. Er zijn wellicht meer teeltmaatregelen om te aantasting te beperken. Hiervoor loopt het Deltaplan *Erwinia* in de periode 2008 – 2012²⁰.

Pootaardappelen kunnen tijdens de bewaring worden bespoten met een kiemreguleringsmiddel of mechanisch worden gekoeld. Mechanische koeling tijdens de bewaring van de pootaardappelen zal leiden tot een hoger energieverbruik.

Situatie 2100

Op de langer termijn lijkt de trend tot 2040 door te zetten tot 2100 voor de meeste klimaatfactoren (zie bijlage 2).

Overige klimaatfactoren en maatregelen

Luizen, het aardappelvormingscysteaaltje en aardappelopslag kunnen grotere problemen gaan worden. Ook de aardappelvormingscysteaaltjes profiteren van warmere omstandigheden waardoor zich meerdere generaties kunnen ontwikkelen. Hierdoor is het mogelijk dat van bepaalde rassen de partieelresistentie wordt doorbroken wat voor de export van pootgoed desastreus zal zijn. Mogelijk dat de coloradokever in de toekomst meer een probleem gaat worden als gevolg de stijgende temperaturen. Mogelijke maatregelen voor deze factoren zijn weergegeven bij de consumptie- en pootaardappel (§3.3).

Positieve gevolgen klimaatverandering

De omstandigheden waaronder fythophthora ontwikkeld komen minder voor en de omstandigheden om fythophthora te bestrijden worden iets beter omdat er minder vaak een lange vochtige periode tijd voorkomt.

De problemen met natte omstandigheden op het veld lijken heel licht af te nemen. Wellicht houdt dit in dat het makkelijker wordt om te bepalen wanneer er op het veld gereden kan worden.

Samenvatting

Er zijn enkele klimaatfactoren die mogelijk risicovol zijn voor de teelt van pootaardappelen. De toename van hevige regenval is enigszins beperkt en de vraag is of daadwerkelijk maatregelen nodig zijn.

De teler kan met maatregelen inspelen om de impact van hittegolven te voorkomen of beperken. Dit geldt eveneens voor de bewaring van aardappelen. Wanneer telers tijdens hittegolven aardappelen koelen met druppelirrigatie, zullen mogelijk op regionale schaal maatregelen in het watersysteem nodig zijn.

Vanwege het ontbreken van maatregelen voor de teler wordt de ziekte Erwinia mogelijk een groter probleem. De sector zal zich moeten richten op onderzoek naar biologische bestrijdingsmethoden en/of resistente rassen.

In de toekomst zullen luizen, aaltjes, de coloradokever en aardappelopslag extra aandacht vergen.

3.5 Suikerbieten

Algemeen

Suikerbiet wordt geteeld voor de productie van suiker. Vooral in de gematigde streken wordt deze veel geteeld. De VS, Frankrijk, Rusland en Duitsland zijn de grootste producenten. De gemiddelde opbrengst in Nederland bedraagt op dit moment ongeveer 11 ton suiker per 64 ton bieten per hectare. De prijs is afhankelijk van het suikergehalte, het tarra (meegeeroide grond) en enkele chemische parameters.

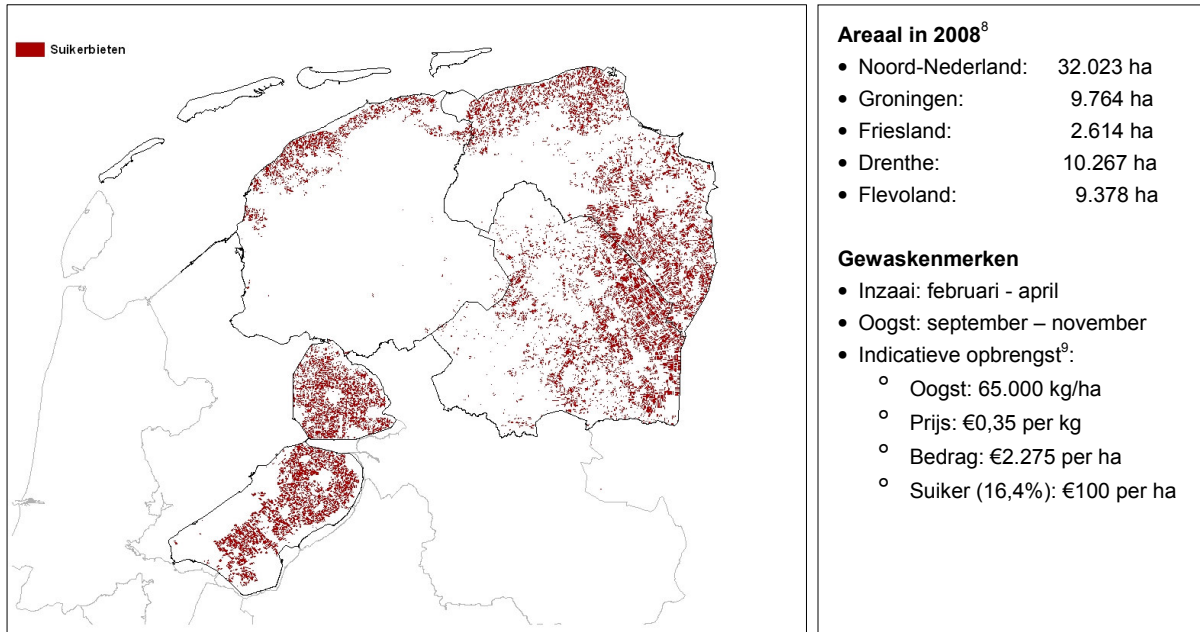


Fig. 3.7 Verspreidingsgebied suikerbietenteelt in de Noord-Nederland en enkele teeltkenmerken^{3 8 9}

Klimaatfactoren, impact op gewas en schade

Tabel 3.13 Klimaatfactoren en de impact op de teelt van suikerbieten

Klimaatfactor	Periode	Impact op gewas	Schade	Indicatie schade
Langdurig droog	maart - april	Problemen bij opkomst	25 - 35%	tot €800 per ha
Wisselvallig nat weer	aug. - sept.	Heeft laag suikergehalte tot gevolg	10 - 25%	tot €600 per ha
Aanhoudend nat weer	april - juli	Rhizomanie, bij vochtige omstandigheden van de grond kan Rhizomanie	10 - 50%	tot €1.200 per ha
Aanhoudend warme winter	dec. - maart	Bewaring van bieten bij warm weer leidt tot verlies van suikergehalten	10 - 25%	tot €600 per ha
Nachtvorst	maart - april	Opkomende kiemplantjes kunnen doodvriezen	10 - 20%	tot €500 per ha

Beschrijving van drie tijdvensters voor de teelt van suikerbieten

Huidige situatie

In Tabel 3.14 is per klimaatfactor aangegeven hoe vaak deze per maand voorkomt in een periode van 30 jaar. Onder de huidige klimatologische omstandigheden zijn wisselvallig nat, aanhoudend nat weer en nachtvorst de meest voorkomende klimaatfactoren.

Tabel 3.14 Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investering (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Langdurig droog			0	2									0,05 - 0,1	0,5 - 1
Wisselvallig nat								13	8				0,3 - 0,4	6 - 7
Aanhoudend nat				4	4	9	8						0,5 - 1,5	10 - 20
Warme winter	0	0	3									0	0,05 - 0,1	0,5 - 1,0
Nachtvorst			89	33									0,4 - 0,5	5 - 10

¹⁾ zie Tabel 3.13 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Situatie 2040

Langdurige perioden met droogte nemen nauwelijks toe in 2040 en daarmee zullen de problemen met opkomst ook niet toenemen. Voor wisselvallig en nat weer is het beeld ook niet echt duidelijk voor suikerbiet maar in september lijkt dit weertype af te nemen waardoor suikergehaltes licht kunnen stijgen ten opzichte van de huidige situatie. Aanhoudend nat weer lijkt af te gaan nemen waardoor Rhizomanie een minder groot probleem wordt. Wat toeneemt zijn aanhoudend warme winters waardoor het suikergehalte bij de bewaring af kan nemen. Nachtvorst neemt sterk af wat gunstig is voor de kans dat bietenplantjes doodvriezen bij opkomst.

Tabel 3.15 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2026-2055 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investering (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Langdurig droog			0	0	+1	+1							0,05 - 0,1	1 - 2
Wisselvallig nat								+2	-3	-1	-4		-	-
Aanhoudend nat				-1	-2	-1	0	+1	-2	-1	-4		-	-
Warme winter	0	+2	+1	+3	+3	+8						+1	0,1 - 0,4	3 - 7
Nachtvorst			-38	-58	-17	-28							-	-

¹⁾ zie Tabel 3.13 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Klimaatrisico suikerbietenteelt

Vanwege de frequentie van voorkomen en de mogelijke schade die hierdoor wordt veroorzaakt, is aanhoudend warm weer in de winter (in het W+ scenario) mogelijk een klimaatrisico voor de situatie in 2040 voor de teelt van suikerbieten.

Maatregelen

In Tabel 3.16 zijn de mogelijke adaptatiemaatregelen weergegeven.

Tabel 3.16 Adaptatiemaatregelen ten behoeve van de meest risicovolle klimaatfactoren in 2040

	Niveau	Indicatieve kosten	
		Jaarlijks (k€/ha)	Investerings (k€/ha)
Aanhoudend warme winter – Suikerverlies (dec. - maart)			
Voorkomen van beschadigingen aan de bieten tijdens rooien, transport en maken van de bewaarhoop	Gewas	0	0
Voorkomen van grondtarra, bladresten en onkruiden in de bewaarhoop (i.v.m. een goede natuurlijke ventilatie)	Gewas	0	0
Stortheogte bewaarhoop beperken tot maximaal 2 m en lange strakke hopen maken	Gewas	nihil	nihil
Mechanisch ventileren van de bewaarhoop	Gewas/bedrijf	0,1 - 0,2	5 - 6
Plantafstand optimaliseren (zware, grote bieten geven laagste bewaarverliezen)	Gewas/bedrijf	0,1 - 1	10 - 15 ¹⁾
Bieten telen met ras dat weinig gevoelig is voor bewaarverlies	Gewas/sector	-	-
Bewaarduur verkorten (door eerder leveren, extra capaciteit bij suikerindustrie)	Sector/bedrijf	-	1.000 - 10.000 ²⁾
Bieten later rooien	Gewas/bedrijf	nihil	-
Opmerkingen:			
¹⁾ Het betreft de indicatieve kosten van investering in GPS (precisielandbouw)			
²⁾ Investerings in suikerverwerkingsfabrieken			
³⁾ Kosten zijn niet per hectare uit te drukken			

Zoals uit Tabel 3.16 blijkt zijn er verschillende maatregelen mogelijk om de bewaarhoop zo goed mogelijk natuurlijk te ventileren (voorkomen van beschadigingen en voorkomen grond etc. in de hoop, hoogte beperken) en daarmee het suikerverlies te beperken. De weersomstandigheden tijdens de oogst hebben hier echter wel een grote invloed op.

De sector dient oogstmachines te ontwikkelen welke suikerbieten op de ideale wijze kunnen koppen (alle bladresten verwijderen en niets van de biet afsnijden). Er zijn inmiddels machines ontwikkeld die dicht tegen de ideale kopwijze aanzitten²⁸.

Daarnaast kunnen er bieten geteeld worden die minder gevoelig zijn voor bewaarverlies. Technisch is het mogelijk om suikerbieten mechanisch te koelen. De boer zal echter altijd de afweging maken of de kosten hiervan opwegen tegen de baten (beperking suikerverlies).

Investerings in extra verwerkingscapaciteit (fabrieken) zijn waarschijnlijk niet reëel. Of bieten later gerooit kunnen worden hangt sterk af van de weers- en bodemomstandigheden.

Situatie 2100

Het blijft in 2100 wel wat vaker langdurig droog en verder zet de trend die is ingezet door voor de overige klimaatfactoren. Een maatregel om schade door droogte in het voorjaar te beperken of voorkomen is beregening.

Overige klimaatfactoren en maatregelen

Witte bietencysteaaltjes kunnen bij warme zomers meer generaties ontwikkelen waardoor ze een hogere aantastingsgraad bereiken en zodoende de productie beperken. De situatie bij bieten is niet heel ernstig omdat de verkoop in principe niet gehinderd wordt. Witte bietencysteaaltjes komen voornamelijk in de kleigebieden van Noord-Nederland voor en zijn zandgronden niet betroffen.

Maatregelen die de teler (op bedrijfsniveau) kan nemen zijn de volgende:

- Inzaaien van resistente rassen²⁹. Deze rassen bestrijden het aaltje niet, maar zorgen ervoor dat de besmetting niet toeneemt;
- Vroeg zaaien
- Niet vaker dan één op de drie waardplanten (suikerbieten en vlinderbloemigen) telen³⁰;
- Bij hoge besmettingen een neutraal gewas verbouwen (onder meer aardappelen, granen en uien) en een bietencysteaaltjesresistent bietenras toe te passen³¹;
- Natte grondontsmetting.

Natte grondontsmetting is alleen rendabel bij een zeer zware bietencysteaaltjesbesmetting en de teler geen uitwijkmogelijkheden heeft voor de teelt van suikerbieten³². Deze methode zal echter niet alle aaltjes doden. Vanuit milieukundig oogpunt is deze maatregel niet wenselijk. Op sectorniveau kunnen resistente rassen en natuurlijke middelen worden ontwikkeld om de teelt tegen het aaltje te kunnen beschermen.

Bieten tijdelijk uit het bouwplan te halen en de natuur zijn werk laten doen (uitzinken van de grond) is mogelijk een potentiële adaptatiemaatregel²⁰.



Fig. 3.8 Bewaarhoop suikerbieten³³ (links) en effect van bietencysteaaltje: 'slapende' bieten als gevolg van aantasting door aaltjes³⁴ (rechts).

Mogelijk dat *Cercospora* een groter probleem wordt aangezien deze ziekte van warmte houdt. Er zijn echter bestrijdingsmaatregelen voor handen om deze schimmel te bestrijden. Daarnaast zijn er mogelijk risico's van ziekten en plagen die mogelijk plots op gaan treden. Verwacht wordt dat ziekten en plagen goed te beheersen zijn bij voldoende bemesting en bij een 1 op 3 rotatie. Bladschimmels zouden wel een groter probleem kunnen worden³⁵.

Positieve gevolgen klimaatverandering

Voor wisselvallig en nat in september lijkt dit weertype af te nemen waardoor suikergehaltes licht kunnen stijgen ten opzichte van de huidige situatie. Aanhoudend nat weer lijkt af te gaan nemen waardoor Rhizomanie een minder groot probleem wordt. Nachtvorst neemt sterk af wat gunstig is voor de kans dat bietenplantjes doodvriezen bij opkomst.

Een positief gevolg van klimaatverandering is het vaker voorkomen van warmere winters waardoor mogelijk eerder ingezaaid kan worden, resulterend in hogere opbrengsten³⁵. Echter dient in deze situatie rekening te worden gehouden met het voorkomen van nachtvorst³⁵.

Samenvatting

Een mogelijk klimaatrisico voor de teelt van suikerbieten is aanhoudend warm weer in de winterperiode. Er zijn verschillende maatregelen mogelijk om de effecten hiervan (afnemend suikergehalte) te voorkomen of beperken.

Als gevolg van klimaatverandering zullen enkele gevoelige klimaatfactoren afnemen welke positieve gevolgen oplevert voor deze teelt.

Mogelijk dat er extra aandacht moet komen voor bietencysteaaltjes en *Cercospora* en eventueel 'nieuwe' ziekten en plagen.

3.6 Zaaiuien

Algemeen

De ui is een tweejarige plant, waarbij in het eerste jaar bolvorming en het strijken van het loof plaatsvindt en in het tweede jaar de bloei plaatsvindt. De teelt van zaaiuien betreft alleen het eerste jaar. Uien kunnen, op voorwaarde dat de structuur en waterhuishouding in orde zijn, op een breed scala van bodems geteeld worden, met een lichte voorkeur voor lichte klei- en zwa-
velgronden.

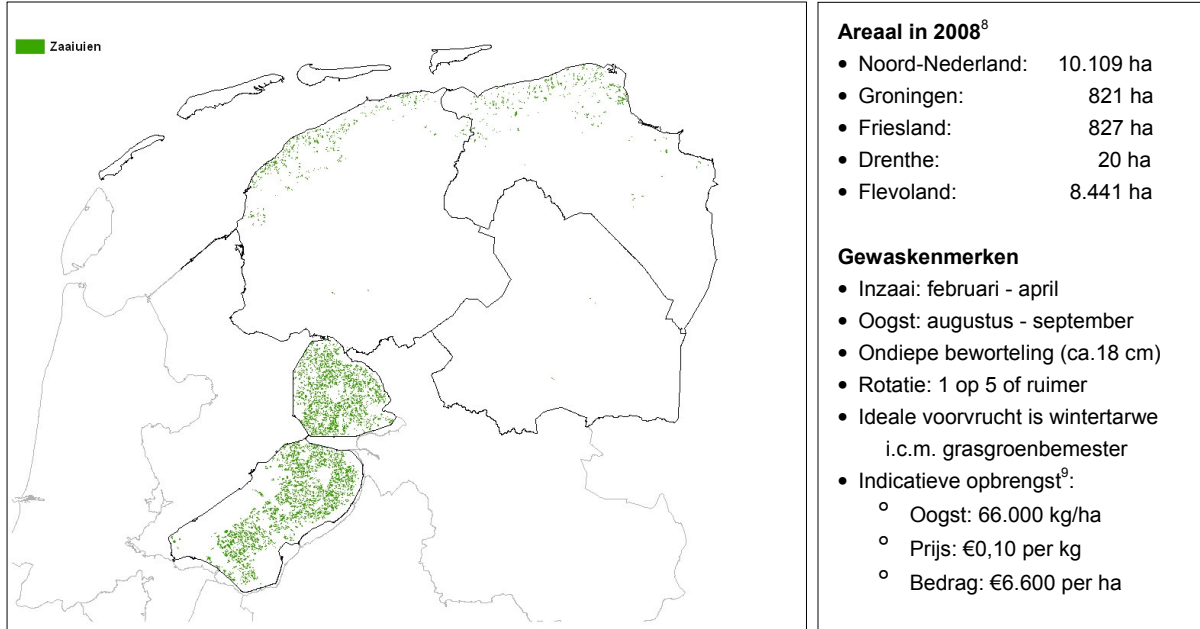


Fig. 3.9 Verspreidingsgebied teelt van zaaiuien in de Noord-Nederland en enkele teeltkenmerken^{3 8 9}

Klimaatfactoren, impact op gewas en schade

Tabel 3.17 Klimaatfactoren en de impact op de teelt van zaaiuien

Klimaatfactor	Periode	Impact op gewas	Schade	Indicatie schade
Langdurig droog (lente)	feb. - april	In de lente droogte kan leiden tot plant sterfte	0 - 100%	tot €7.000 per ha
Langdurig droog (zomer)	juni - juli	Droogte in de zomer leidt tot verminderde groei en kan leiden tot oogstreducties	30 - 40%	tot €3.000 per ha
Bodem staat blank, enkele weken	sept. - okt.	Er kan niet gerooid worden vanwege het natte land en de kwaliteit van de uien gaat snel achteruit (schimmelinfecties)	0 - 100%	tot €7.000 per ha
Zware buien	juli - aug.	Bacteriën spatten op met gronddeeltjes en veroorzaken infecties in de bol	10 - 50%	tot €3.500 per ha
Warm en vochtig	juni - aug.	Schimmels infecteren het blad	50 - 60%	tot €4.000 per ha

Beschrijving van drie tijdvensters voor de teelt van zaaiuien

Huidige situatie

In Tabel 3.18 is per klimaatfactor per maand aangegeven hoe vaak deze voorkomt in een periode van 30 jaar. In de tabel zijn alleen die klimaatsfactoren meegenomen waarvoor zaaiui gevoelig is, evenals de perioden waarin zaaiui gevoelig is. Zo is bijvoorbeeld te zien dat in een periode van 30 jaar het twee keer is voorgekomen dat de maand april te droog was, en drie keer dat de maand juli te droog was.

Tabel 3.18 Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investering (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Langdurig droog		1	0	2									0,5 - 1,0	9 - 11
Langdurig droog						1	3						0,2 - 0,5	5 - 6
Bodem staat blank									1	0			0,1 - 0,3	3 - 4
Zware buien							0	1					0,1 - 0,2	1 - 2
Warm en vochtig						0	0	1					0,1 - 0,2	0,5 - 1,5

¹⁾ zie Tabel 3.17 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Situatie 2040

In Tabel 3.19 is de verandering in 2040 ten opzichte van het huidige klimaat weergegeven. Meest opvallend is de toename van langdurig droge perioden in juli en warm en vochtig weer in de zomermaanden. Te warme en vochtige perioden voor zaaiui in de zomer komen in de huidige situatie nauwelijks voor. In 2040 kunnen we er rekening mee houden dat eens per vijf tot zeven jaar als gevolg van warm en vochtig weer een oogstreductie is te verwachten.

Tabel 3.19 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2026-2055 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investering (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Langdurig droog		0	0	0	+1	+1							0,5 - 1,0	15 - 20
Langdurig droog						+1	+2	+4	+5				0,5 - 1,0	10 - 20
Bodem staat blank									0	-1	0	0	-	-
Zware buien							0	0	+1	+1			0,1 - 0,3	4 - 5
Warm en vochtig						+4	+5	+4	+6	+5	+6		2 - 3	30 - 50

¹⁾ zie Tabel 3.17 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Klimaatrisico teelt van zaaiuien

Vanwege de frequentie van voorkomen en de mogelijke schade die hierdoor wordt veroorzaakt, zijn de potentiële klimaatrisico's voor de situatie in 2040 voor de teelt van zaaiuien:

- Langdurig droog in de lente
- Langdurig droog in de zomer
- Warm en vochtig weer in de zomerperiode

Maatregelen

In Tabel 3.20 zijn de mogelijke adaptatiemaatregelen voor de teelt van zaaiuien, om schade als gevolg van de klimaatrisico's te voorkomen of beperken, weergegeven.

Tabel 3.20 Adaptatiemaatregelen ten behoeve van de meest risicovolle klimaatfactoren in 2040

Tabel 6-2c Adaptatiemaatregelen ten behoeve van de meest risicovolle klimaatfactoren in 2040			
	Niveau	Indicatieve kosten	
Langdurig droog (lente) – Plantsterfte (februari - april)		Jaarlijks (k€/ha)	Investering (k€/ha)
Beregenen	Bedrijf	0,1 - 0,5	15 - 35 ¹⁾
Aanvoer kwalitatief en kwantitatief voldoende water	Regio	-	-
Herinzaaien	Gewas	0,5 - 1,0	-
Extra dik inzaaien	Gewas	0,1 - 0,5	-
Langdurig droog (zomer) – Verminderde groei (juni - juli)			
Beregenen	Bedrijf	0,1 - 0,5	15 - 35 ¹⁾
Vergroten vochtvasthoudend en vochtbergen vermogen van de bodem ¹⁾	Bedrijf	0,1 - 0,3	-
Droogteresistent ras ontwikkelen (bv. dieper wortelgestel)	Sector	-	1.000 – 10.000 ¹⁾
Grondwaterstand verhogen (of peilgestuurde drainage ²⁾)	Bedrijf/regio	-	1 – 3 ³⁾
Aanvoer kwalitatief en kwantitatief voldoende water	Regio	-	-
Warm en vochtig – Schimmels (juni - augustus)			
Chemische bestrijding	Gewas	0,5 - 1	10 - 100 ⁴⁾
Schimmels bestrijden met UV-licht	Gewas	0,5 - 1	30 ⁵⁾
Resistent ras ontwikkelen	Bedrijf	-	1.000 - 10.000 ¹⁾
Opmerkingen:			
¹⁾ Zie voor mogelijke maatregelen (uitwerking) bijlage 4			
²⁾ Een techniek waarmee drainage geregeld kan worden is peilgestuurd draineren. Aan het einde van het drainagestelsel wordt een in hoogte verstelbare uitmonding aangebracht (systeem van Ad van Iersel). De drainagebuizen monden niet uit in een watergang, maar in een zogenaamde 'verzameldrain'. De afwateringshoogte van die verzameldrain kan door de boer zelf worden afgesteld. Afhankelijk van het grondgebruik is dat bijvoorbeeld op 50 cm onder maaiveld voor bouwland, of op 30 cm onder maaiveld voor grasland ³⁶ .			
³⁾ Kosten van aanleg van peilgestuurde drainage (indicatief)			
⁴⁾ veldspuit: kosten o.a. afhankelijk van breedte, gedragen of zelfrijdend (kan ook worden uitbesteed aan loonwerker)			
⁵⁾ UV-belichtingsmachine met een werkbreedte van ca. 9 m			
⁷⁾ Kosten zijn niet per hectare uit te drukken			

Droogte kan worden bestreden door het gewas te beregenen. De teler zal over kwantitatief en kwalitatief voldoende moeten beschikken. Op regionaal niveau zullen mogelijk ingrepen in het watersysteem nodig zijn. Daarnaast kan de teler in het voorjaar bij droogte herinzaaien of dikker inzaaien. Droogte in de zomer kan daarnaast worden beperkt door de grondwaterstand te verhogen (bv. door middel van peilgestuurd draineren) en door het vochthoudend vermogen van de bodem te verbeteren.

In het noordelijk zeekei gebied heeft beregening in de huidige situatie niet de voorkeur vanwege de kans op bruinrot indien naaste agrariërs pootaardappelen verbouwen³⁵.

Schimmels in zaaiuien kunnen met chemische bespuitingen worden bestreden. Beslissing Ondersteunende Systemen (BOS) kunnen helpen bladplekkenziekte en meeldauw te beheersen³⁷. Mogelijk dat er in 2040 meer bespuitingen nodig zijn. Schimmelziekten bestrijden met uv-licht is nog geen bewezen techniek, maar lijkt perspectiefvol. Diverse technieken worden momenteel onderzocht om meeldauw te beheersen.

Sclerotinia en botrytis worden mogelijk een probleem omdat er gewasbeschermingsmiddelen wegvallen. Het optreden van deze schimmelziekten wordt vooral veroorzaakt door meer blad/nat. De ziektedruk kan worden beheerst met een ruime vruchtwisseling en resistente gewassen, zoals bijvoorbeeld meeldauw resistentie³⁵.



Fig. 3.10 Chemische bestrijding meeldauw met veldspuit³⁸ (links) en meeldauw bestrijding met UV-licht³⁹ (rechts).

Situatie 2100

De trend die in 2040 reeds te zien is, zet door. Er is vaker een warme juli-maand te verwachten. Ook het warme en vochtige zomerweer komt vaker voor. Daarbij komt nog dat de kans op een (te) droge aprilmaand ook toeneemt.

Positieve gevolgen klimaatverandering

De omstandigheden in het najaar worden mogelijk iets gunstiger, geen bodem die blank staat, zodat oogst en bewaring minder problemen oplevert.

Samenvatting

De mogelijke klimaatrisico's voor de teelt van zaaiuien zijn langdurige droogte in de lente en zomer, en warm en vochtig weer (schimmels) in de zomerperiode. Er zijn beheersmaatregelen voorhanden om de schade van deze klimaatfactoren te voorkomen of te beperken. Droogte wordt een groter probleem en zal mogelijk maatregelen in het watersysteem vergen. Mogelijk dat de sector droogteresistente en ziekteresistente (schimmels) rassen moet ontwikkelen. Tevens zal een ruime vruchtwisseling nodig zijn om ziekten te beheersen.

3.7 Winterpeen

Algemeen

Winterpeen is een belangrijk gewas voor agrariërs vanwege zijn relatief hoge winstmarge. Winterpeen kan op alle gronden geteeld worden maar heeft een voorkeur voor lichte, goed doorwortelbare gronden zonder storende laag. De belangrijkste gebieden voor winterpeen zijn de Noordoostpolder, Flevoland en de noordelijke kuststrook (zie Fig. 3.11).

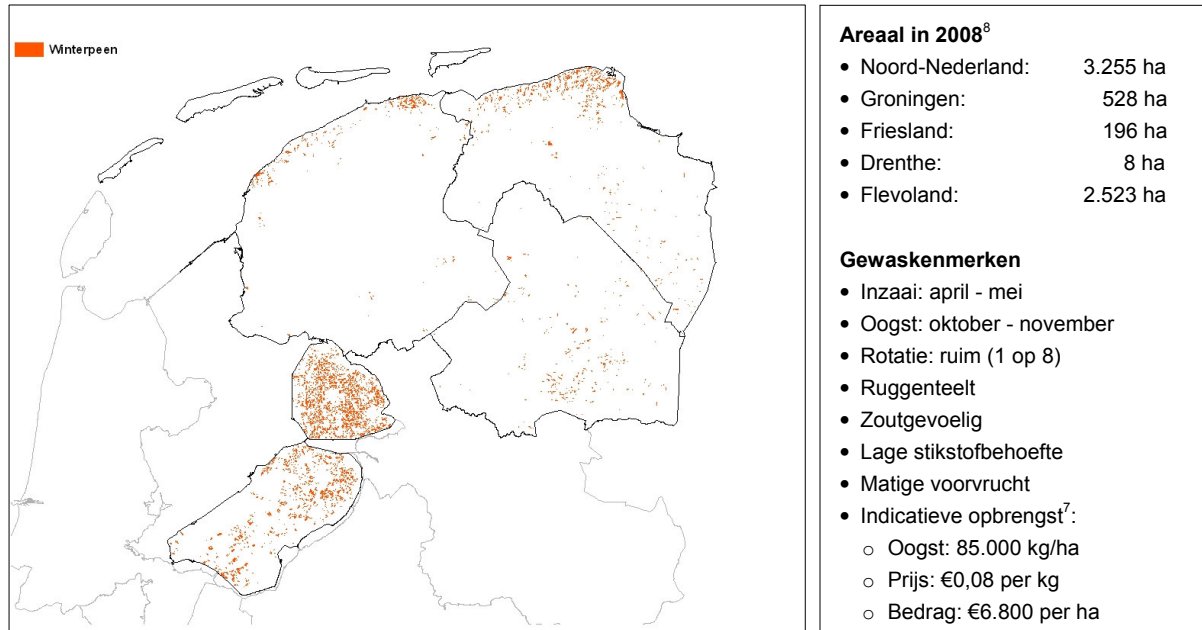


Fig. 3.11 Verspreidingsgebied teelt van winterpeen in de Noord-Nederland en enkele teeltkenmerken^{3 8 9}

Klimaatfactoren, impact op gewas en schade

Tabel 3.21 Klimaatfactoren en de impact op de teelt van winterpeen

Klimaatfactor	Periode	Impact op gewas	Schade	Indicatie schade
Te droog groeiseizoen	april - juni	Droogte heeft de meeste impact tijdens de kiemingsfase. Droogte zorgt voor achterblijvende kieming.	30 - 40%	tot €3.000 per ha
Bodem staat blank, enkele dagen	juni - nov.	Het effect van waterverzadiging in de bodem is heel erg lokaal, maar kan ter plekke erg desastreus zijn, vanwege rotting.	10 - 100%	tot €7.000 per ha
Hoosbuien	aug. - nov.	Harde buien zorgen voor het dichtslaan van de bodem met kans op rotting van de winterpeen, maar de kans hierop is kleiner.	10 - 50%	tot €3.500 per ha
Nachtvorst	mei - juni	Vorst kan ervoor zorgen dat de winterpeen gaat scheuren. Alleen bij extreme vorst en als er nog niet genoeg loof op de winterpeen zit kan er sprake zijn van serieuze schade.	0 - 30%	tot €2.000 per ha
Lang aanhoudende hitte	juli - aug.	Remt de groei, maar veroorzaakt verder geen schade.	0 - 15%	tot €1.000 per ha

Beschrijving van drie tijdvensters voor de teelt van winterpeen

Huidige situatie

In Tabel 3.22 is per klimaatfactor per maand aangegeven hoe vaak deze voorkomt in een periode van 30 jaar. In de tabel zijn alleen die klimaatsfactoren meegenomen waarvoor winterpeen gevoelig is, evenals de perioden waarin winterpeen gevoelig is. Vooral een te droog groeiseizoen komt vaak voor.

Tabel 3.22 Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investering (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Droog groeiseizoen				12	11	4							2 - 3	30 - 40
Bodem staat blank						0	0	2	1	0	0		0,5 - 1,0	5 - 15
Hoosbuien								1	0	0	0		0,1 - 0,2	1 - 2
Nachtvorst					2	0							0,1 - 0,2	2 - 3
Aanhoudende hitte							0	0					-	-

¹⁾ zie Tabel 3.21 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas
²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)
³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Situatie 2040

In Tabel 3.23 is de verandering in 2040 ten opzichte van het huidige klimaat weergegeven. Als gevolg van klimaatverandering zal het aantal te droge jaren iets toenemen, met name in de maanden mei en juni. Voldoende water van goede kwaliteit voor beregening zal dus noodzakelijk zijn. Met name aan het eind van de zomer wordt de kans op hoosbuien en blank staan van de bodem iets groter. De kans op nachtvorst in mei verdwijnt. Over het algemeen veranderen de omstandigheden voor winterpeenteelt in de toekomst nauwelijks.

Tabel 3.23 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2026-2055 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investering (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Droog groeiseiz.				0	0	+1	+2	+1	+4				2 - 3	50 - 55
Bodem staat blank						0	0	0	0	0	0	+1	0,5 - 1,5	15 - 25
Hoosbuien								+1	+1	+1	+2	0	0,3 - 0,5	5 - 10
Nachtvorst					-2	-2	0	0					-	-
Aanhoud. hitte							0	0	0	0			-	-

¹⁾ zie Tabel 3.21 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas
²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)
³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Klimaatrisico teelt van winterpeen

Vanwege de frequentie van voorkomen en de mogelijke schade die hierdoor wordt veroorzaakt, zijn de mogelijke klimaatrisico's voor de situatie in 2040 voor de teelt van winterpeen:

- Te droog groeiseizoen in de periode april - juni
- Bodem staat enkele dagen blank in de periode juni - november

Maatregelen

In Tabel 3.24 zijn de mogelijke adaptatiemaatregelen voor de teelt van winterpeen, om schade als gevolg van de klimaatrisico's te voorkomen of beperken, weergegeven.

Tabel 3.24 Adaptatiemaatregelen ten behoeve van de meest risicovolle klimaatfactoren in 2040

	Niveau	Indicatieve kosten	
Te droog groeiseizoen – Achterblijvende kieming (april - juni)		Jaarlijks (k€/ha)	Investering (k€/ha)
Beregenen	Gewas/bedrijf	0,1 - 0,5	15 - 35
Druppelirrigatie of gietdarmen	Gewas/bedrijf	1 ¹⁾	-
Ondergronds buizensysteem dat water en meststoffen kan toedienen	Bedrijf	0,5 - 1,0	7
Herinzaaien	Gewas	0,1 - 0,3	-
Dieper inzaaien	Gewas	nihil	-
Later inzaaien (na mei)	Gewas	nihil	-
Aanvoer kwalitatief en kwantitatief voldoende water	Regio	-	-
Bodem staat enkele dagen blank – Rotting (juni – nov.)			
Doorlatendheid bodem en oppervlakkige afwatering verbeteren ²⁾	Gewas/bedrijf	0,1 - 0,2	-
Intensiever draineren	Bedrijf	0,1 - 0,2	0,5 - 2,5
Opmerkingen:			
¹⁾ jaarlijkse vaste kosten voor materiaal en arbeid (excl. bron en jaarlijkse afvoer slangmateriaal)			
²⁾ zie voor mogelijke maatregelen (uitwerking) bijlage 4			

Beregenen is een praktische maatregel die een teler kan toepassen om schade door droogte te beperken of voorkomen. Tevens zijn er andere irrigatietechnieken mogelijk (waarschijnlijk te kostbaar). Wanneer niet over beregening wordt beschikt, kan door dieper of later inzaaien mogelijk achterblijvende kieming worden beperkt. Na een periode van droogte kan daarnaast opnieuw ingezaaid worden.

Op regionaal niveau zullen mogelijk maatregelen moeten worden genomen om de telers van kwalitatief en kwantitatief voldoende water te voorzien.

Beregenen is niet op alle grondsoorten aan te bevelen. Indien beregend wordt op gronden met weinig koolzure kalk en/of organische stof (bijvoorbeeld Waddengebied) dan slaat de grond makkelijk dicht waardoor de peen verstikt en tijdens de bewaring gemakkelijk zwarte vlekken geeft⁴⁰.

Naast het vochtvoorzieningssysteem speelt het watermanagement (in het kader van een zo efficiënt gebruik) een belangrijke rol. Tegenwoordig zijn er verschillende systemen beschikbaar waarbij de vochtvoorziening kan worden geoptimaliseerd. Een voorbeeld is plaatsing van vochtsensoren (welke continue de actuele beschikbare hoeveelheid water meet) het perceel kan aanbrengen en boeren middels internet een beregenings- (en bemestings)advies kunnen opvragen⁴¹.



Fig. 3.12 Beregening met haspel en waterkanon³⁸ (links) en vochtsensor⁴² (rechts).

Wateroverlast kan door de teler zo veel mogelijk worden tegengegaan door de waterhuishouding van de percelen te optimaliseren (goede bodemstructuur, geen verdichtingen in het bodemprofiel, draineren). Om te voorkomen dat de bodem blank staat zal tevens de oppervlakkige afwatering moeten worden verbeterd. Mogelijke maatregelen zijn het bol leggen van percelen en het trekken van extra afvoergreppels. Betwijfeld wordt of met deze maatregelen daadwerkelijk volledige wateroverlast wordt voorkomen.

Situatie 2100

Vooraf het aantal te droge jaren neemt toe. Voldoende water van goede kwaliteit is belangrijk. De overige klimaatfactoren (bodem blank, hoosbuien) veranderen niet noemenswaardig.

Positieve gevolgen klimaatverandering

De kans op nachtvorst in mei verdwijnt, waardoor deze klimaatfactor in de toekomstige situaties geen of minder schade aanbrengt.

Samenvatting

Over het algemeen veranderen de omstandigheden voor winterpeenteelt in de toekomst nauwelijks. De mogelijke klimaatrisico's voor de teelt van winterpeen zijn (blijven) een te droog groeiseizoen en hevige regen waardoor de bodem blank komt te staan. Droogte kan onder andere door beregenen worden voorkomen. De toekomst van de winterpeenteelt zal voor een belangrijk deel afhangen van de combinatie van de frequentie van de droogtes en het wel of niet voorradig zijn van water voor de beregening.

Wateroverlast (bodem blank) zal mogelijk een probleem blijven of worden, vanwege de beperkte mogelijkheden voor het uitvoeren van adaptatiemaatregelen en de effectiviteit hiervan. De toename hiervan ten opzichte van het huidige klimaat is echter beperkt.

3.8 Lelie

Algemeen

Lelie is één van de belangrijkste sierteeltgewassen van Nederland. Er zijn drie hoofdtypen te onderscheiden; de zogenoemde Aziaat, Longiflorum en de Oriental cultivars waarmee ook weer kruisingvarianten geteeld worden. Voor Nederland is de lelieteelt pas vanaf de jaren 80 een belangrijk gewas. De teelt vindt in Noord-Nederland vooral plaats op basis van contractteelt. Kwekers uit traditionele bollenteeltgebieden huren bij agrariërs in Noord-Nederland land en tegen een vergoeding worden de noodzakelijke teelthandelingen uitgevoerd (vaak door een loonwerker). De lelieteelt vindt met name in Drenthe plaats.

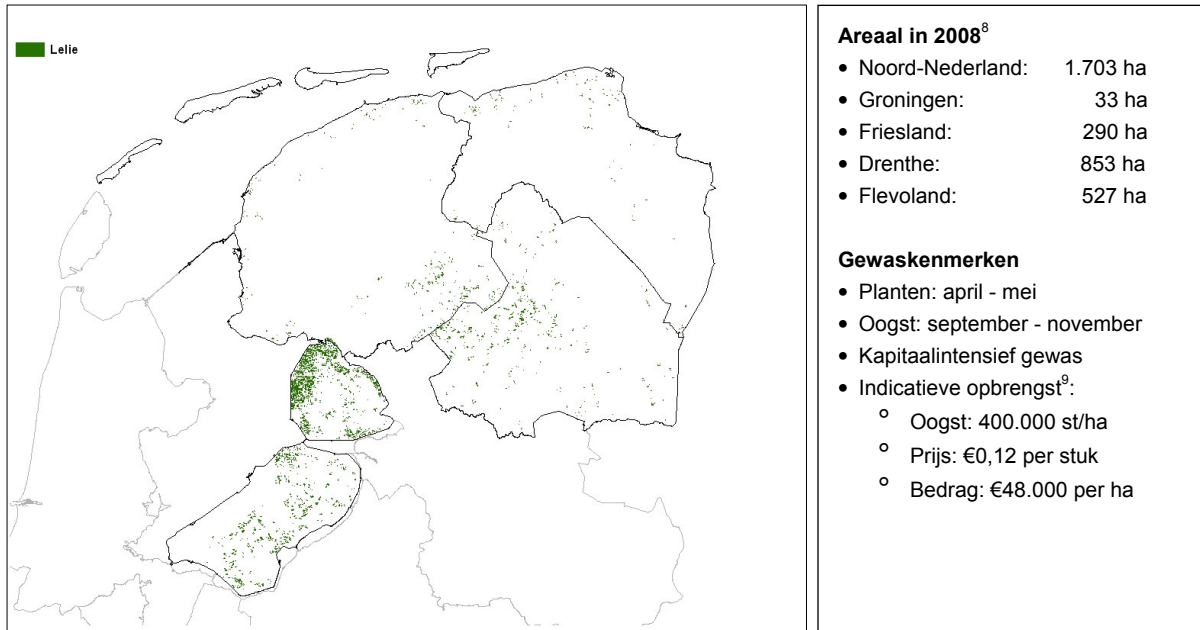


Fig. 3.13 Verspreidingsgebied lelieteelt in de Noord-Nederland en enkele teeltkenmerken^{3 8 9}. De bollenteelt in Drenthe vertegenwoordigt het grootste deel van de lelieteelt.

Klimaatfactoren, impact op gewas en schade

Tabel 3.25 Klimaatfactoren en de impact op de teelt van lelie

Klimaatfactor	Periode	Impact op gewas	Schade	Indicatie schade
Hevige regenval	juli - sept.	Verdrinken bollen en meer kans op schubrot	25 - 100%	tot €50.000 per ha
Zomers, maar nat	april - juni	• Botrytis (vuur) • Fusarium kan een probleem vormen als er nog weinig wortels gevormd zijn	10 - 75%	tot €35.000 per ha
Bodem staat blank, enkele weken	okt. - nov.	Natte omstandigheden maken het rooien onmogelijk. De bol is dan wel in rust dus geen kans om verdrinking, wel meer kans op schubrot.	25 - 100%	tot €50.000 per ha
Aanhoudend warme winter	dec. - maart	Koeling kost meer energie	tot 10%*	tot €5.000 per ha
Hagel (zware buien)	juni - aug.	Hagelschade aan blad en knop	25 - 75%	tot €35.000 per ha

*Hier treedt met name kwaliteitsverlies op en niet zo zeer opbrengstderving

Beschrijving van drie tijdvensters voor de lelieteelt

Huidige situatie

In Tabel 3.26 is per klimaatfactor per maand aangegeven hoe vaak deze voorkomt in een periode van 30 jaar. In de tabel zijn alleen die klimaatsfactoren meegenomen waarvoor de lelie gevoelig is, evenals de perioden waarin deze gevoelig is. Hevige regenval en hagel(buien) zijn de meest voorkomende klimaatfactoren.

Tabel 3.26 Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investeringskosten (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Hevige regenval							7	7	9				30 - 40	500 - 600
Zomers, maar nat				0	0	0							-	-
Bodem staat blank										0	0		-	-
Warme winter	0	0	3									0	0,3 - 0,7	6 - 8
Hagel (buien)						4	7	7					20 - 25	300 - 400

¹⁾ zie Tabel 3.25 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas
²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)
³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Situatie 2040

In Tabel 3.27 is de verandering in 2040 ten opzichte van het huidige klimaat weergegeven. Extreem warme winters zullen gaan toenemen; dit zal extra energie vragen om de bollen te koelen. Eén van de grootste risico's die toe gaan nemen is de verhoogde kans op hagelbuien. De verandering van zware buien is weliswaar niet spectaculair maar de gevolgen zijn wel groot. Verdrinking van de bollen door het blank staan van de bodem in oktober en november komt nu niet voor en het neemt ook niet toe naar 2040. Bij veel regenval zouden lokale omstandigheden wel voor problemen kunnen zorgen. Een eventuele hagelbui levert grote schade voor de lelieteeler op, omdat een groeiseizoen volledig verloren kan gaan vanwege bladschade. Meestal is een teler hier tegen verzekerd maar dit kan betekenen dat de premies zullen gaan stijgen. Het overgrote deel van de lelieteelt vindt op contractbasis plaats waardoor de risico's van Noord-Nederlands boer beperkt blijft omdat het niet zijn eigen bollen betreft.

Tabel 3.27 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2026-2055 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ²⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investeringskosten (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Hevige regenval							+1	+1	0	+1	0	+1	30 - 40	700 - 800
Zomers, maar nat				0	0	0	+4	+5					5 - 6	90 - 120
Bodem staat blank										0	0	0	-	-
Warme winter	0	+2	+1	+3	+3	+8							1 - 3	25 - 45
Hagel (buien)							+1	+1	+1	+1	0	+1	20 - 30	400 - 500

¹⁾ zie Tabel 3.25 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas
²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)
³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Klimaatrisico lelieteelt

Vanwege de frequentie van voorkomen en de mogelijke schade die hierdoor wordt veroorzaakt, zijn de mogelijke klimaatrisico's voor de situatie in 2040 voor de lelieteelt:

- Hevige regenval
- Zomers maar nat weer (Botrytis, Fusarium)
- Hagel (zware buien)

Maatregelen

In Tabel 3.28 zijn de mogelijke adaptatiemaatregelen voor de lilieteelt weergegeven.

Tabel 3.28 Adaptatiemaatregelen ten behoeve van de meest risicovolle klimaatfactoren in 2040

	Niveau	Indicatieve kosten	
		Jaarlijks (k€/ha)	Investering (k€/ha)
Hevige regenval – Verdrinken van bollen (april - juni)			
Doorlatendheid bodem verbeteren ¹⁾	Bedrijf	0,2 - 1	-
Oppervlakkige afwatering verbeteren ¹⁾	Gewas/bedrijf	0,1 - 0,2	-
(Intensiever) draineren	Bedrijf	0,1 - 0,2	0,5 - 2,5
Water in de percelen (beneden maaiveld) bergen door een intensieve drainage welke relatief diep wordt aangebracht	Bedrijf	0,1 - 0,5	2 - 5
Drogere percelen huren	Bedrijf	3 - 4	-
Zomers, nat weer – Botrytis (april – juni)			
Chemisch bestrijden	Gewas	0,1 - 1,0	-
Ontwikkelen effectievere middelen	Sector	-	nb
Ontwikkelen effectievere spuittechnieken	Sector	-	nb
Biologische bestrijding	Sector	-	nb
Resistent ras ontwikkelen	Sector	-	1.000 - 10.000 ¹⁾
Zomers, nat weer – Fusarium (april – juni)			
Middel ontwikkelen om ziekte bestrijden	Sector	-	nb
Resistent ras ontwikkelen	Sector	-	1.000 - 10.000 ¹⁾
Hagel – Hagelschade (juni – aug.)			
Hagelkanon	Gewas/bedrijf	-	40
Hagelverzekering	Bedrijf	afh. van bedrag	-
Opmerkingen:			
¹⁾ Zie voor mogelijke maatregelen (uitwerking) bijlage 4			
²⁾ Kosten zijn niet per hectare uit te drukken			
nb: niet bekend vanwege bv. onvoldoende gegevens, de maatregel bevindt zich in een onderzoekstadium of moet nog ontwikkeld worden			

Er zijn verschillende maatregelen om wateroverlast en daarmee verdrinking van bollen te voorkomen. Het is zeer de vraag in hoe effectief de weergegeven maatregelen zijn om de impact van hevige regenval te beperken of voorkomen. Een en ander is met name afhankelijk van de bodemkundige situatie.

Voor de bestrijding van Botrytis en Fusarium lijken onvoldoende geschikte maatregelen voorhanden. Op dit vlak zal met name op sectorniveau naar oplossingen moeten worden gezocht. In het onderzoek is men op zoek naar resistentie tegen Botrytis⁴³ en naar mogelijkheden om de ziekte te beheersen door het vinden van biologische alternatieven voor gangbare fungiciden (antagonisten)⁴⁴. Bestrijding van Fusarium in de bloemeteelt is niet mogelijk⁴⁵. De sector zal moeten zoeken naar een resistent gewas.

Het gewas kan tegen hagel worden beschermd door de inzet van een hagelkanon. Over de effectiviteit hiervan verschillen de meningen⁴⁶. Daarnaast kan een teler zich verzekeren tegen hagelschade.



Fig. 3.14 Aanbrengen van drainage⁴⁷ (links) en hagelkanon⁴⁸ (rechts).

Situatie 2100

De veranderingen die tussen de huidige situatie en de situatie van 2040 optreden zullen zich voortzetten tot 2100. Het blank staan van de bodem komt nu wel 1 keer voor maar de omstandigheden wijzigen zich niet drastisch.

Overige klimaatfactoren en maatregelen

Luis zou heel goed een groter probleem kunnen worden als de gemiddelde temperatuur stijgt. Luizen kunnen na een warme winter namelijk met hogere aanvangspopulaties beginnen en dus ontstaat er een grotere luizendruk.

Door de snelle teelt is het inzetten van roofvijanden tegen luis tot nu toe niet succesvol. Natuurlijke vijanden worden te snel met de lelies afgevoerd, waardoor het niet lukt om een populatie op te bouwen⁴⁵. Chemische bestrijding is het meest effectief⁴⁹. Mogelijk dat als gevolg van extra luizendruk dus extra bespuitingen nodig zijn.

Een hogere temperatuur leidt mogelijk tot een groter aaltjesprobleem; waardoor de opbrengst daalt. Verder is er als gevolg van hogere temperatuur kans op andere onkruiden bijvoorbeeld knolcyperus. Daarnaast nemen virussen in het algemeen toe³⁵.

Wanneer er veel aaltjes in de bodem aanwezig kan de teler de bodem chemisch ontsmetten (maximaal 1 keer in de 5 jaar). Het zaaïen van afrikaantjes (*Tagetes*) is ook een mogelijkheid om aaltjes te bestrijden. Hiermee wordt eveneens het organische stofgehalte van de bodem verbeterd. Aaltjes, schimmels en onkruiden kunnen worden bestreden door het onder water zetten van het perceel (inundatie)⁵⁰.

Besmetting met onkruiden, bv knolcyperus kan worden beperkt door schoon te werken (schoon plantgoed, schoon materieel, geen grond verslepen). Wanneer percelen besmet zijn, bieden chemische bestrijding/ontsmetting of mechanische bestrijding mogelijke oplossingen.

Hogere neerslaghoeveelheden kunnen er toe leiden dat bemesting wegspoelt. In het teeltseizoen kan dit niet meer worden aangevoerd waardoor een zeker effect op de opbrengst niet mag worden uitgesloten³⁵. Een voorbeeld van een mogelijke maatregel om dit te voorkomen is druppelfertigatie. Verder is een goede bodemstructuur en ontwatering van belang.

Positieve gevolgen klimaatverandering

Er zijn geen noemenswaardige positieve gevolgen bekend.

Samenvatting

De mogelijke klimaatrisico's voor de teelt van lelies zijn hevige regenval, zomers nat weer waardoor de kans op *Botrytis* en *Fusarium* toeneemt en hagel de meest risicovolle klimaatfactoren.

De toename van de klimaatextremen in 2040 ten opzichte van de huidige situatie is gering. De extremen kunnen echter wel grote schade veroorzaken. Vooralsnog lijkt vanwege het ontbreken van adequate maatregelen voor de bestrijding van *Botrytis* en *Fusarium* lijken deze ziekten de

belangrijkste aandachtspunten te worden. Mogelijk dat hagel eveneens een (groter) probleem wordt.

3.9 Koolzaad

Algemeen

Van het gewas koolzaad wordt het zaad gewonnen voor oliewinning en de plant kan gebruikt worden voor veevoeder. Koolzaad kan op vele gronden geteeld worden, maar geeft de hoogste productie op rijke gronden zoals klei- en zavelgronden met een goede waterhuishouding. Daarbij kan grondtype invloed hebben op zaadgrootte. Gronden die in de herfst en winter last hebben van stagnerend water zijn ongeschikt voor koolzaad.

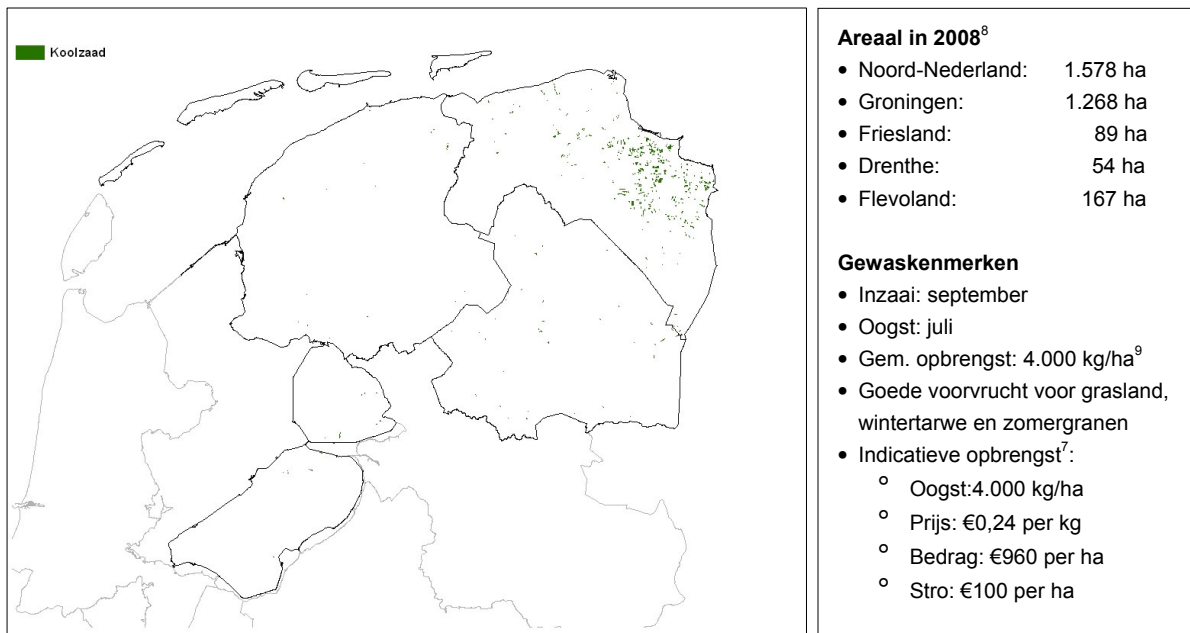


Fig. 3.15 Verspreidingsgebied koolzaadteelt in de Noord-Nederland en enkele teeltkenmerken^{3 8 9}

Klimaatfactoren, impact op gewas en schade

Tabel 3.29 Klimaatfactoren en de impact op de teelt van koolzaad

Klimaatfactor	Periode	Impact op gewas	Schade	Indicatie schade
Strengse vorst	nov. - feb.	Plant kan zich niet ontwikkelen. Plant moet rozet hebben van 6 tot 10 bladen en een wortel van 15/20 cm diep en absoluut geen schietneigingen	0 - 60%	tot €700 per ha
Bodem staat blank, enkele weken	dec. - feb.	Als de planten met de voeten in het water staan, dan sterven de wortels en plant af.	0 - 100%	tot €1.000 per ha
Warm en veel regen	juni - juli	Door de natte veldcondities kunnen tractoren het veld niet op, terwijl tijdens de warme periodes de hauwtjes (peultjes) open springen op het veld, waarmee zaad verloren gaat.	0 - 25%	tot €250 per ha
Zomers en droog	juni - juli	Mits het vochtleverend vermogen van een bodem redelijk is (behalve voor zandgronden), zorgt dit voor een versneld afrijpingsproces, maar als er qua veldcondities geoogst kan worden, hoeft dit geen probleem te zijn.	0 - 10%	tot €100 per ha
Relatief warm weer	april - juli	Insecten berokkenen schade aan gewas (koolzaadaardvlo (herfst) , -glanskever (voorjaar vreet aan bloemknop voor blei) en – snuitkever (vreet in de zomer aan de hauwen)	0 - 30%	tot €300 per ha
Harde wind (zware buien)	juni - juli	Gewas gaat liggen, beschaduwning leidt tot lagere droge stof productie en oogsten leidt tot grotere zaadverliezen.	25 - 30%	tot €300 per ha

Beschrijving van drie tijdvensters voor de teelt van koolzaad

Huidige situatie

In Tabel 3.30 is per klimaatfactor per maand aangegeven hoe vaak deze voorkomt in een periode van 30 jaar. In de tabel zijn alleen die klimaatsfactoren meegenomen waarvoor koolzaad gevoelig is, evenals de perioden waarin koolzaad gevoelig is. Strenge vorst en relatief warm weer zijn de meest voorkomende klimaatfactoren in de huidige situatie.

Tabel 3.30 Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 en weergave indicatieve kostenaspecten.

	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investeringskosten (k€/ha) ³⁾
Klimaatfactor ¹⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Strenge vorst	14	21									0	0	0,5 - 1	5 - 15
Bodem staat blank	0	0										0	-	-
Warm en regen						1	3						0 - 0,05	0,4 - 0,6
Zomers en droog						2	3						0 - 0,05	0,2 - 0,4
Relatief warm weer				0	1	16	32						0,2 - 0,5	4 - 6
Harde wind						4	7						0,1 - 0,2	1 - 2

¹⁾ zie Tabel 3.29 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Situatie 2040

Meest opvallend is de forse afname van het voorkomen van strenge vorst in de winter. De kans op voorkomen wordt in januari en februari meer dan gehalveerd. De uitval van planten in deze periode zal dus minder vaak voorkomen. Ander opmerkelijk punt is toename van droge zomers in het W+ scenario. Omdat dit tegelijkertijd gepaard gaat met een afname van warm en veel regen hoeft dit geen probleem te zijn. Er kan immers geoogst worden. Een relatief warme mei maand zal vaker voorkomen terwijl een relatief warme juni maand minder vaak zal voorkomen. Als gevolg daarvan zal de schade door insecten toenemen.

Tabel 3.31 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2026-2055 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's en weergave indicatieve kostenaspecten.

	Maand														Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investering (k€/ha) ³⁾										
Klimaatfactor ¹⁾	J		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D			
Strenge vorst	-6	-8	-9	-17																	0	0	+1	+1	-	-
Bodem staat blank	+1	+1	0	0																			0	0	0,01 - 0,05	0,5 - 1,0
Warm en regen											0	-1	-2	-2											-	-
Zomers en droog											+2	+8	+4	+9											0,05 - 0,1	0,5 - 1,5
Relatief warm							0	+1	+6	+5	-5	-8	0	-1											-	-
Harde wind											+1	+1	+1	+1											0,1 - 0,2	2 - 3

¹⁾ zie Tabel 3.29 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Klimaatrisico koolzaadteelt

Vanwege de frequentie van voorkomen en de mogelijke schade die hierdoor wordt veroorzaakt, is hevige wind een mogelijk klimaatrisico voor de situatie in 2040 voor de teelt van koolzaad.

Maatregelen

In Tabel 3.32 zijn de mogelijke adaptatiemaatregelen voor de teelt van koolzaad, om schade als gevolg hevige wind te voorkomen of beperken, weergegeven.

Tabel 3.32 Adaptatiemaatregelen ten behoeve van de meest risicovolle klimaatfactoren in 2040

	Niveau	Indicatieve kosten	
		Jaarlijks (k€/ha)	Investering (k€/ha)
Harde wind – Gewas gaat liggen (juni - juli)			
Weinig legergevoelig gewas inzaaien	Gewas/bedrijf	nihil	-
Groeiregulatoren (halmverkorters) toepassen waarmee het gewas sterker wordt	Gewas/bedrijf	0,1 – 0,2	-

Situatie 2100

De trend die is ingezet in 2040 zet zich verder door in 2100. De kans op nachtvorst verdwijnt nagenoeg. De kans dat de bodem in de winter blank komt te staan, kan eens per 30 jaar voorkomen. De kans op een warm voorjaar en warme zomers neemt verder toe. Schade door insecten in het voorjaar zal aandacht vragen. Zomerse droogte hoeft geen problemen op te leveren, omdat tegelijkertijd de combinatie warm weer en veel regen afneemt. De kans op schade door harde wind wordt groter.

Als gevolg van de warme en zonnige weersomstandigheden zullen mogelijk (extra) maatregelen moeten worden genomen om het gewas te beschermen tegen insectenschade (koolzaad-aardvlo in herfst, koolzaadglanskever in voorjaar en koolzaadsnuitkever in zomer). Maatregelen die genomen kunnen worden zijn:

- Zaadbehandeling
- Bestrijding met insecticiden (eventueel met vliegtuig)
- Agrarische biodiversiteit (natuurlijke vijanden)
- Uitgekiende rassenkeuze en lokken van insecten naar perceelsranden
- Zaaizaadbehandeling (met mesurol) geeft een zekere bescherming tegen aardvlooiën tijdens opkomst⁵¹

De schadelijke kevers hebben natuurlijke vijanden, o.a. sluipwespensoorten, maar het gebruik van sluipwespen is in de buitenteelten waarschijnlijk niet goed mogelijk, aangezien handhaving twijfelachtig is. Overigens is koolzaad zelf ook een schuilgewas en nectarbron voor velerlei insecten e.d. De betekenis hiervan voor de instandhouding van natuurlijke vijanden van plagen in andere gewassen is nog niet duidelijk⁵².

Een methode om insecten (eenvoudiger) te bestrijden is door het toepassen van een uitgekien-de rassenkeuze en het lokken van insecten naar perceelsranden. Dit kan worden bewerkstelligd door rassen te zaaien die minder aantrekkelijke stoffen voor plaaginsecten bevatten. Daarnaast kunnen insecten met lavendelolie en feromonen worden verjaagd. Op de randen van een perceel worden juist rassen gezaaid die wel aantrekkelijk zijn voor de plaaginsecten⁵³.

Positieve gevolgen klimaatverandering

Door minder strenge nachtvorst in de periode november - februari is er mogelijk minder schade tijdens de ontwikkelingsfase van het gewas.

Samenvatting

Slechts harde wind vormt mogelijk een klimaatrisico voor de teelt van koolzaad. Deze gebeurtenis komt echter niet veel vaker voor ten opzichte van de huidige situatie. Door het toepassen van sterke gewassen en groeiregulatoren kan de impact (legering) worden beperkt. Tot 2040 zijn geen maatregelen nodig. Richting 2100 zullen mogelijk maatregelen nodig zijn om insectschade te beperken of voorkomen.

3.10 Gras

Algemeen

Gras is een meerjarig gewas en dient als veevoer, ofwel gemaaid ofwel in de weidegang. Engels raaigras is de grasvariëteit die door het gros van de boeren wordt gebruikt. Dit ras scoort het best op de combinatie van kwaliteiten: standvastigheid (kan zowel weidegang als maaien verdragen), smakelijkheid, opbrengst, efficiëntie van N-gebruik en hoge opname door vee. Engels Raaigras kan op vele gronden geteeld worden, op kleigronden en goed ontwaterde en goed vochthoudende zandgronden komt het praktisch in monocultuur voor. Op veengronden is 60% Engels raaigras in de grasmat het maximaal haalbare.

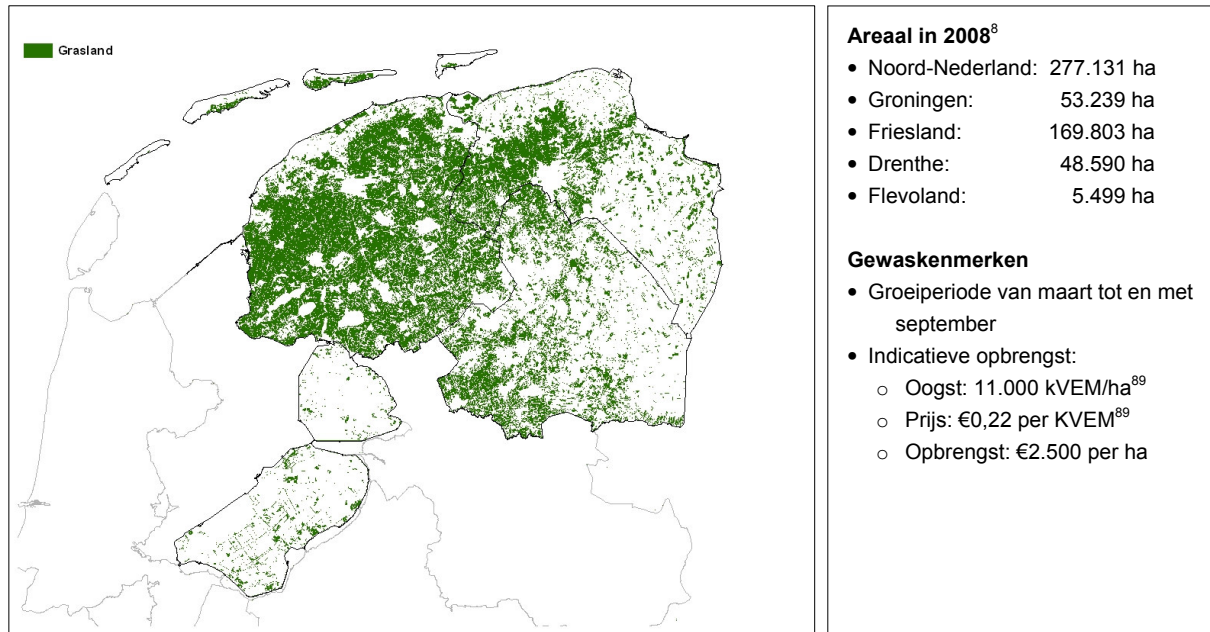


Fig. 3.16 Verspreidingsgebied grasland in Noord-Nederland en enkele kenmerken grasland^{3 8 9}

Klimaatfactoren, impact op gewas en schade

Tabel 3.33 Klimaatfactoren en de impact op grasland

Klimaatfactor	Periode	Impact op gewas	Schade	Indicatie schade
Tropisch en nat	april - sept.	Schimmels en indien langdurig gaat gras dood	0 - 10%	tot €250 per ha
Langdurig droog	maart - okt.	Geleidelijk effect op zodekwaliteit	5 - 10%*	tot €2.000 per ha
Zeer strenge vorst	nov. - feb.	Gras (Engels raaigras) gaat dood; andere soorten als Timothee kunnen overleven	20 - 40%	tot €1.000 per ha
Aanhoudend hete dagen	maart - okt.	Engels raaigras kan slecht tegen temperaturen boven de dertig graden. Planten kunnen afsterven waardoor de grasmat verslechterd, vooral als hoge temperatuur samengaat met suboptimaal management.	0 - 10%	tot €250 per ha

* schade per maand

Beschrijving van drie tijdvensters voor grasland (Engels Raaigras)

Huidige situatie

In Tabel 3.34 is per klimaatfactor per maand aangegeven hoe vaak deze voorkomt in een periode van 30 jaar. In de tabel zijn alleen die klimaatfactoren meegenomen waarvoor gras gevoelig is, evenals de perioden waarin gras gevoelig is.

Tabel 3.34 Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investering (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Tropisch en nat				0	0	0	0	0	0				0	0
Langdurig droog			0	0	0	0	0	0	0	0			0	0
Zeer strenge vorst	2	0									0	0	tot 0,1	tot 1,0
Aanhoudend heet				0	0	2	1	7	1				tot 0,1	tot 1,5

¹⁾ zie Tabel 3.33 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas
²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)
³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Situatie 2040

In Tabel 3.35 is de situatie voor 2040 weergegeven. Voor Engels raaigras is vooral het aantal hete dagen de grootste (negatieve) verandering is. De kans op aanhoudende hete dagen toe, wat kan leiden tot schade. Echter de kans op perioden met zeer strenge vorst neemt af in januari. Dat komt de grasmat ten goede. Als er een keer tropisch en nat weer extra voorkomt in juli of augustus is de kans op roest groter.

Tabel 3.35 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2026-2055 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's en weergave indicatieve kostenaspecten.

	Maand																Beheerkos- ten (k€/ha) ²⁾	Investing (k€/ha) ³⁾
Klimaatfactor ¹⁾	J	F		M	A	M	J	J	A	S	O		N	D				
Tropisch en nat					0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0		nihil	0,1 - 0,2
Langdurig droog				0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0 - 0,1	1 - 2
Zeer strenge vorst	-1	-2	0	0											0	0	0	-
Aanhoudend heet					0	0	1	4	2	5	1	13	7	18	1	1		0,1 - 0,3

¹⁾ zie Tabel 3.33 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

	Klimaatrisico grasland
--	------------------------

Vanwege het veelvuldig optreden van aanhouden hete dagen en de mogelijke schade die hierdoor wordt veroorzaakt, is dit mogelijk een klimaatrisico voor de situatie in 2040 voor grasland.

Op droge gronden met weinig mest is goed raaigras telen een probleem. Bij warmer weer komt Engels raaigras in de knel. Droogte en hitte hebben effect op de productie maar ook op concurrentiekracht. Persistentie van Engels raaigras staat onder druk en ongewenste grassen komen makkelijker op. Bij warm en droog weer vind er een verschuiving plaats in de dominante grassoorten: van Engels raai naar 'warm season grasses'. Deze concurreren met goede grassen. De situatie in Slovenië en Kroatië (Engels raaigras is er geïntroduceerd) leert dat Engels raai-gras niet dood gaat bij warm en droog weer, maar dat het vooral om graslandmanagement draait (d.w.z. maaien, nutriënten voorziening, etc.)³⁵.

Maatregelen

In Tabel 3.36 zijn de mogelijke adaptatiemaatregelen voor grasland weergegeven.

Maatregelen

In Tabel 3.36 zijn de mogelijke adaptatiemaatregelen voor grasland weergegeven.

Tabel 3.36 Adaptatiemaatregelen ten behoeve van de meest risicovolle klimaatfactoren in 2040

	Niveau	Indicatieve kosten	
		Jaarlijks (k€/ha)	Investering (k€/ha)
Aanhoudend hete dagen – Verslechtering grasmatten (mrt - okt.)			
Weidemengsel aanpassen (hittebestendige rassen)	Sector	-	nb
Betere hittebestendige rassen ontwikkelen	Sector	-	1.000 - 10.000 ¹⁾
Doorzaaien graszode ¹⁾	Gewas/bedrijf	-	0,25
Herinzaaien (graslandvernieuwing) ¹⁾	Gewas/bedrijf	-	0,75
Aankoop van (extra) krachtvoer ²⁾	Bedrijf	-	afh. van bedrijf
Aankoop of huur van extra grasland ²⁾	Bedrijf/regio	-	regiogebonden
Telen van andere voedergewassen (bv. maïs)	Bedrijf	0 – 0,5	-
Opmerkingen: ¹⁾ Herstelmaatregelen ²⁾ Wanneer tekorten in de hoeveelheid ruwvoeder ontstaan als gevolg van klimaatverandering heeft de melkveehouder de mogelijkheid om bijvoorbeeld extra krachtvoer aan te kopen. Een andere mogelijkheid is aankoop of huur van extra graslandpercelen. Beide maatregelen kunnen worden ingezet om de voedervoorziening op peil te houden ³⁾ Kosten zijn niet per hectare uit te drukken <i>nb: niet bekend vanwege bv. onvoldoende gegevens, de maatregel bevindt zich in een onderzoekstadium of moet nog ontwikkeld worden</i>			

Om grasland bestendiger te maken tegen aanhoudende hitte zullen mogelijk weidemengsels door graszaadleveranciers moeten worden aangepast (bv. groter aandeel hittebestendige rassen). De boer heeft tevens maatregelen voorhanden om de schade aan de zode te herstellen door door te zaaien of het grasland te vernieuwen. Met behulp van zaadcoatings kan de opkomst van het gras worden bevordert. Dit betekent dat ook bij door- of herinzaai in het voorjaar een goed resultaat kan worden gerealiseerd. Doorzaai is in de praktijk minder succesvol dan herinzaai⁵⁴.

Gras wordt geproduceerd ten behoeve van veevoeding. Wanneer de grasproductie voor de melkveehouder onvoldoende is, heeft deze de mogelijkheid om (extra)voer aan te kopen. Het rantsoen van de koeien kan bijvoorbeeld worden aangepast door extra krachtvoer te geven. Een andere mogelijkheid is aankoop of huur van extra graslandpercelen. Daarnaast kunnen melkveehouders andere voedergewassen telen waaronder maïs. Maïs kan onder drogere en warmere omstandigheden beter produceren dan gras. Dit gewas heeft echter een nadelige impact op de organische stofhuishouding van de bodem. Daarnaast zorgen hogere temperaturen voor een versnelde omzetting van organische stof in de bodem (met name van droge zandgronden) met als gevolg uitdroging en snellere uitspoeling³⁵. Herinzaaien van grasland op zandgrond is alleen toegelaten tussen 1 februari en 15 mei en niet in het najaar. Op klei en veengronden is het toegelaten tot 15 september³.

Als gevolg van klimaatverandering zal een goed graslandmanagement steeds belangrijker worden. Om melkveehouders te ondersteunen in dit management wordt gezocht naar bruikbare instrumenten. Uit onderzoek⁵⁵ blijkt dat melkveehouders behoefte hebben aan snelle meetmethoden bij het bepalen van:

- de drogestofopbrengst van gras op het veld,
- de samenstelling en voederwaarde van het verse gras op het veld en
- de samenstelling en voederwaarde van de kuil.

Om effectief bij te kunnen sturen is het beschikbaar komen van meetmethoden, waarbij de informatie tijdig beschikbaar is, gewenst. Onderzoekers hebben een overzicht van technieken gemaakt waarvan de verwachting is dat het de moeite waard is om concepten op te stellen waarmee het bedrijfsleven meetinstrumenten kan ontwikkelen⁵⁵. Recentelijk zijn nieuwe technieken ontwikkeld, die geschikt lijken voor toepassing in snelle meetmethoden voor de melkveehouder.

Optische technieken, waaronder spectroscopie (o.a. NIRS en RAMAN), lijken perspectief te bieden voor het bepalen van de drogestofopbrengst van gras op het veld en de samenstelling en voederwaarde van het verse gras op het veld. Met andere optische technieken worden momenteel sensoren ontwikkeld die het mogelijk maken dat de drogestofopbrengst op het veld (kg droge stof/ha) kan worden gemeten evenals het droge-stofpercentage van in het zwad liggend gras.

Situatie 2100

De situatie is vergelijkbaar met die in 2040, geen noemenswaardige veranderingen. In scenario G+ lijken de maanden juli, augustus en september vaker langdurig droog en heet te zijn. Langdurig droog betekent dat de grasgroei stil valt met mogelijk schade aan de kwaliteit van zode.

Er zijn verschillende maatregelen mogelijk om schade als gevolg van droogte te beperken of voorkomen. Twee voorbeelden zijn:

- Beregenen
- Ondergronds irrigatiesysteem (Subterranean Plant Systeem)

Het ondergrondse systeem betreft een buizensysteem (diepte 0,30 m) genaamd Subterranean Plant Systeem (SPS) welke momenteel in Nederland door Wageningen Universiteit in de praktijk getest wordt. Dit systeem kan gewassen ondergronds voorzien van water en meststoffen door het rondpompen van water door een slangensysteem. Het systeem kan tevens water rondpompen dat met restwarmte (bv. van een vergistinginstallatie) is verwarmd.⁵⁶



Fig. 3.17 Herinzaai grasland⁵⁷ en aanleg Subterranean Plant Systeem⁵⁶ (rechts).

Om voldoende water te realiseren dienen op regionaal niveau maatregelen te worden genomen om kwalitatief en kwantitatief voldoende water aan te kunnen voeren.

Op sectorniveau kunnen minder weidemengsels worden aangepast door toepassen van rassen die minder droogtegevoelig zijn.

In een precisielandbouwproject wordt momenteel onderzocht hoe met behulp van satellieten de berekening van grasland kan worden geoptimaliseerd, zogenaamd 'Hightech beregenen op maat'⁵⁸.

Positieve gevolgen klimaatverandering

De kans op perioden met zeer strenge vorst neemt af in januari. Dat komt de grasmat ten goede.

Samenvatting

Perioden met aanhoudend hete dagen zijn mogelijk risico's voor grasland in 2040. Schade kan echter beperkt worden door goed graslandmanagement. De veehouder heeft verschillende mogelijkheden om de graszode te herstellen. Mogelijk dat de sector weidemengsels moet aanbieden met (een groter aandeel) hittetolerante rassen. Technologische ontwikkeling (waaronder precisielandbouw) kan worden benut en verder ontwikkeld om bv. problemen door droogte te beperken.

3.11 Tomaat (kas)

Algemeen

Het gewas tomaat wordt voornamelijk onder glas geteeld. Het is voor Nederland een belangrijke teelt, die een grote bijdrage levert aan het Bruto Nationaal Product.

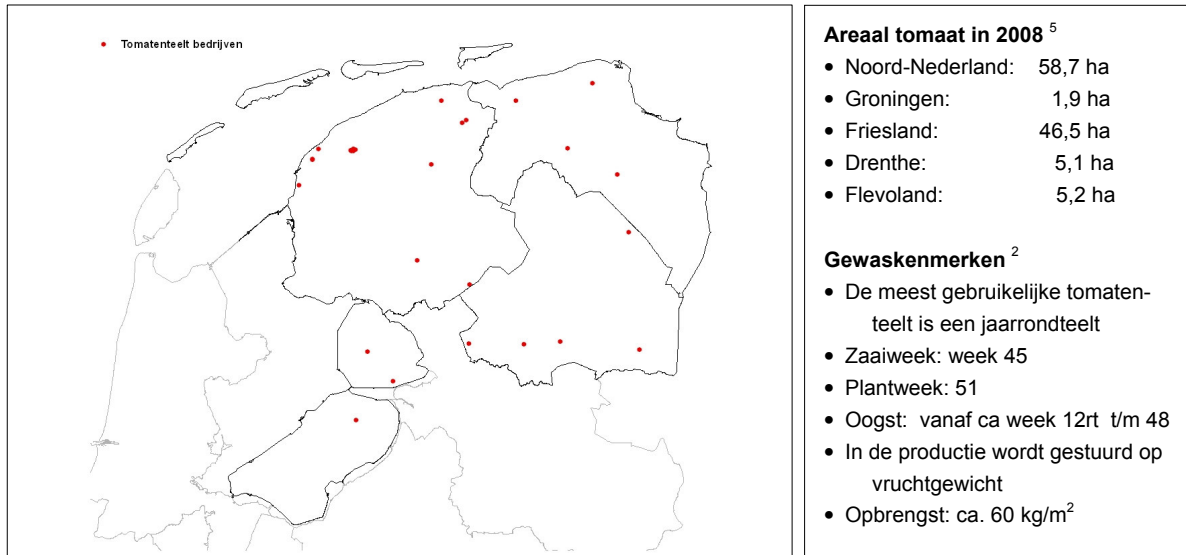


Fig. 3.18 Verspreidingsgebied tomatenteelt Noord-Nederland en enkele teeltkenmerken^{3 8}

Klimaatfactoren, impact op gewas en schade

Tabel 3.37 Klimaatfactoren en de impact op tomatenteelt

Klimaatfactor	Periode	Impact op gewas	Schade	Indicatie schade
Hagelbuien, windhopen/onweer	juni - aug.	Glasschade. (in geval van eetbare groenten, moet hele gewas worden geruimd) idem glasschade; blikseminslag in de technische apparatuur	5%	tot €25.000 per ha
Hittegolf	juli - aug.	Water beschikbaarheid en -kwaliteit nemen af; zetting van bloemen neemt af: minder vruchten	5 - 8%	tot €40.000 per ha
Warm en vochtig	aug. - sept.	Onvoldoende beluchting mogelijk: schimmelziekten (zoals botrytis, meeldauw) Verspreiding virussen door toename hoeveelheid insecten. Probleem niet groot!!	2 - 3%	tot €15.000 per ha
Vochtig en nat weer	aug. - okt.	Idem: schimmelziekten (zoals botrytis, meeldauw) Idem: verspreiding virussen. Geen groot knelpunt	2 - 3%	tot €15.000 per ha
Streng vorst	jan. - feb.	Zodra T(binnen) < 15°C treedt productieverlies op Zodra T(buiten) < -10°C is extra stoken nodig	onbekend	-
Extreem zachte winter	jan - feb.	Vergroting kans op herinfectie van de kasruimte met schimmelziekten	2 - 3%	tot €15.000 per ha

Zoals in de bovenstaande tabel blijkt, komen de schadepercentages in de tomatenteelt door effecten van klimaatverandering in vergelijking met de buitenteelten lager uit. Echter, de economische schade kan voor de teler wel zeer groot zijn. Een tomatenteelt is over het algemeen een monocultuur en de omzet van een bedrijf bedraagt doorgaans in de miljoenen. De teler

werkt op het scherpst van de snede en weegt kosten-baten zeer zorgvuldig af. Bovendien kunnen er in een bedrijf een groot aantal werknemers (30 – 40) betrokken zijn. Een schadepost van 5% kan dan zeer ingrijpende gevolgen hebben voor de ondernemer. Vanwege dit feit is voor dit gewas niet uitgegaan van een gemiddelde jaarlijkse schade van 10% ten behoeve van het bepalen van de risicovolle klimaatfactoren, maar is gekeken of de klimaatfactor in 2040 (enigszins) toeneemt.

Beschrijving van drie tijdvensters voor de tomatenteelt

Huidige situatie

In Tabel 3.38 is per klimaatfactor per maand aangegeven hoe vaak deze voorkomt in een periode van 30 jaar.

Tabel 3.38 Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investeringskosten (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Hagel/wind/onweer						4	7	7					10 - 20	200 - 300
Hittegolf							2	6					5 - 15	100 - 200
Warm en vochtig								1	0				0,4 - 0,5	5 - 10
Vochtig en nat weer								11	8	8			10 - 15	200 - 250
Streng vorst	63	44											nb	nb
Zachte winter	2	2											1,5 - 2,5	30 - 35

¹⁾ zie Tabel 3.37 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

nb: niet bepaald vanwege onvoldoende gegevens

Situatie 2040

In Tabel 3.39 is de situatie voor 2040 aangegeven. Optreden van hagel neemt iets toe. Het is vooral het aantal hittegolven dat enorm toeneemt, vooral in de tweede helft van juli en augustus. Dit vereist een toename van de koelcapaciteit in de kassen. Warm en vochtig weer neemt eveneens toe, waardoor voldoende beluchting wordt bemoeilijkt. Dit kan een toename van de ziektedruk veroorzaken. Echter, de combinatie vochtig en nat neemt daarentegen in augustus en september juist af. Dit kan weer een afname van de ziektedruk tot gevolg hebben. Het is dus niet goed te voorspellen hoe de ziektedruk zich in deze maanden zal ontwikkelen. Mogelijk zal de variatie waarmee het optreedt, wel toenemen.

Tabel 3.39 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2026-2055 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investeringskosten (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Hagel/wind/onweer						+1	+1	+1	+1	0	+1		15 - 20	300 - 350
Hittegolf							+2	+12	+7	+12			20 - 40	400 - 800
Warm en vochtig								+5	+6	+1	+2		3 - 5	60 - 90
Vochtig en nat								-5	-9	-2	-4	-1	-	-
Streng vorst	-22	-35	-17	-27									-	-
Zachte winter	+2	+8	+2	+8									3 - 10	70 - 200

¹⁾ zie Tabel 3.37 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

nb: niet bepaald vanwege onvoldoende gegevens

Klimaatrisico tomatenteelt (kas)

Situatie 2040

Vanwege de frequentie van voorkomen en de mogelijke schade die hierdoor wordt veroorzaakt, zijn de mogelijke klimaatrisico's voor de situatie in 2040 voor de tomatenteelt in kassen:

- Hittegolf
- Warm en vochtig weer in augustus - september (schimmelziekten)
- Extreem zachte winter

Maatregelen

In Tabel 3.40 zijn de mogelijke adaptatiemaatregelen voor de tomatenteelt in kassen weergegeven.

Tabel 3.40 Adaptatiemaatregelen ten behoeve van de meest risicovolle klimaatfactoren in 2040

	Niveau	Indicatieve kosten	
		Jaarlijks (k€/ha)	Investerings (k€/ha)
Hittegolf - Afname waterbeschikbaarheid en -kwaliteit (juli – aug.)			
Groter buitenbassin (opvang regenwater)	Bedrijf	0 – 1	10 – 60 ¹⁾
Ondergronds bassin (opvang regenwater)	Bedrijf	0 – 1	35 - 40
Collectieve gietwatervoorziening (meerder telers)	Bedrijf/regio	-	nb
Recirculatie gietwater	Bedrijf	-	nb
Toepassing leidingwater	Bedrijf	-	1,5 - 2,0 per kl ²⁾
Toepassing grondwater	Bedrijf	0,5 – 1,0	1,5 – 3,0 ³⁾
Toepassing oppervlaktewater	Bedrijf	-	onbekend
Warm en vochtig - Schimmels (aug. – sept.)			
Chemische bestrijding schimmelziekten	Bedrijf	1 – 2	-
Regelmatig zwavel verdampen tegen meeldauw	Bedrijf	nb	nb
Alternatieve bestrijding schimmels (bv. UV-licht)	Bedrijf	nb	nb
Ontwikkelen middelen en technieken schimmelbestrijding	Sector	nb	nb
Ontwikkelen resistente rassen	Sector	-	1.000 – 10.000 ¹⁾
GeslotenKas™ ⁴⁾	Bedrijf	nb	nb
Ontvochtigen door luchtbehandelingskasten	Bedrijf	nb	nb
Ontwikkelen klimaatbeheersingssystemen	Sector	nb	nb
Extreem zachte winter - Schimmelziekten (nov. – feb.)			
Schoonspuiten en ontsmetten van de kas en kasinstallaties	Bedrijf	0,5 – 1	-
Rassen ontwikkelen die resistent (schimmels) zijn	Sector		1.000 – 10.000 ¹⁾
Chemische bestrijding schimmelziekten	Bedrijf	1 – 2	-
Alternatieve bestrijding schimmels (bv. UV-licht)	Bedrijf	nb	nb
Ontwikkelen middelen en technieken schimmelbestrijding	Sector	nb	nb
Opmerkingen:			
¹⁾ voor een bassin met een inhoud van 1.000 tot 17.000 m ³			
²⁾ kosten niet per hectare uit te drukken. Kosten drinkwater €1,5 - 2,0 per 1.000 liter			
³⁾ Grondwaterbron met een capaciteit van 80 m ³ /uur			
⁴⁾ De GeslotenKas™ is een (nieuw) klimaat- en energiesysteem waarbij de tuinder maximale controle krijgt op de groeifactoren luchtvochtigheid, temperatuur en CO ₂ ⁵⁹ . Het concept betreft een combinatie van installaties voor energievoorziening en klimaatbeheersing waardoor het mogelijk is om in een glastuinbouwkas gedurende het gehele jaar de luchtramen gesloten te houden. Hierbij wordt energie in de zomer opgeslagen en in de winter gebruikt om de kas te verwarmen ⁶⁰ .			
⁷⁾ Kosten zijn niet per hectare uit te drukken			
nb: niet bekend vanwege bv. onvoldoende gegevens, de maatregel bevindt zich in een onderzoekstadium of moet nog ontwikkeld worden			

In de glastuinbouw is regenwater de belangrijkste bron voor gietwater. Afhankelijk van de opslagcapaciteit kan met regenwater geheel of gedeeltelijk in de gietwaterbehoefte worden voorzien. Daarnaast zijn grond-, leiding-, en oppervlaktewater mogelijke bronnen voor gietwater. Naast individuele voorzieningen kan ook gebruik gemaakt worden van collectieve gietwatervoorzieningen. Hierbij wordt het water veelal collectief opgeslagen en is een bassin op het ei-

gen bedrijf niet meer nodig. Regenwater is (door het lage natriumgehalte) zeer geschikt gietwater. De kwaliteit van grondwater varieert sterk, waardoor voorbehandelingstechnieken, zoals ontijzeren en/of ontharden, noodzakelijk kunnen zijn. De kwaliteit bij leidingwater kan, afhankelijk van het waterleidingbedrijf, eveneens sterk verschillen. De aanwezigheid en kwaliteit van oppervlaktewater is sterk gebiedsafankelijk. Vooral door recirculatie - het hergebruik van drainwater uit het productieproces - neemt de kwaliteit van gietwater af. Hierbij kan het noodzakelijk zijn om recirculatiewater eerst te zuiveren van ziektekiemen, zouten, residuen van meststoffen en dergelijke⁶¹.

Er zijn verschillende maatregelen om het klimaat (vocht) in kassen te beheersen. Een voorbeeld is de toepassing van luchtbehandelingskasten⁶².

Op sectorniveau dienen systemen te ontwikkeld om een optimaal kasklimaat te kunnen realiseren. Gezien de ontwikkelingen in de glastuinbouwsector wordt verwacht dat er in de toekomst systemen zijn die problemen met betrekking tot luchtvochtigheid voldoende kunnen beheersen en eveneens economisch haalbaar zijn.

De kasopstanden en het teeltsysteem reinigen en ontsmetten horen standaard bij de teeltwisseling. Voor het ontsmetten dient een toegelaten ontsmettingsmiddel te worden gebruikt waarbij een lange werking van het middel de voorkeur heeft⁶³. Afhankelijk van het type schimmel kan deze chemisch of op alternatieve wijzen worden bestreden. Een voorbeeld van een nieuwe techniek is de bestrijding van Botrytis met UV-licht. Middels proeven is geconstateerd het gebruik van UV-licht een wezenlijke bijdrage kan leveren aan de bestrijding van Botrytis mits de behandeling regelmatig wordt herhaald⁶⁴.

De sector zal zich mogelijk moeten richten op resistente rassen en ontwikkeling van nieuwe middelen en technieken om schimmelziekten afdoende te kunnen bestrijden.



Fig. 3.19 Aanleg van een regenwaterbassin⁶⁵ (links) en een luchtbehandelingskast⁶² (rechts).

Om kassen tegen hagel te beschermen kunnen deze worden uitgerust middels gehard glas. Voorwaarde is dat de lichttransmissie door het glas niet wordt verminderd.

Situatie 2100

In vergelijking met 2040 zal het aantal warme perioden en hittegolven nog verder toenemen. Dit vereist verdere toename van de koelcapaciteit. Naar verwachting zal de techniek om hiermee om te gaan ook een sterke ontwikkeling ondergaan. Mogelijkheden voor het opwekken van energie uit de kas zullen dan veel verder zijn uitgewerkt.

Positieve gevolgen klimaatverandering

Door het mogelijk vaker voorkomen van hevige regenbuien in de periode augustus – oktober is veel schoon water beschikbaar. Door het minder vaak optreden van strenge vorst hoeft er minder gas te worden verstookt.

Toenemende warmte, hittegolven en instraling geven kansen voor opwekking van energie in energieproducerende kassen. Door een toenemende technische ontwikkeling zal de kasteelt in de toekomst een steeds belangrijkere energiebron vormen.

Samenvatting

In de kasteelt kunnen schades van 5% al grote financiële gevolgen hebben voor de ondernemer. Het optreden hittegolven hebben de grootste negatieve effecten op de kasteelt van toemaat. Dit vereist vergroting van de koelcapaciteit. Het optreden van warm en vochtig weer veroorzaakt vooral verhoging van de ziektedruk, met name door toename van schimmelziekten. Dit vraagt een intensievere bestrijding. Door de sterke technologische ontwikkeling in de glastuinbouwsector worden in de toekomst optimale klimaatbeheersingsystemen verwacht.

3.12 Artisjok

Algemeen

De artisjok behoort tot de familie van de Compositae en afkomstig uit het gebied rond de Middellandse Zee. Italië is verantwoordelijk voor 2/3 van de wereldproductie, gevolgd door Frankrijk, Spanje en de VS. In Nederland is nauwelijks ervaring met het telen van artisjok.

Deze distelachtige plant is een meerjarige plant (hoewel ook wel eenjarige hybriden worden geteeld) en wordt 5-10 jaar geteeld. De bloemknop van de plant wordt als groente gegeten en bevat veel vitamine A1, B1, B2 en C.

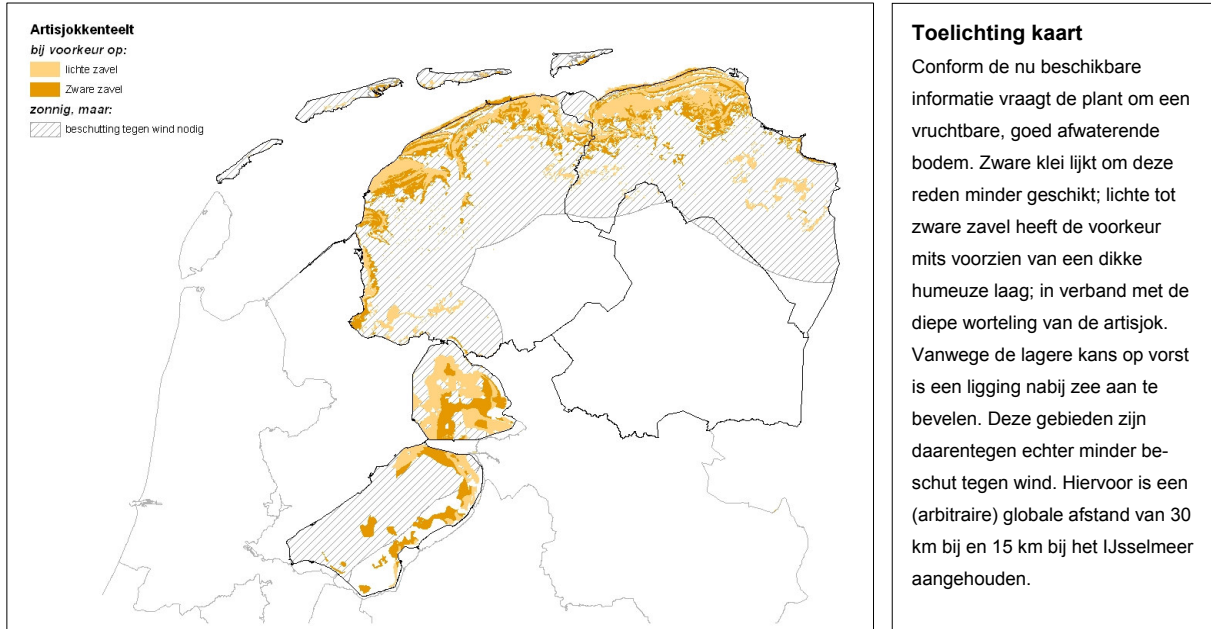


Fig. 3.20 Beperkt-geschikte potentiële teeltgebieden voor artisjok³

Gewassenmerken²

- Inzaai: februari – maart (onder glas), minimale temperatuur van 20°C is vereist
- Oogst: juli - oktober
- Vruchtbare, goed afwaterende grond is een voorwaarde voor de productie van voldoende bloemkoppen
- De beste standplaats is een zonnige, beschutte plek
- De plant wortelt diep, draagt grote bloemkoppen en heeft zilvergrijze, diep ingesneden bladeren
- De oogst bestaat uit een bloemknop van de 1,20 tot 1,80 meter hoge distelachtige plant
- Voorafgaand aan het nieuwe groeiseizoen wordt de plant tot vlak boven de grond teruggesnoeid.
- De plant is weliswaar winterhard, maar gevoelig voor vorst (niet < -5°C). Afdekken met stro is daarom nodig. De plant kan ook eventueel worden uitgegraven en vorstvrij opgeslagen.
- Artisjok is erg gevoelig voor virussen

Klimaatfactoren, impact op gewas en schade

Tabel 3.41 Klimaatfactoren en de impact op teelt van artisjok

Klimaatfactor	Periode	Impact op gewas	Schade	Indicatie schade
Zachte winter	jan. - maart	Onvoldoende vernalisatie; daardoor onvoldoende bloei-inductie	onbekend	-
Aanhoudend nat weer	mei - okt.	Toename schimmelziekten; toename aantasting door naaktslakken	onbekend	-
Aanhoudende hittegolven	juli - okt.	Verlies kwaliteit en eetbaarheid	onbekend	-
Matige vorst	nov. - mrt.	Bevriezing wortelstokken	onbekend	-

Beschrijving van drie tijdvensters voor de teelt van artisjok

Huidige situatie

In Tabel 3.42 is per klimaatfactor per maand aangegeven hoe vaak deze voorkomt in een periode van 30 jaar. In de tabel zijn alleen die klimaatsfactoren meegenomen waarvoor artisjok gevoelig is, evenals de perioden waarin het gewas gevoelig is.

Tabel 3.42 Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investeringskosten (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Warm voorjaar	11	11	11										nb	nb
Aanhoudend nat					5	8	7	5	4	5			nb	nb
Aanhoudende hitte							2	6	0	0			nb	nb
Matige vorst	174	152	37								29	121	nb	nb

¹⁾ zie Tabel 3.41 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas
²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)
³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)
 nb: niet bepaald vanwege onvoldoende gegevens

Situatie 2040

In Tabel 3.43 is de verandering in 2040 ten opzichte van het huidige klimaat weergegeven. Opvallend is de toename van warme voorjaren en aanhoudende hitte in de zomerperiode.

Er is een periode van vernalisatie nodig: er zijn minimaal 1300 uren van temperaturen onder 10 graden nodig zijn voor goede bloemzetting. Te warme winters kunnen dus een bedreiging vormen. Het is echter niet aan te geven hoe groot de schade van warme winters is. Bij langdurige hitte gaat de kwaliteit (d.w.z. de eetbaarheid van de bloemknoppen) achteruit. Het is niet bekend bij welke temperaturen de eerste schade optreedt.

Tabel 3.43 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2026-2055 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's en weergave indicatieve kostenaspecten.

	Maand																Beheerkos- ten (k€/ha) ²⁾	Investing (k€/ha) ³⁾							
Klimaatfactor ¹⁾	J		F		M		A	M		J	J		A	S	O	N			D						
Warm voorjaar	+5	+11	+5	+11	+5	+11												nb	nb						
Aanhoudend nat								-2	-2	-2	-4	-2	-5	-4	-3	0	-1	-1	-2	nb	nb				
Aanhoud. hitte												+2	+12	+7	+12	+1	+3	0	0		nb	nb			
Matige vorst	-31	-63	-30	-64	-17	-24														-13	-25	-35	-59	nb	nb

¹⁾ zie Tabel 3.41 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Klimaatrisico teelt van artisiok

nb: niet bepaald vanwege onvoldoende gegevens

Klimaatrisico teelt van artisjok nb: niet bepaald vanwege onvoldoende gegevens

Louter op basis van het vaker voorkomen zijn de volgende klimaatfactoren mogelijk een risico voor de teelt van artisjok:

- Warm voorjaar
- Aanhoudende hitte in de periode juli - oktober

Maatregelen

In Tabel 3.44 zijn de mogelijke adaptatiemaatregelen voor de teelt van artisjok weergegeven.

Tabel 3.44 Adaptatiemaatregelen ten behoeve van de meest risicovolle klimaatfactoren in 2040

	Niveau	Indicatieve kosten	
		Investerings (k€/ha)	Jaarlijks (k€/ha)
Zachte winter - Onvoldoende vernalisatie (jan - maart)			
Ras ontwikkelen en telen dat minder koude dagen nodig heeft	Sector/gewas	nb	nb
Toepassen middelen om bloemzetting te bevorderen	Gewas	nb	nb
Vroeg planten	Gewas	nb	nb
Aanhoudende hitte - Verlies kwaliteit en eetbaarheid (juli – okt.)			
-	-	-	-
Opmerkingen: <i>nb: niet bekend vanwege bv. onvoldoende gegevens, de maatregel bevindt zich in een onderzoekstadium of moet nog ontwikkeld worden</i>			

De impact van zachte winter (onvoldoende vernalisatie) kan waarschijnlijk met enkele maatregelen worden beperkt. Bescherming van de teelt tegen hitte lijkt niet mogelijk. De vraag is echter bij welke temperaturen daadwerkelijk de eerste schade optreedt en of maatregelen noodzakelijk zullen zijn.

Situatie 2100

In vergelijking met 2040 zal het aantal zachte winters mogelijk toenemen. Hierdoor kunnen mogelijk meer problemen optreden bij de vernalisatie. Echter, door toenemende temperaturen heeft dit gewas meer kansen om in Nederland een concurrerend product te worden.

Positieve gevolgen klimaatverandering

Er is een afname van aanhoudend nat weer in de periode mei - oktober te verwachten waardoor mogelijk een afname plaatsvindt van schimmelziekten en aantasting door naaktslakken. Tevens neemt de kans op matige vorst af.

De plant is redelijk zouttolerant en droogtetolerant. Verzilting en droogte zullen daarom waarschijnlijk weinig nadelige effecten hebben op de teelt. Dit maakt artisjok tot een kansrijk alternatief voor andere wel gevoelige gewassen.

Samenvatting

Noord-Nederland beschikt over vruchtbare, goed afwaterende grond welke een voorwaarde is voor de productie artisjokken. De plant is weliswaar winterhard, maar gevoelig voor vorst. Afdekken met stro is daarom nodig. Het gewas is erg gevoelig voor virussen.

De plant is redelijk zouttolerant en droogtetolerant. Verzilting en droogte zullen daarom waarschijnlijk weinig nadelige effecten hebben op de teelt. Dit maakt artisjok tot een enigszins kansrijk alternatief voor andere wel gevoelige gewassen.

3.13 Zonnebloem

Algemeen

De zonnebloem behoort in principe tot de familie van de composieten en is een éénjarige plant. Uit de zaden van de zonnebloem wordt de zonnebloemolie geperst en kan worden gerekend tot één van de belangrijkste leveranciers van plantaardige olie. De olie kan zowel voor menselijke consumptie worden gebruikt als ook als grondstof voor biobrandstof. Verder is de plant ook te gebruiken als snijbloem of ruwvoer.

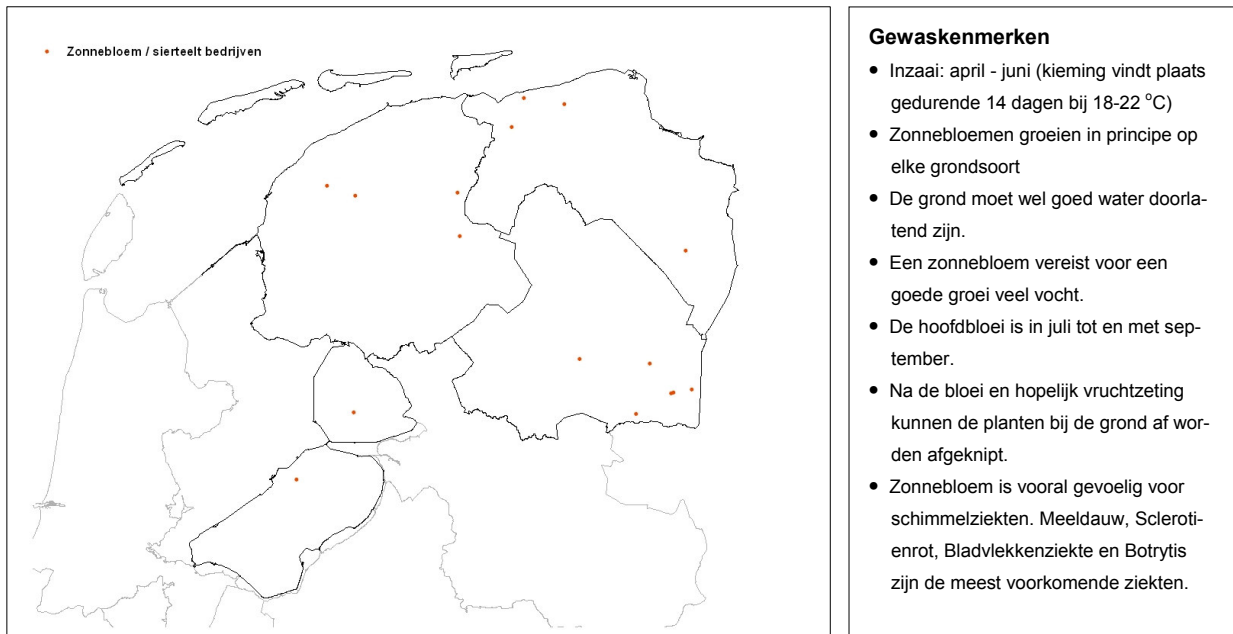


Fig. 3.21 Verspreidingsgebied sierteelt van zonnebloemen in Noord-Nederland en enkele teeltkenmerken³

Klimaatfactoren, impact op gewas en schade

Tabel 3.45 Klimaatfactoren en de impact op teelt van zonnebloemen

Klimaatfactor	Periode	Impact op gewas	Schade	Indicatie schade
Aanhoudend nat weer	mei - sept.	Toename schimmelziekten	onbekend	-
Hagel, zware regenval	aug. - sept.	Knakken van bloemstelen, waardoor productieverlies optreedt.	onbekend	-

Beschrijving van drie tijdvensters voor de teelt van zonnebloem

Huidige situatie

In Tabel 3.46 is per klimaatfactor per maand aangegeven hoe vaak deze voorkomt in een periode van 30 jaar. In de tabel zijn alleen die klimaatsfactoren meegenomen waarvoor de zonnebloem gevoelig is, evenals de perioden waarin de zonnebloem gevoelig is.

Tabel 3.46 Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 en weergave indicatieve kostenaspecten.

	Maand											Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investering (k€/ha) ³⁾	
Klimaatfactor ¹⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N			D
Aanhoudend nat					5	8	7	5	4				nb	nb
Hagel (regenval)								7	9				nb	nb

¹⁾ zie Tabel 3.45 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

nb: niet bepaald vanwege onvoldoende gegevens

Situatie 2040

Zaaien in een waterverzadigde grond of een aanhoudende periode koel en nat weer hebben een negatief effect vanwege een sterke ontwikkeling van valse meeldauw. Langstelige zonnebloemen zijn 'knak'-gevoelig. Hevige hagel en zware regenval kan het knakken van bloemen veroorzaken en daardoor productieverlies opleveren.

Tabel 3.47 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2026-2055 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's en weergave indicatieve kostenaspecten.

	Maand														Beheerkos- ten (k€/ha) ²⁾	Investering (k€/ha) ³⁾										
Klimaatfactor ²⁾	J		F		M		A		M	J		J		A		S		O		N		D				
Aanhoudend nat								-2	-2	-2	-4	-2	-5	-4	-3	0	-1								nb	nb
Hagel (regenval)														0	+1	0	+1								nb	nb

¹⁾ zie Tabel 3.45 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

nb: niet bepaald vanwege onvoldoende gegevens

	Klimaatrisico teelt van zonnebloemen
--	--------------------------------------

Er kleven geen directe klimaatrisico's aan de teelt van zonnebloemen. Mogelijk dat hagel aandacht vraagt. Het gewas kan mogelijk tegen hagel worden beschermd door de inzet van een hagelkanon. Over de effectiviteit hiervan verschillen de meningen⁴⁶. Daarnaast kan een teler zich mogelijk gaan verzekeren tegen hagelschade.



Fig. 3.22 Hagelschade bij zonnebloementeelt in het buitenland⁶⁶.

Situatie 2100

Richting 2100 vindt er een verdere afname plaats van aanhoudend nat weer in de periode maart - september. De kans op hagel is vergelijkbaar met de situatie in 2040.

Positieve gevolgen klimaatverandering

Zonnebloem is bestand tegen hitte, droogte en ook redelijk zouttolerant. Hierdoor is het een kansrijk alternatief voor andere wel gevoelige gewassen.

Daarnaast is zonnebloem ook geschikt voor terreinen die af en toe onderlopen omdat de plant positief reageert op een grote hydrodynamiek van de bodem.

Samenvatting

Er kleven geen directe klimaatrisico's aan de teelt van zonnebloemen. Mogelijk dat hagel een probleem is. Zonnebloem is bestand tegen hitte, droogte en ook redelijk zouttolerant. Hierdoor is het een kansrijk alternatief voor andere wel gevoelige gewassen. Zonnebloemen groeien in principe op elke grondsoort (welke goed doorlatend moet zijn). De groei van zonnebloemen vereist een goede vochtvoorziening.

3.14 Druif

Algemeen

Druiven zijn als gewas pas relatief recent naar Nederland gekomen. Beperkende factor was altijd de intensiteit en frequentie van de vorstperiodes. Nu nemen de vorstperiodes af, er zijn meer koude tolerante soorten met een korter groeiseizoen ontwikkeld, en er zijn adaptatiemaatregelen zoals beneveling mogelijk.

De meeste druiventelers hebben verschillende druivenrassen, waardoor de druivenoogst wat meer verspreid kan plaatsvinden in de tijd en ook risicospreiding t.o.v. weersomstandigheden wordt bereikt. In Nederland zijn vooral de rassen Regent en Merzling interessant vanwege bepaalde meeldauw resistentie, een kort groeiseizoen en goede smaak.

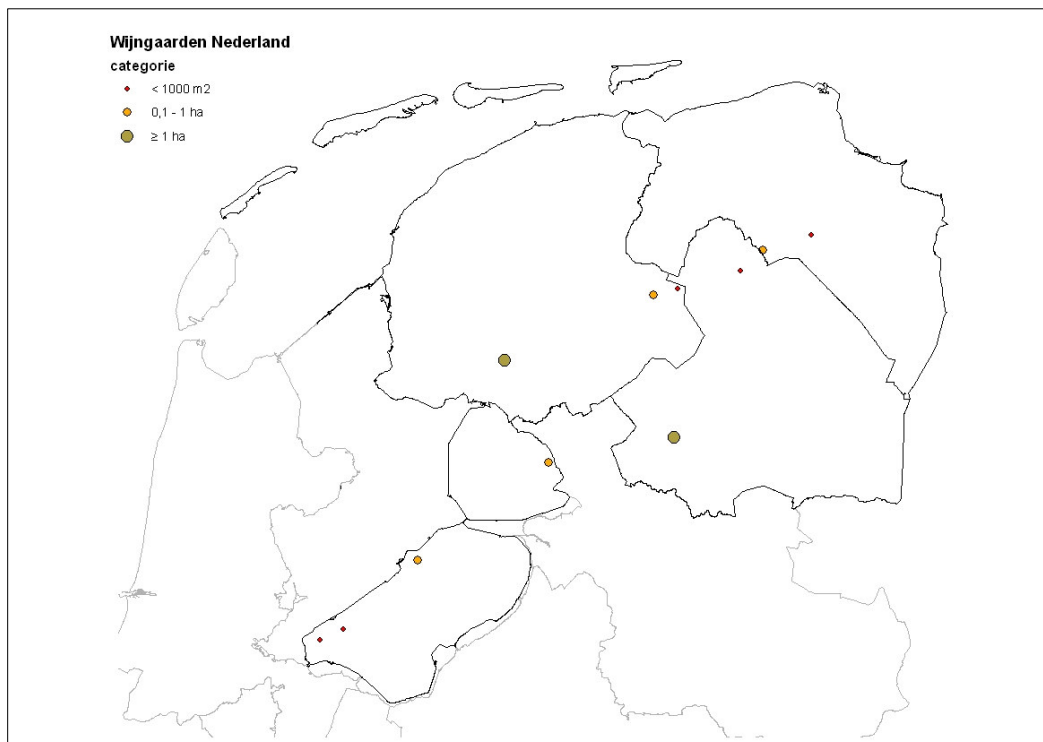


Fig. 3.23 Wijngaarden in Noord-Nederland³.

Gewassenmerken³

- Druiven worden in het eerste jaar als kleine enten geplant en vanaf het tweede jaar kan daarvan geoogst worden.
- Oogst: eerste helft oktober (ras afhankelijk, vroeg rijpende soort kan half september geoogst worden).
Als de gemiddelde temperatuur onder de 12 graden komt moeten de druiven geoogst worden.
- Druivenplanten worden om de 20 à 30 jaren gerooid en opnieuw aangeplant. Deze nieuwe planten zijn het gevoeligste voor vorst in de winter.
- Meeldauw is voor druif de grootste plaag, maar dit wordt bijna volledig voorkomen door het meervoudig besproeien van de druiven. Verder doen vogels zoals merels en lijster zich graag tegoed aan de druiven. De druiven zijn gevoelig voor neerslag, zowel in de vorm van regen (bevruchting wordt bemoeilijkt, oogstrijpe druiven kunnen opzwellen en open barsten) als in de vorm van hagel (zowel scheuten, bloemen en druiven zijn kwetsbaar voor hagel).
- Druiventeelt kan op alle soorten gronden, behalve op hele zware klei en veengronden. De bodem moet goed waterdoorlatend zijn, zonder ondoorlaatbare lagen. Druiven planten hebben diepe wortels (tot 1,80 m diep).
- De teelt vraagt veel zon en er mag weinig vochtigheid blijven hangen (wind moet er doorheen kunnen).
- De voorkeur gaat uit naar hellingen van minder dan 15%.

Klimaatfactoren, impact op gewas en schade**Tabel 3.48 Klimaatfactoren en de impact op druiventeelt**

Klimaatfactor	Periode	Impact op gewas	Schade	Indicatie schade
Zeer strenge vorst	nov. - jan.	Plant gaat dood	0 - 100%	tot €50.000 per ha
Nachtvorst	april - mei	Hoofdscheuten (waar de trossen op komen) sterven.	0 - 100%	tot €50.000 per ha
Warm en nat	juni	Meeldauw schade	10 - 90%	tot €45.000 per ha
Zeer warm en droog	juli - aug.	Druiven rijpen versnelt af, maar met eerder oogsten vind geen oogstreductie plaats	0 - 10%	tot €5.000 per ha
Aanhouden nat weer (in bloeiperiode)	juni	Bevruchting wordt belemmerd. Oogstreductie is rasafhankelijk.	50 - 80%	tot €40.000 per ha
Hagel (zware buien)	april - sept.	Druif wordt steeds gevoeliger voor hagel naarmate de druiven rijper zijn en ook de bloemen zijn kwetsbaar voor hagel. (Bij hele extreme hagel in het kunnen zelfs de scheuten beschadigen).	10 - 90%	tot €45.000 per ha
Natte oogstperiode	sept.	Druiven zwellen open barsten, waarna Trosrot (Botritus) begint	0 - 50%	tot €25.000 per ha

Beschrijving van drie tijdvensters voor de teelt van druiven (wijnbouw)

Huidige situatie

In Tabel 3.49 is per klimaatfactor per maand aangegeven hoe vaak deze voorkomt in een periode van 30 jaar. In de tabel zijn alleen de klimaatsfactoren waarvoor het gewas gevoelig is en de tijden meegenomen waarop het gewas voor deze klimaatsfactor gevoelig is. Meest voorkomend is nachtvorst in het vroege voorjaar met forse schade. Ook hagelbuien zijn een risico, het hele groeiseizoen door.

Tabel 3.49 Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investeringskosten (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Zeere strege vorst	2										0	0	3 - 4	50 - 55
Nachtvorst				65	2								45 - 55	700 - 800
Warm en nat						8							10 - 15	150 - 200
Warm en droog							3	4					1 - 2	15 - 20
Natte bloeiperiode						9							10 - 15	150 - 200
Hagel (buien)				1	4	4	7	7	9				40 - 50	700 - 800
Natte oogstperiode									2				1 - 2	20 - 30

¹⁾ zie Tabel 3.48 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Situatie 2040

In Tabel 3.50 is de verandering in 2040 ten opzichte van het huidige klimaat weergegeven. Meest opvallend is de afname van het voorkomen van nachtvorst in het voorjaar. Dat betekent dat een van de grootste schadeposten voor druiventeeft aanzienlijk vermindert en de teelt van druiven dus aantrekkelijker wordt. Warm en nat weer in juni komt iets vaker voor en daardoor ook de kans op meeldauw. Er is wel een toename van zeer warme en droge perioden maar dat hoeft niet nadelig uit te pakken voor de druiven. Druiven worden nu in Mediterrane landen veelvuldig geteeld, waar warme droge periodes overheersen. De kans op hagel verandert niet noemenswaardig.

Tabel 3.50 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2026-2055 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's en weergave indicatieve kostenaspecten.

	Maand														Beheerkos- ten (k€/ha) ²⁾	Investering (k€/ha) ³⁾
Klimaatfactor ¹⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D				
Zeer strenge vorst	-1	-2									0	0	0	0	-	-
Nachtvorst				-34	-51	-2	-2								-	-
Warm en nat							+3	+6							15 - 25	300 - 400
Warm en droog								+4	+9	+9	+14				3 - 5	60 - 100
Natte bloeiperiode							+1	-2							-	-
Hagel (buien)					+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	0	+1	40 - 50	800 - 900
Natte oogstper.										0	-1				-	-

¹⁾ zie Tabel 3.48 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Klimaatarisico druiventeeft

Vanwege het veelvuldig optreden van de klimaatfactoren en de mogelijke schade die hierdoor wordt veroorzaakt, zijn de mogelijke klimaatrisico's voor de situatie in 2040 voor druiventeelt:

- Warm en nat in juni (meeldauw)
- Zeer warm en droog in juli - augustus
- Hagel in de periode april - september

Maatregelen

In Tabel 3.51 zijn de mogelijke adaptatiemaatregelen voor de wijnbouw weergegeven.

Tabel 3.51 Adaptatiemaatregelen ten behoeve van de meest risicovolle klimaatfactoren in 2040

Tab. 6.1: Adaptatiemaatregelen ten behoeve van de meest kwetsbare klimaatfactoren in 2040			
	Niveau	Indicatieve kosten	
		Investering (k€/ha)	Jaarlijks (k€/ha)
Warm en nat – Meeldauw (juni)			
Afgevallen druivenbladeren goed opruimen en afgebladderde schors opruimen	Gewas	-	0 - 1
Zorg voor een luchtig gewas dat snel kan opdrogen (overtollige scheuten en okselscheuten wegbreken)	Gewas	-	0 - 1
Preventieve bespuitingen met schimmelwerende producten	Gewas	-	1 - 2
Kiezen bij het planten voor ziekte-tolerante (meeldauw) rassen	Gewas	-	nb
Alternatieve bestrijdingsmiddelen tegen meeldauw ontwikkelen (bv. melk, wei en een product van canolla-olie)	Sector	nb	-
Resistent ras ontwikkelen	Sector	1.000 – 10.000 ^{*)}	
Zeer warm en droog – Versnelde afrijping (juli - aug.)			
Eerder oogsten	Gewas	-	nihil
Hagel – Hagelschade druif en scheuten (april - sept.)			
Gewas overkappen	Gewas/bedrijf	65 - 70	0 - 1
Hagelkanon	Bedrijf	40 ^{*)}	-
Middelen spuiten om schade te beperken of herstellen	Gewas	nb	nb
Hagelverzekering	Sector	nb	nb
Opmerkingen:			
^{*) Kosten zijn niet per hectare uit te drukken}			
nb: niet bekend vanwege bv. onvoldoende gegevens, de maatregel bevindt zich in een onderzoekstadium of moet nog ontwikkeld worden			

Er zijn verschillende maatregelen om de kans op meeldauw te beperken. Daarnaast is door toepassing van schimmelwerende middelen in de huidige situatie de schade vrijwel geheel te voorkomen (is eveneens de huidige praktijk).

Ondanks de aanplant van resistente druivenrassen op de biologische bedrijven is de ziekte valse meeldauw het grootste knelpunt voor de biologische teelt. In het buitenland is veel onderzoek uitgevoerd naar biologie en bestrijdingsmogelijkheden voor valse meeldauw in druif, ook voor de biologische teelt. Dit blijkt zeer complex. De laatste jaren zijn er een aantal nieuwe inzichten over de biologie van deze ziekte ontstaan. Het is bekend dat teelttechnische handelingen invloed hebben op het optreden en het verloop van de ziekte. En er is een relatie met rassen, bodem en teeltmaatregelen. Voor de bestrijding van valse meeldauw zijn in Nederland geen middelen toegelaten die toepasbaar zijn in de biologische druiventeelt⁶⁷.

Mogelijk dat de sector zich moet richten op alternatieve bestrijdingsmiddelen en resistente rassen. Aan de Universiteit van Adelaide is onderzoek verricht naar alternatieve bestrijdingsmiddelen tegen meeldauw. Melk, wei en een product van canolla-olie leverden resultaten vergelijkbaar met de bestrijdingsmiddelen die nu toegepast worden⁶⁸.

In een onderzoek zijn genen ontdekt die plant vatbaar maakt voor valse meeldauw. De mogelijke toepassing voor verkrijgen van meeldauw resistente gewassen door (twee) genen is vastgelegd in patenten⁶⁹.

Zeer warm en droog weer in de zomer is geen probleem aangezien eerder oogsten een maatregel is die een druiventeler kan nemen.

Het gewas kan tegen hagel worden beschermd door het aanbrengen van een overkapconstructie of de inzet van een hagelkanon. Over de effectiviteit van een hagelkanon verschillen de meningen⁴⁶. Mogelijk dat er middelen ontwikkeld moeten worden die schade als gevolg van hagel kan herstellen.

Situatie 2100

De trend die ingezet is in 2040 zet door: vorst verdwijnt nagenoeg, en de warme droge periodes komen vaker voor. De omstandigheden voor druiven verbeteren dus. Er is een lichte toename van de kans op hagel. In het W+ scenario neemt de kans op aanhoudend nat weer in de bloei-periode aanzienlijk af met positieve effecten op de bevruchting.

Positieve gevolgen klimaatverandering

Als gevolg van veranderend klimaat zal de kans op nachtvorst in het voorjaar afnemen. Dat betekent dat een van de grootste schadeposten voor druiventeelt aanzienlijk vermindert en de teelt van druiven dus aantrekkelijker wordt. Richting 2100 neemt in het W+ scenario de kans op aanhoudend nat weer in de bloei-periode aanzienlijk af welke positieve effecten op de bevruchting geeft.

Samenvatting

Bij de druiventeelt zal de ziekte meeldauw het meeste aandacht vergen. Vanwege de afname van de kans op nachtvorst wordt de teelt van druiven aantrekkelijker. Belangrijke voorwaarden voor de druiventeelt zijn een goed doorlatende bodem (geen zware klei en veen), veel zonuren en er mag weinig vochtigheid blijven hangen (wind moet er doorheen kunnen).

3.15 Kers

Algemeen

Het gewas kers wordt verdeeld in twee botanische soorten: de zoete kers en de zure kers of morel. Van de zoete kers wordt de vrucht direct voor consumptie gebruikt. De vrucht van de zure kers wordt gebruikt voor industriële verwerking tot bijvoorbeeld sap of jam. Kersenteelt is in principe een buitenteelt. Een zoete kers op eigen wortel kan 15 m hoog worden, de zure kers blijft aanmerkelijk kleiner. De meeste kersenbomen worden echter geënt op een onderstam.

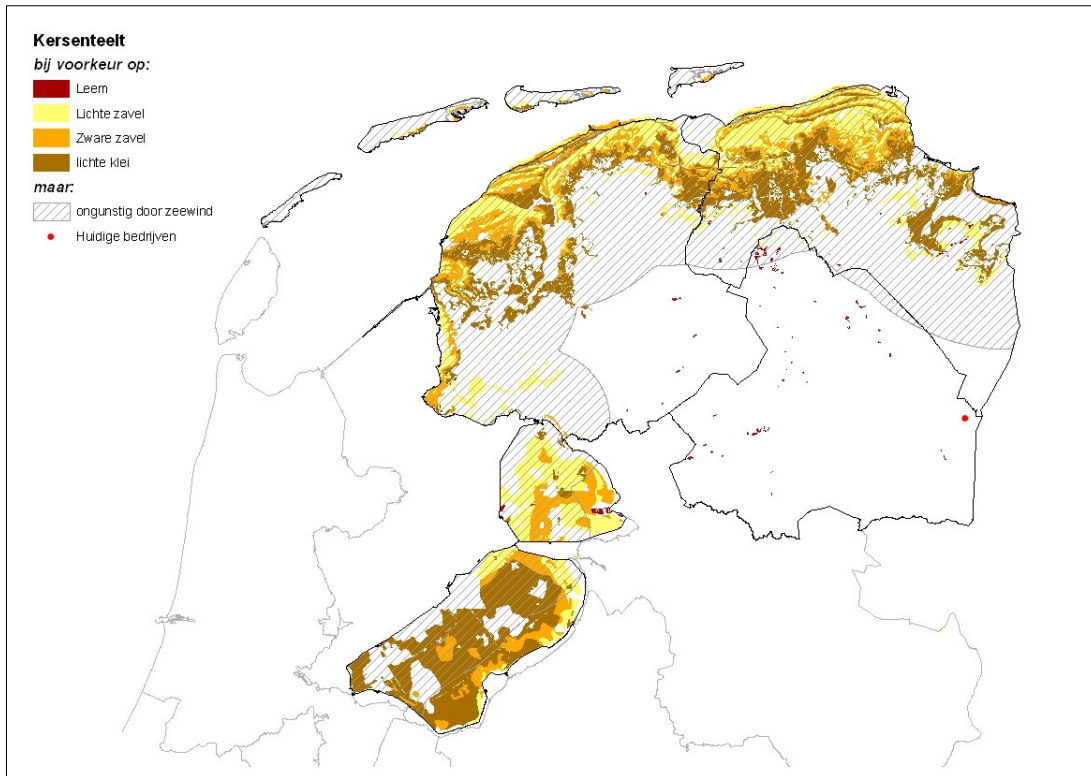


Fig. 3.24 Potentieel verspreidingsgebied van kersenteelt en de locatie van huidige bedrijven in Noord-Nederland³

Gewassenmerken³

- Areaal Nederland (2007): zoete kers: 331 ha, zure kers 336 ha
- Zoete kersen moeten op vochthoudende, diep doorwortelbare en lichte kleigrond groeien. Dit maakt het grootste deel van Noord Nederland (hoge zandgronden, slechte vochtvoorziening en schrale voedingsomstandigheden) ongeschikt voor deze teelt.
- De beste planttijd is november, maar later, tot eind februari kan ook, zolang het maar niet vriest.
- De meeste rassen zijn kruisbestuivers. Bestuiving speelt dus tijdens de bloei een belangrijke rol en luistert nauw. Dit vergt de aanwezigheid van veel bijen.
- Zoete kers is ook zeer windgevoelig, met name tijdens de bloeiperiode.
- De oogstperiode neemt 7 weken in beslag (de zogenaamde 'kersenweken'. Het moment van oogsten verschilt sterk per ras. Oogst van de vroege rassen begint de 2-de week van juni. De late rassen kunnen worden geoogst vanaf de 2-de week van juli.
- Kersen zijn gevoelig voor barsten. In een natte periode van langdurige regen, zuigt een kers zich vol met water waardoor het risico van openbarsten kan optreden.
- De kers is gevoelig voor een aantal ziekten:
 - Aantasting door schimmels, bacteriën, virussen
 - Gomziekte
 - De kersenvlieg

Klimaatfactoren, impact op gewas en schade**Tabel 3.52 Klimaatfactoren en de impact op kersenteelt**

Klimaatfactor	Periode	Impact op gewas	Schade	Indicatie schade
Zware buien	juli - aug.	Zwellen vruchten door wateropname, gevolgd door openbarsten en aantasting door schimmel	80%	tot €35.000 per ha
Aanhoudend nat weer	juni - aug.	Spuiten tegen schimmels en bacteriën gecombineerd met toevoeging voedingsstoffen is niet mogelijk (vanwege verspreiden van ziekten) waardoor oogst verloren gaat	0 - 80%	tot €35.000 per ha
Zachte winter	jan - maart.	Vervroeging bloei waardoor effectieve bestuiving vermindert	20 - 40%	tot €20.000 per ha
Warm voorjaar	april - mei	Plagen (met name kersenvlieg) komen uit de grond	20 - 40%	tot €20.000 per ha
(late) vorst	maart - april	Bloemen die volop in bloei zijn bevroren, productie neemt sterk af	40 - 80%	tot €35.000 per ha
Intensieve regenbui (hagel)	juli – aug.	Vruchten beschadigen, gevolgd door schimmelinfecties. Bomen beschadigen en moeten gerooid worden.	50 - 100%	tot €45.000 per ha

Beschrijving van drie tijdvensters voor de kersenteelt

Huidige situatie

In Tabel 3.55 is per klimaatfactor per maand aangegeven hoe vaak deze voorkomt in een periode van 30 jaar.

Tabel 3.53 Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 ⁷ en weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investeringskosten (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Zware buien							0	1					1 - 1,5	15 - 20
Aanhoudend nat						8	7	5					20 - 30	300 - 400
Zachte winter	4	4	4										5 - 10	110 - 120
Warm voorjaar				2	8								5 - 10	90 - 100
(late) vorst			1	0									1 - 1,5	15 - 20
Hagel							7	7					20 - 25	300 - 350

¹⁾ zie Tabel 3.52 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Situatie 2040

In Tabel 3.54 is de verandering in 2040 ten opzichte van het huidige klimaat weergegeven. Meest opvallend is de afname van aanhoudend nat weer, waardoor de omstandigheden voor het spuiten gunstiger worden. Er vindt een toename plaats van zachte winters en een warm voorjaar waardoor problemen met de bestuiving kunnen ontstaan en plagen (kersenvlieg) een groter probleem worden. Tevens neemt de kans op hagel iets toe.

Tabel 3.54 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2026-2055 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's weergave indicatieve kostenaspecten.

Klimaatfactor ¹⁾	Maand												Beheerkosten (k€/ha) ²⁾	Investeringskosten (k€/ha) ³⁾
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Zware buien							0	0	+1	+1			2 - 3	40 - 50
Aanhoudend nat						-2	-4	-2	-5	-4	-3		-	-
Zachte winter	+5	+11	+5	+11	+5	+11							15 - 20	300 - 400
Warm voorjaar					0	-2	+9	+12					10 - 15	200 - 250
(late) vorst			-1	-1	0	0							-	-
Hagel							+1	+1	0	+1			20 - 25	400 - 500

¹⁾ zie Tabel 3.52 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

²⁾ Indicatie van de maximale jaarlijkse beheerkosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

³⁾ Indicatie van de maximale eenmalige investeringskosten in Euro x 1.000 per hectare (zie bijlage 3 voor achtergrond en uitgangspunten berekening)

Klimaatrisico kersenteelt

Vanwege het veelvuldig optreden van de klimaatfactoren en de mogelijke schade die hierdoor wordt veroorzaakt, zijn de mogelijke klimaatrisico's voor de situatie in 2040 voor de kersenteelt:

- Zachte winter
- Warm voorjaar
- Hagel

Maatregelen

In Tabel 3.55 zijn de mogelijke adaptatiemaatregelen voor de kersenteelt weergegeven.

Tabel 3.55 Adaptatiemaatregelen ten behoeve van de meest risicovolle klimaatfactoren in 2040

	Niveau	Indicatieve kosten	
		Investering (k€/ha)	Jaarlijks (k€/ha)
Zachte winter – Vervroeging bloei (jan. - maart)			
Inzetten van extra bijen	Gewas	-	0,1 - 0,3 ¹⁾
Inzetten van hommels	Gewas	-	0,3 - 0,8 ²⁾
Inzetten van extra stuifmeel (bv. BeeBooster)	Gewas	-	0,1 - 1
Warm voorjaar – Plagen (o.a. kersenvlieg) (april - mei)			
Chemische bestrijding	Gewas	-	0 - 1
Kleurenvallen (bv. gele plasticstroken met lijm)	Gewas	-	0 - 1
Zoeken en toepassen natuurlijke vijanden	Sector/bedrijf	-	nb
Hagel – Vruchten en bomen beschadigen (juli - aug.)			
Overkappen gewas	Bedrijf	65	0 - 1
Hagelkanon	Bedrijf	40 ³⁾	-
Middelen spuiten om schade te beperken of herstellen	Gewas	nb	nb
Opmerkingen:			
¹⁾ 2 tot 6 bijenvolken per ha (huur voor een periode van 3 weken)			
²⁾ 2 tot 6 volken per ha (koop)			
³⁾ Kosten zijn niet per hectare uit te drukken			
nb: niet bekend vanwege bv. onvoldoende gegevens, de maatregel bevindt zich in een onderzoekstadium of moet nog ontwikkeld worden			

Een warm voorjaar heeft vervroeging van de bloei tot gevolg. Hierdoor zal de bestuiving door bijen (die niet vliegen bij lage nachttemperaturen) minder effectief worden en onder druk komen te staan. Inzet van hommels is dan noodzakelijk. Hommels vliegen bij lagere temperaturen. Echter, omdat er weinig hommels in een volk zitten, moeten meerdere volken worden ingezet. De kersenvlieg kan chemisch worden bestreden. Mogelijk zullen meer bestrijdingsmiddelen moeten worden ingezet. De sector kan mogelijk zoeken naar natuurlijke vijanden voor de bestrijding van de kersenvlieg en andere (mogelijke) plagen.

De kers kan tegen hagel beschermd worden door het gewas te overkappen. In een aantal nieuwe teeltsystemen wordt gebruik gemaakt van overkappingen. Hierin mag echter niet worden gespoten met gewasbeschermingsmiddelen, vanwege het risico op achterblijven van residu's. Mogelijk dat een hagelkanon kan worden ingezet. Over de effectiviteit van een hagelkanon verschillen de meningen ⁴⁶.



Fig. 3.25 Kersen onder een regendoek⁷⁰ (links) en aanbrengen van de overkapping⁷¹ (rechts).

Om de kers tegen de klimaatextremen te beschermen kan deze ook onder glas (in kassen) worden geteeld. Enkele knelpunten bij de teelt van kers onder glas zijn⁷²:

- In verband met allerlei factoren in de meerjarige teelt van kersen is het allerm minst zeker dat de beoogde productie altijd wordt gehaald;
- Vooral door die onzekerheid over de productie kan de teelt van kersen onder glas alleen uit in een afgeschreven kas;
- Zoals bij alle fruitgewassen onder glas is de beschikbaarheid van gewasbeschermingsmiddelen ook in de teelt van kersen een knelpunt.

Situatie 2100

Het is moeilijk te voorspellen hoe de ziektedruk zich ontwikkelt. Dit zal sterk samenhangen met de verhouding tussen het optreden van hagel, warmte en vochtigheid. Vooral de ontwikkeling van schimmelziekten zijn hiervan afhankelijk. Wellicht neemt de druk hiervan af. De ziektedruk door plagen, zoals de kersenvlieg neemt waarschijnlijk wel toe, omdat die zich steeds beter zullen kunnen handhaven door toename van de gemiddelde temperaturen.

Overige klimaatfactoren en maatregelen

Zachte winters hebben ook een effect op de bloeiinductie. Het is echter niet aan te geven of dit een negatief of een positief effect heeft. Door toenemende temperaturen en zachtere winters zal de ziektedruk toenemen door:

- Oprukken van nieuwe soorten uit het zuiden van zowel ziekten en plagen, zoals al aangegeven voor bv. de kersenvlieg;
- Versnelling van de reproductie van bacteriën door verkorting van de regeneratiecyclus bij temperatuursverhoging;
- Doorbreken van resistenties van gewassen voor bacterie-infecties door de hogere temperaturen.

Mogelijk moeten chemische of biologische gewasbeschermingsmiddelen worden ontwikkeld of geïntroduceerd. Daarnaast moeten mogelijk resistente rassen worden ontwikkeld.

Positieve gevolgen klimaatverandering

Door afname van aanhoudend nat weer in de periode juni - augustus worden de omstandigheden voor het spuiten gunstiger. Hierdoor is de kans op infecties kleiner. Door afname van de kans op late vorst zullen er minder problemen met bevrozingen komen.

Samenvatting

Zoete kersen moeten op vochthoudende, diep doorwortelbare en lichte kleigrond groeien. Dit maakt de hoge zandgrondgronden in Noord Nederland (slechte vochtvoorziening en schrale voedingsomstandigheden) ongeschikt voor deze teelt. Zoete kers is ook zeer windgevoelig, met name tijdens de bloeiperiode. Het gewas heeft daarom een beschut microklimaat nodig. De klei- en zavelgronden in Noord Nederland liggen relatief dicht bij zee, waar het te hard waait voor een kersenteelt.

Zachte winters, warm voorjaar en hagel zijn de mogelijke klimaatrisico's. Maatregelen lijken voorhanden om de schade te beperken of voorkomen.

Kersenteelt lijkt vooralsnog een weinig interessant gewas voor Noord-Nederland.

3.16 Riet

Algemeen

Riet is een lid van de grassenfamilie. Er zijn verschillende toepassingen voor het gebruik van het gewas riet. Een bekende toepassing is het gebruik van riet als dekbedekking. Een iets minder bekende toepassing is het gebruik van rietvelden als waterfilters, de zogenaamde helofyten filters. Verder bestaat er de mogelijkheid om riet te gebruiken als energiegewas. Hier bestaat echter nog geen commerciële toepassing voor, op dit moment wordt wel onderzocht of dit mogelijk is. Hier moet wel opgemerkt worden dat riet als energiegewas alleen geteeld kan worden als bijproduct van helofyten velden of van natuurbeheer. Uitsluitend als energiegewas is riet commercieel niet interessant genoeg.

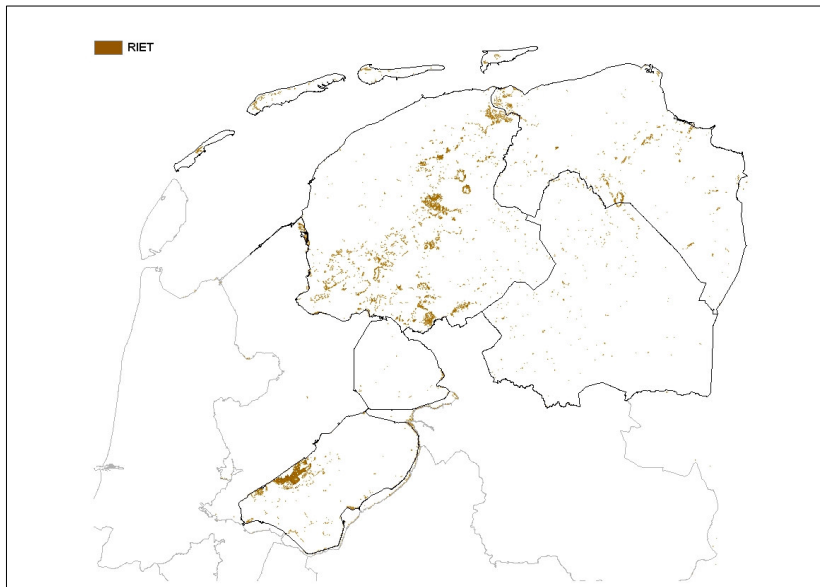


Fig. 3.26 Verspreidingsgebied van natuurlijk riet in Noord-Nederland³

Hagel kan behoorlijk veel bladschade veroorzaken maar deze schade is niet zo erg dat het riet zich niet meer kan herstellen. Er is niet veel bekend over ziekten plagen die te koppelen zijn aan het klimaat. Er is wel een *Pythium* soort die kan zorgen voor sterfte als het riet overstroomd. De plant kan in principe wel goed tegen overstromingen en door zijn groeiplaats in lage delen van het land (sloten, oevers, moerassen) en zijn groeiwijze (riet wortelt in waterverzadigde bodem) is er niet snel een gebrek aan water.

Een rietproductiebedrijf heeft een aantal producten en kapitaliseringsmogelijkheden⁷³:

- Productie van biomassa in de vorm van riet voor de ontwikkeling van duurzame energie/biobrandstof;
- Groene dienst in de vorm van (private) ontwikkeling en beheer van (wetland)natuur;
- Blauwe dienst in de vorm van (privaat) ontwikkelde ruimte voor waterberging.



Fig. 3.27 Rietteelt⁷³.

In Tabel 3.56 is een overzicht gegeven van de inkomsten (indicatie) van een rietproductiebedrijf met groene en blauwe diensten.

Tabel 3.56 Inschatting inkomsten rietproductiebedrijf met groene en blauwe diensten⁷³.

Inkomsten	Opbrengsten €/ha/jr
1. Biomassa. Inkomsten uit verkoop biomassa: uitgaande van €30 per ton; opbrengst 25 ton biomassa per ha	750
2. Natuur. Vergoeding realisatie wetlandnatuurdoelen, conform SAN Landschappakket Rietzoom en klein rietperceel, vaarland.	900
3. Waterberging. Waterberging in de rietlanden op polder- en/of boezemniveau. Uitgangspunt is dat de rietlanden 1 of meer keer per jaar beschikbaar zijn voor waterberging en voor een langere periode.	250 - 550
4. Waterzuivering. Natuurlijke zuivering van water door het zuiverende effect van riet (ook zonder gebruik kunstmest/bestrijdingsmiddelen) in gebieden waarvan de waterkwaliteit verbeterd moet worden.	300 - 500
Totale opbrengst biomassaproductie en maatschappelijke diensten	2.150 - 2.750

Ten aanzien van groene en blauwe diensten geldt dat voor rietproductie de beste mogelijkheden aanwezig zijn in⁷³:

- Veenweidegebieden met een sterke bodemdaling;
- Veenweidegebied met een natuurdoelstelling buiten de Ecologische Hoofdstructuur (EHS);
- Veenweidegebied met een tekort aan intern waterbergend vermogen en/of een tekort aan bergingscapaciteit in de boezem;
- Veenweidegebied met een slechte waterkwaliteit die niet voldoet aan de Kaderrichtlijn Water.

4 Veehouderij

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de twee onderzochte landbouwhuisdieren beschreven. De opbouw is als volgt.

Algemene informatie

Over beide veehouderijsystemen wordt algemene informatie (o.a. omvang) weergegeven.

Klimaatfactor en impact

Op basis van de studie van Wageningen Universiteit worden voor het desbetreffende landbouwhuisdieren de gevoelige klimaatfactoren weergegeven. Dit betreft de volgende informatie:

- Klimaatfactor: de klimaatgebeurtenis welke een bepaalde impact heeft op het landbouwhuisdier;
- Impact op landbouwhuisdier: het effect van het optreden van de klimaatfactor op het dier.

Voor de melkkoeien is eveneens aandacht geschonken aan impact van droogte en wateroverlast op grasland. Consequenties zijn kwalitatief beschreven.

Adaptatiemaatregelen

Om de effecten van de gevoelige klimaatfactoren te voorkomen of te beperken, kunnen adaptatiemaatregelen worden ingezet. De gepresenteerde maatregelen zijn gebaseerd op een verkennende literatuurstudie en afkomstig uit het achtergronddocument van Grontmij⁴. Economische consequenties zijn buiten beschouwing gelaten.

4.2 Melkkoeien

Algemeen

Melkveehouderij is de meest belangrijke vorm van veehouderij in Noord-Nederland. In de drie noordelijke provincies komen circa 5.500 melkveebedrijven voor, een kwart van het Nederlandse aantal. De veehouderijbedrijven in Noord-Nederland zijn in het algemeen wat extensiever dan in de rest van Nederland en hebben vaak meer gras dan elders in het land (m.u.v. de veenweidegebieden)³.

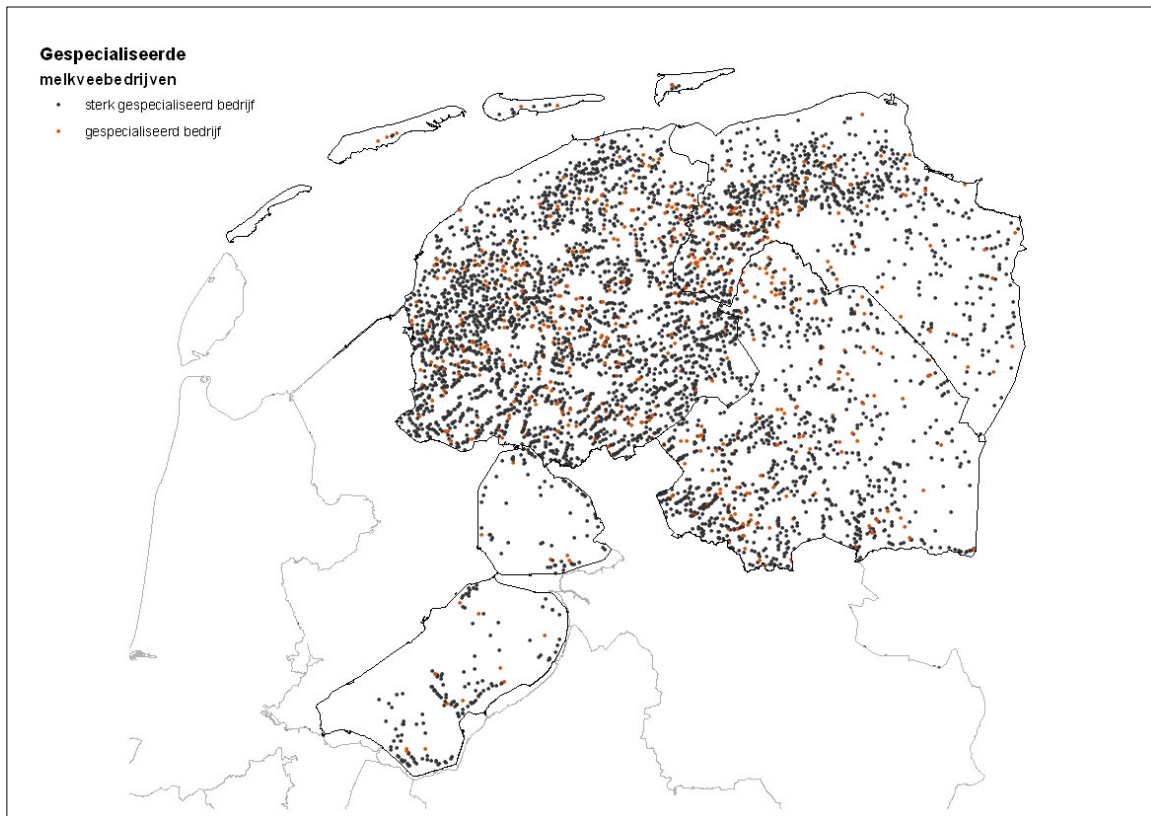


Fig. 4.1 Locaties van de melkveehouderij in Noord-Nederland³

Klimaatfactoren en impact op melkveehouderij

Tabel 4.1 Klimaatfactoren en impact op de melkveehouderij

Klimaatfactor	Impact op veehouderijsysteem
Hitte	Hittestress bij koeien leidt tot een lagere voeropname en daarmee tot een lagere melkproductie
Droogte	Het groeiseizoen begint eerder, maar in de loop van de zomer valt de groei stil. Veel hangt af van het vochtvasthoudend vermogen van de bodem.
Wateroverlast	• Leverbot • Vertrapping van de graszode • Vaker maaien onder ongunstige omstandigheden
Warmer weer	Veelvuldiger optreden maagdwormen
Zachtere winters	Hogere ziektedruk aan het begin van het seizoen

Adaptatiemaatregelen

Hittestress

Melkvee kan zich binnen (gehuist in stallen) of buiten (beweiding) bevinden. Om hittestress tijdens de beweiding te voorkomen kan de melkveehouder de volgende maatregel nemen:

- 's ochtends, 's avonds en 's nachts weiden en overdag in de stal houden

Om hittestress in de stal te voorkomen zijn de volgende maatregelen mogelijk:

- Staldak isoleren en voorzien van een reflectie-coating
- Optimaliseren van de stalventilatie (bv. door weglaten muren en plaatsing windscherm)
- Besproeien van het dak
- Toepassing van groendaken
- Bouwen van hoge stal (deze hebben minder snel last van opwarming)
- Directe evaporatieve koeling (nat maken van de koeien door sprinklers)
- Indirecte evaporatieve koeling. Koelen van de stallucht door:
 - Vernevelingsinstallatie
 - Pad & fan-systeem
- Koebezetting in stal verlagen (ruimer bouwen)
- Realiseren grote en schone waterbakken voorzien van voldoende koel water

Hittestress bij melkvee kan worden beïnvloed door aanpassing van de voeding. Als gevolg van hittestress is er een grotere kans op pensverzuring. Het energie op peil houden, zonder dat pensverzuring dreigt, kan door beschermde pensbestendige vetten in het rantsoen op te nemen. Tevens dient smakelijk ruwvoeder met makkelijk verteerbare celwanden te worden gevoerd. Voeder dient in kleine porties te worden toegediend, zodat het voer minder snel opwarmt. Tweehonderd gram natriumbicarbonaat bijvoeren is effectief maar een dure maatregel⁷⁴.



Fig. 4.2 Directe evaporatieve koeling in de stal⁷⁵ (links) en ventilatorunit in melkveestal⁷⁶ (rechts).

Door selectie- en kruisingsprogramma's kunnen meer hittetolerante rassen worden ontwikkeld. Bij rundvee blijkt de vachtkleur een bepalende factor te zijn voor de mate waarin warmtestress optreedt. Koeien met een overwegend zwarte vacht zullen warmtestress-gevoeliger zijn dan koeien met een overwegend witte vacht, waarbij er een relatie bestaat tussen vachtkleur en de hoeveelheid warmte die uit de zonnestraling wordt geabsorbeerd. Aangezien vachtkleur bovendien erfelijk is, kan hier mogelijk op worden geselecteerd⁷⁷. Of kruisingen met Zeburassen uit de tropen en subtropen een voldoende productiviteit garanderen is twijfelachtig⁷⁷.

Droogte

De maatregelen om de impact van droogte te beperken of voorkomen zijn weergegeven in §3.10 (gras). In bijlage 4 zijn eveneens maatregelen weergegeven om schade door droogteschade vanuit de bodem te beperken.

Wateroverlast

Wateroverlast in grasland heeft verschillende negatieve effecten. Voor de verschillende effecten worden de mogelijke adaptatiemaatregelen weergegeven.

- Leverbot (dierziekte)

Natte omstandigheden dienen te worden voorkomen. Preventieve maatregelen die de melkveehouder kan nemen zijn het optimaliseren van de ontwatering door het creëren en behouden van een goede bodemstructuur (vermijden van verdichtingen, behoud en stimuleren bodemleven) en door voldoende te draineren. Tevens kan het perceel bol worden gelegd.

Een andere preventieve maatregel is om koeien te beschermen tegen leverbot door ze af te zonderen van de plaatsen waar de slakken zeer goed gedijen en veel besmettelijke cysten kunnen zijn. Dit kan door bijvoorbeeld in de weiden drinkbakken te installeren en door met weideafsluitingen te vermijden dat de dieren in poelen, grachten, sloten of beken kunnen gaan drinken⁷⁸. Daarnaast kan de veehouder er voor zorgen dat de koeien niet in contact komen met de op natte weiden aanwezige slakkenpopulatie en besmettelijke cysten door deze weiden te maaien en door het gras te oogsten.

De bestrijding en de behandeling met geneesmiddelen door een veearts is een curatieve maatregel die een veehouder kan nemen.

- Vertrapping van de graszode

Schade als gevolg van vertrapping zal met name optreden op de klei- en veengronden. Om schade te voorkomen dient de ontwatering te worden geoptimaliseerd. Dit kan worden gerealiseerd door een goede bodemstructuur, draineren (in veenweidegebieden bv. met onderwaterdrainage) en het bol leggen van het perceel. Daarnaast kan vertrapping worden voorkomen of beperkt door⁷⁹:

- Opstallen en bijvoeren van de melkkoeien
- Sneller omweiden of meer percelen gebruiken
- Toepassen flexibele drinksystemen

Ingangen van percelen zijn het meest gevoelig voor vertrapping. Hiervoor kunnen de volgende maatregelen worden toegepast⁷⁹:

- Dammen verharderen of aanvullen met zand
- Ingangen regelmatig verplaatsen of verbreden
- Ingang achter in perceel plaatsen en uitgang voor
- Drinkvoorziening niet bij ingang van het perceel plaatsen

Een innovatief idee is versteviging van de zode door toepassen van honingraatstructuren welke natuurlijk afbreekbaar zijn (zie figuur 4.2). Er is nog weinig bekend over de opbrengstderving die het verstevigen van de bodem met zich mee brengt en wat er gebeurt met de smaak van het gras. Bovendien zal het een behoorlijke investering vragen. Tevens is niet bekend welke invloed het heeft op de waterhuishouding in de toplaag en wat de invloed is op de klauwen van de melkkoeien. Mogelijk kan volstaan worden met een versteviging van 1 of meerdere stroken in een perceel⁸⁰.

Een andere ontwikkeling die vertrapping kan voorkomen is de mobiele melkrobot. Door de melkrobot regelmatig te verplaatsen wordt vertrapping om één plaats beperkt.



Fig. 4.3 Versteving graszode⁸⁰ (links) en mobiele melkrobot⁸¹ (rechts).

- Maaien onder ongunstige omstandigheden

In de Nederlandse veehouderij is het gebruikelijk dat het tijdstip van maaien en het tijdstip van inkuilen van gras op visuele wijze wordt bepaald. Het weer is de belangrijkste factor die het tijdstip van oogst bepaalt. Het tijdstip van inkuilen wordt voor het grootste deel bepaald door het drogestofgehalte van het gemaaid gras en verder door de weersverwachting⁸².

Om natte veldomstandigheden te vermijden dient de ontwatering van de percelen te worden verbeterd (zie de mogelijke maatregelen bij vertrapping van de graszode).

Adaptatiemaatregelen die de melkveehouder kan nemen zijn om te anticiperen op deze factor zijn:

- Vergroten van de capaciteit om het gras binnen een kortere tijd in te kunnen kuilen (voorbeelden zijn bredere maaimachines, bredere schudders etc.)
- Maaien met kneuzen (versnelt het drogingsproces)
- Toevoegen van inkuilmiddelen (melasse)
- Drogen van het gras door een grasdrogerij
- Aankoop extra ruwvoer en/of krachtvoer
- Telen van andere voedergewassen (bv. maïs)



Fig. 4.4 Toevoegen van een inkuilmiddel op de wiers⁸³ (links) en aanvoer gras op een grasdrogerij⁸⁴ (rechts).

Warmer weer

Als gevolg van warmer weer kunnen maagdarmpwormen vaker een probleem vormen. Dieren worden hiervoor met middelen behandeld (ontwormd).

Zachtere winters

Als gevolg van de zachtere winter kan de ziektedruk in de melkveehouderij toenemen. Om de melkveehouderij tegen een hogere ziektedruk te beschermen zijn er verschillende maatregelen mogelijk. De maatregelen hangen sterk af van de ziekte.

Omdat de blauwtongziekte het typevoorbeeld is onder de dierziekten die als gevolg van de klimaatverandering de kop opsteken, zal de uitwerking van deze adaptatiemaatregel voornamelijk voor deze ziekte worden weergegeven. Om verdere verspreiding van het blauwtongvirus tegen te gaan en schade ten gevolge van de blauwtongziekte te beperken is vaccinatie van de gevoelige diersoorten de enige aangewezen methode⁷⁷. Naast vaccinatie kunnen de volgende maatregelen worden toegepast (deze zijn gericht op het onder controle houden van de vector)⁷⁷:

- gevoelige herkauwers op stal te zetten wanneer de vectoractiviteit maximaal is (1 uur vóór zonsondergang tot 1 uur na zonsopgang), omdat dit de kans op muggenbeten verkleint. De deuren van de stal dienen te worden gesloten en alle toegangen tot de stal kunnen best worden afgedekt met een net (muggengaas);
- reduceren van het aantal potentiële broedplaatsen van de Culicoides-mug (de mesthoop ver genoeg van het vee af of bedekken met een zeil;
- chemische bestrijding (toepassen van larviciden en insecticiden);
- behandeling van de te beschermen dieren met een insectwerend middel (repellent).

Een ontwikkeling van de laatste jaren is ontwikkeling van 'robuuste' veehouderij. Robuuste dieren zijn in staat om effectief om te gaan met interne en externe verstoringen⁸⁵.

4.3 Biologische varkens

Algemeen

Varkens met buitenuitloop zijn te onderscheiden in biologisch en scharrel met respectievelijk ca. 80 - 90 en 20 - 10% van het totaal aantal buitenvarkens. Bedrijven met scharrelvarkens komen weinig voor in Nederland. Er zijn circa 60 biologische varkenshouderijbedrijven en slechts 10 scharrelvarkensbedrijven op een totaal van bijna 9.000 bedrijven met varkens. Op de biologische varkensbedrijven worden circa 4.000 zeugen gehouden.

Biologische varkens hebben permanent toegang tot een buitenruimte. Die ruimte heeft een betonnen roostervloer waaronder een mestput zit. Mesten doen de varkens buiten. Driekwart van de buitenruimte is overdekt.

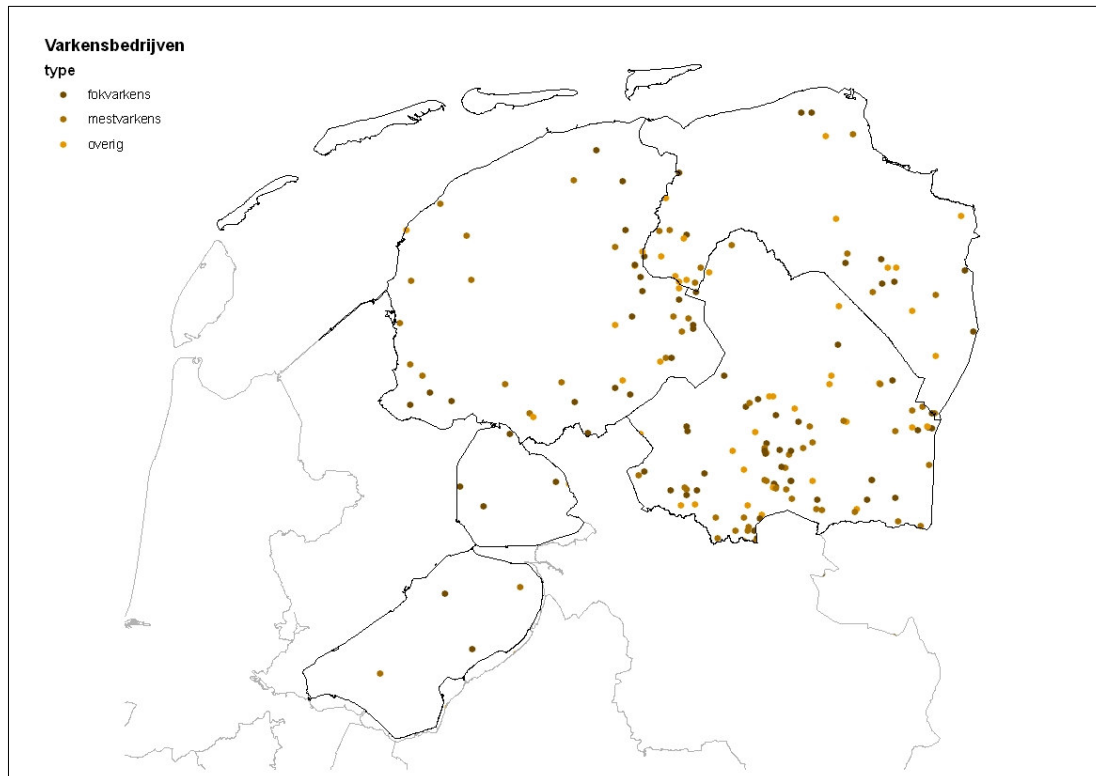


Fig. 4.5 Locaties van varkensbedrijven in Noord-Nederland³

Klimaatfactoren en impact op biologische varkenshouderij

Hogere temperatuur

Gangbare varkens zitten geconditioneerd in binnenruimtes. Er is geen airco, wel soms warmtewisselaar, zodat je de lucht kunt koelen, maar niet heel veel. Bij een hogere buitentemperatuur krijg je automatisch ook een hogere binnen temperatuur. Heeft gevolgen voor het welzijn. Bovendien eten varkens minder, en de ammoniakemissie neemt toe. Ook kraamhokken worden te warm. Bio-varkens kunnen bij hogere temperatuur ook naar buiten om af te koelen. Er is dus minder hittestress dan bij gangbaar gehouden varkens. Mest op de vloer en de rooster wordt warmer en er is meer emissie bij warm weer.

Als het groeiseizoen van gewassen positief wordt beïnvloedt door het klimaat, dus hogere productie, is dat gunstig voor zeugen met buitenuitloop die gras eten.

Virussen kunnen makkelijker overleven in vochtige lucht. Als door klimaatverandering er meer droge lucht komt met veel UV zal overdracht door virussen lager zijn. Maar als er meer vochtige lucht komt juist niet.

Maag-darmparasieten kunnen lang overleven in de bodem. Onder warmere omstandigheden kan de ontwikkeling sneller gaan (optimale temperatuur is 37 °C). Ook biologische varkenshouderij mag ontwormen, evenals scharrelvarkenshouderij.

Adaptatiemaatregelen

De weergegeven maatregelen hebben met name betrekking op ziekten.

De varkenshouder kan ziektes bestrijden door o.a. toepassing van diergeneesmiddelen.

Maagdarmparasieten

Maag-darmparasieten kunnen lang overleven in de bodem. Onder warmere omstandigheden kan de ontwikkeling sneller gaan. De scharrelvarkenshouder kan de varkens ontwormen met ontwormingsmiddelen.

Meer natuurlijke weerstand van het varken

Door de natuurlijke weerstand van het varken te vergroten zal deze minder gevoelig zijn en vatbaar zijn voor ziekten bij verandering van het klimaat. Weerstand bestaat uit barrières en mechanismen in het lichaam en dragen bij aan het overleven van het dier. De weerstand van een varken wordt beïnvloed door intrinsieke factoren (bijvoorbeeld die genetisch zijn vastgelegd) en door externe factoren (managementfactoren)⁸⁶.

Intrinsieke factoren om de natuurlijke weerstand te verbeteren⁸⁶:

- Selectie op een breed aantal (diergezondheids)kenmerken kan bijdragen aan een verbetering van de weerstand;
- Bepalen van de optimale nutriënten- en energiebehoefte. Uit onderzoek blijkt dat deze behoeften onder optimale omstandigheden afwijkt van de nutriënten- en energiebehoefte onder suboptimale omstandigheden;
- Kennisontwikkeling. Onderzoek met behulp van genomica kan duidelijkheid geven in de samenhang van complexe systemen. Dit geldt niet alleen voor de afweer, maar ook voor de interactie tussen voer, microflora en (darm)gezondheid.

Dit zijn met name maatregelen die op sectorniveau dienen te worden genomen. Hierbij zal met name input vanuit het onderzoek moeten komen.

Externe factoren kunnen door varkenshouder zelf worden gemanaged. Enkele voorbeelden zijn⁸⁶:

- Biggen na de geboorte snel biest laten drinken bij de zeug en zo laat mogelijk spenen
- Aanpassen van het voer (aan de omstandigheden, bv. de levensfase)
- Vaccineren
- Goede hygiëne op het bedrijf (schoon voer en drinkwater, schone kleding, beperking van aanvoer varkens en minimaliseren van het aantal bezoekers)



Fig. 4.6 Spenende biggen⁸⁷

Maatregelen met betrekking tot aanpassing van voer dienen ook op sectorniveau te worden genomen. Voorbeelden zijn: voorkomen van teveel ruw eiwit, te veel mineralen, beperking van het gebruik van antibiotica- en AMGB's⁸⁶.

Op sectorniveau moeten mogelijk betere en/of nieuwe vaccins worden ontwikkeld om het varken tegen eventuele nieuwe ziekten te beschermen.

Er zijn vooralsnog geen aanwijzingen van ziektes uit zuidoostelijke landen, maar de ervaring leert dat sommige infecties als een donderslag bij heldere hemel komen.

Bijlage 1

Vertaling klimaatfactoren naar meteorologische data
KNMI'06-scenario's

Vertaling klimaatfactoren naar meteorologische data van de KNMI'06-klimaatscenario's³.

Gewas	Klimaatfactor (kort)	Klimaatfactor (naar meteorologische data)	Eenheid
fabrieke- en consumptie aardappelen	Hevige regenval	neerslag van 45 mm in 1 dag of 60 mm in 3 dagen	#periode
	Hittegolf	Hittegolf (KNMI-def. min. 3 dagen > 30°C in periode van min. 5 dagen > 25°C)	#periode
	Warm en nat	Minimaal op 50 % van de 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur boven 20°C valt meer dan 0.5 mm regen	#periode
	Extreme hitte	Minimaal 2 aaneengesloten dagen met een temperatuur van 40 of hoger	#periode
	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75 % van de 21 dagen meer dan 0.5 mm regen	#periode
	Vorst	Periode van minimaal 2 dagen met een max. dagtemperatuur < -2°C	#periode
	Aanhoudend warme winter	Periode van minimaal 14 dagen met dagtemperatuur > 10°C	#periode
pootaardappelen	Hevige regenval	neerslag van 45 mm in 1 dag of 60 mm in 3 dagen	#periode
	Hittegolf	Hittegolf (KNMI-def. min. 3 dagen > 30°C in periode van min. 5 dagen > 25°C)	#periode
	Warm en nat	Minimaal op 50 % van de 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur boven 20°C valt meer dan 0.5 mm regen	#periode
	Extreme hitte	Minimaal 2 aaneengesloten dagen met een temperatuur van 40 of hoger	#periode
	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75 % van de 21 dagen meer dan 0.5 mm regen	#periode
	(late) vorst	Periode van minimaal 2 dagen met een max. dagtemperatuur < -2°C	#periode
	Aanhoudend warme winter	Periode van minimaal 14 dagen met dagtemperatuur > 10°C	#periode
suikerbiet	Langdurig droog	Droge periode van 30 dagen met neerslag < 5 mm	#periode
	Wisselvallig nat weer	Minimaal op 10 % van de 28 dagen meer dan 10 mm regen	#periode
	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75 % van de 14 dagen meer dan 0.5 mm regen	#periode
	Aanhoudend warme winter	Periode van minimaal 14 dagen met dagtemperatuur > 10°C	#periode
	Nachtvorst	Periode van minimaal 1 dag(en) met min.nachttemperatuur < -3°C	#periode
wintertarwe	Langdurig droog	Droge periode van 40 dagen met neerslag < 10 mm	#periode
	Aanhoudend nat	Minimaal op 75 % van de 21 dagen meer dan 0.5 mm regen	#periode
	Aanhoudend vochtig	Minimaal op 75 % van de 14 dagen meer dan 0.5 mm regen	#periode
	Windstoten icm zware buien	neerslag van 45 mm in 1 dag	#dag(en)
	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75 % van de 21 dagen meer dan 0.5 mm regen	#periode
	Kwakkelweer	Periode van min.3 dagen kwakkelweer (nachttemp. < -1°C en dagtemp. > 1°C) na periode met strenge vorst (min.temp <-10°C), incl. 2 dagen overgangsheer van vorst naar dooi	#periode
gras	Tropisch en nat	Minimaal op 66 % van de 3 aaneengesloten dagen met een temperatuur boven 30°C valt meer dan	#periode

Gewas	Klimaatfactor (kort)	Klimaatfactor (naar meteorologische data)	Eenheid
		0.5 mm regen	
	Langdurig droog	Droge periode van 30 dagen met neerslag < 1 mm	#periode
	Zeer strenge vorst	minimum temperatuur lager dan -20°C	#dag(en)
	Aanhoudend hete dagen	Minimaal 3 aaneengesloten dagen met een temperatuur van 30 of hoger	#periode
koolzaad	Strenge vorst	minimum temperatuur lager dan -12°C; bij sneeuwdek (sneeuwdek als min. 5 mm neerslag bij dagtemp. < 2°C en nachttemp. < -3°C) strenge vorst lager dan -20 °C	#dag(en)
	Bodem staat blank; enkele weken	neerslag van 25 mm in 1 dag of 100 mm in 8 dagen	#periode
	Warm en veel regen	Afwisselen nat en warm: op 33 % van de 28 dagen warm weer (> 20°C) en een neerslagoverschot van > 50 mm.	#periode
	Zomers en droog	Minimaal 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur van 25 of hoger in een standaard (10%) droog jaar	#periode
	Rel. warm weer	Minimaal 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur van 15°C	#periode
	Harde wind (zware buien)	neerslag van 25 mm in 1 dag	#dag(en)
zaaiui	Langdurig droog (lente)	Droge periode van 30 dagen met neerslag < 5 mm	#periode
	Langdurig droog (zomer)	Droge periode van 30 dagen met neerslag < 10 mm	#periode
	Bodem staat blank; enkele weken	neerslag van 45 mm in 1 dag of 100 mm in 8 dagen	#periode
	Zware buien	neerslag van 45 mm in 1 dag	#dag(en)
	Warm en vochtig	Minimaal op 50 % van de 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur boven 20°C valt meer dan 0.5 mm regen	#periode
winterpeen	Te droog groeiseizoen	Te droge maand in standaard groeiseizoen van maand 4 t/m 10, volgens standaard definitie van droog jaar	#maand
	Bodem staat blank; enkele dagen	neerslag van 45 mm in 1 dag of 60 mm in 3 dagen	#periode
	Hoosbuien	neerslag van 45 mm in 1 dag	#dag(en)
	Nachtvorst	Periode van minimaal 1 dag(en) met min.nachttemperatuur < -2°C	#periode
	Lang aanhoudende hitte	Minimaal 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur van 30 of hoger	#periode
lilie	Hevige regenval	neerslag van 25 mm in 1 dag of 60 mm in 3 dagen	#periode
	Zomers, maar nat	Minimaal op 50 % van de 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur boven 20°C valt meer dan 0.5 mm regen	#periode
	Extreem hete dagen	Minimaal 2 aaneengesloten dagen met een temperatuur van 35 of hoger	#periode
	Bodem staat blank; enkele weken	neerslag van 25 mm in 1 dag of 100 mm in 8 dagen	#periode
	Aanhoudend warme winter	Periode van minimaal 14 dagen met dagtemperatuur > 10°C	#periode
	Hagel (zware buien)	neerslag van 25 mm in 1 dag	#dag(en)
tomaat	hagelbuien, windhozen/onweer	neerslag van 25 mm in 1 dag	#dag(en)
	Hittegolf	Hittegolf (KNMI-def. min. 3 dagen > 30°C in periode van min. 5 dagen > 25°C)	#periode
	Warm en vochtig	Minimaal op 50 % van de 14 aaneengesloten da-	#periode

Gewas	Klimaatfactor (kort)	Klimaatfactor (naar meteorologische data)	Eenheid
		gen met een temperatuur boven 20°C valt meer dan 0.5 mm regen	
	Vochtig en Nat weer	Minimaal op 75 % van de 14 dagen meer dan 0.5 mm regen	#periode
	Strengte vorst	Periode van minimaal 1 dag(en) met min.nachttemperatuur < -10°C	#periode
	Extreem zachte winter	Maand in zachte Winter (van maand 11 t/m 3) (zachte winter als koudegetal van Hellmann <10)	#maand
kers	Zware buien	neerslag van 45 mm in 1 dag	#dag(en)
	Warm en nat	Minimaal op 50 % van de 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur boven 20°C valt meer dan 0.5 mm regen	#periode
	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75 % van de 21 dagen meer dan 0.5 mm regen	#periode
	(late) vorst	Periode van minimaal 2 dagen met een max. dagtemperatuur < -2°C	#periode
	Zachte winter	Maand in zachte Winter (van maand 11 t/m 5) (zachte winter als koudegetal van Hellmann <20)	#maand
	Warm voorjaar	Periode van minimaal 28 dagen met dagtemperatuur > 15°C	#periode
(wijn)druif	Zeer strenge vorst	Periode van minimaal 1 dag(en) met min.nachttemperatuur < -20°C	#periode
	Nachtvorst	Periode van minimaal 1 dag(en) met min.nachttemperatuur < -2°C	#periode
	Warm en nat	Minimaal op 50 % van de 10 aaneengesloten dagen met een temperatuur boven 18°C valt meer dan 0.5 mm regen	#periode
	Zeer warm en droog	Minimaal 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur van 25 of hoger in een standaard (10%) droog jaar	#periode
	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75 % van de 14 dagen meer dan 0.5 mm regen	#periode
	Hagel (zware buien)	neerslag van 25 mm in 1 dag	#dag(en)
	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75 % van de 21 dagen meer dan 0.5 mm regen	#periode
artisjok	Zachte winter	Maand in zachte Winter (van maand 11 t/m 3) (zachte winter als koudegetal van Hellmann <40)	#maand
	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75 % van de 21 dagen meer dan 0.5 mm regen	#periode
	aanhoudende hitte(golven)	Hittegolf (KNMI-def. min. 3 dagen > 30°C in periode van min. 5 dagen > 25°C)	#periode
	Matige vorst	Periode van minimaal 1 dag(en) met min.nachttemperatuur < -5°C	#periode
zonnebloem	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75 % van de 21 dagen meer dan 0.5 mm regen	#periode
	Hagel (zware buien)	neerslag van 25 mm in 1 dag	#dag(en)

Bijlage 2

Klimaatdata 2100

In alle tabellen³ staan de veranderingen van de klimaatfactoren to.v. het huidige klimaat

Wintertarwe

Tabel 0.1 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2086-2115 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's.

	Maand													
Klimaatfactor ¹⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Langdurig droog						0	+2	+2	+7	+2	+4			
Aanhoudend nat				0	0	-3	-5							
Aanhoud. vochtig					-1	-2	0	-6	-5	-7				
Windstoten/buien					0	+1	0	+1	0	0	0			
Aanhoudend nat							-6	-7	-5	-5	-1	-2		
Kwakkelweer						+2	+12	+3	+18		+1	+15	0	+2

¹⁾ zie Tabel 3.1 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

Consumptie- en zetmeelaardappel

Tabel 0.2 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2086-2115 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's.

	Maand																	
Klimaatfactor ¹⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D						
Hevige regenval					0	+1	0	+2	0	0	-1	0	+1	+1	0	0		
Hittegolf								+15	+41	+14	+49	+3	+15					
Warm en nat								+6	+8	+7	+7	+2	+6					
Extreme hitte						0	0	0	0	0	+8							
Aanhoudend nat					-3	-5	-5	-7	-6	-7	-5	-5	-1	-4				
Vorst					0	0	0	0							0	0	-1	-1
Warme winter	+3	+10	+4	+7	+10	+22											+1	+12

¹⁾ zie Tabel 3.5 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

Pootaardappel

Tabel 0.3 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2086-2115 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's.

	Maand																							
Klimaatfactor ¹⁾	J		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D	
Hevige regenval								0	+1	0	+2	0	0	-1	0	+1	+1							
Hittegolf												+15	+41	+14	+49	+3	+15							
Warm en nat												+6	+8	+7	+7	+2	+6							
Extreme hitte										0	0	0	0	0	+8									
Aanhoudend nat								-3	-5	-5	-7	-6	-7	-5	-5									
Vorst						0	0	0	0	0	0													
Warme winter	+3	+10	+4	+7	+10	+22																	+1	+12

¹⁾ zie Tabel 3.5 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

Suikerbieten

Tabel 0.4 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2086-2115 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's.

	Maand											
Klimaatfactor ¹⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Langdurig droog			0	0	+1	+4						
Wisselvallig nat								-3	-9	-2	-5	
Aanhoudend nat				-2	-2	-1	-2	0	-6	-5	-7	
Warme winter	+3	+10	+4	+7	+10	+22						+1
Nachtvorst			-64	-81	-31	-33						+12

¹⁾ zie Tabel 3.13 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

Zaaiuien

Tabel 0.5 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2086-2115 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's.

	Maand											
Klimaatfactor ¹⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Langdurig droog		0	0	0	0	+1	+4					
Langdurig droog						+1	+4	+4	+15			
Bodem blank									-1	-1	0	+1
Zware buien							0	0	0	0		
Warm en vochtig						+3	+10	+6	+8	+7	+7	

¹⁾ zie Tabel 3.17 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

Winterpeen

Tabel 0.6 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2086-2115 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's.

	Maand											
Klimaatfactor ¹⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Droog groeiseiz.				0	+4	+3	+7	+5	+14			
Bodem staat blank						0	+2	0	0	-1	0	+1
Hoosbuien								0	0	+2	+2	0
Nachtvorst					-2	-2	0	0				
Aanhoud. hitte							0	0	0	+1		

¹⁾ zie Tabel 3.21 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

Lelie

Tabel 0.7 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2086-2115 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's.

	Maand											
Klimaatfactor ²⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hevige regenval							+1	0	+1	0	-2	
Zomers, maar nat				0	0	0	+2	+3	+10			
Bodem blank										0	+1	0
Warme winter	+3	+10	+4	+7	+10	+22						+1
Hagel (buien)							+1	+4	+1	0	-1	0

¹⁾ zie Tabel 3.25 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

Koolzaad

Tabel 0.8 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2086-2115 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's.

	Maand											
Klimaatfactor ¹⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Strengte vorst	-9	-12	-18	-21							0	0
Bodem blank	+1	+1	0	+2								0
Warm en regen						0	0	-2	-3			
Zomers en droog						+11	+32	+11	+29			
Relatief warm				+1	+2	+3	+5	-9	-15	-2	-2	
Harde wind						+1	+4	+1	0			

¹⁾ zie Tabel 3.29 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

Gras

Tabel 0.9 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2086-2115 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's.

	Maand											
Klimaatfactor ¹⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tropisch en nat				0	0	0	0	+1	0	0	+3	0
Langdurig droog			0	0	0	0	0	+3	0	+5	0	+1
Zeer strenge vorst	-2	-2	0	0								0
Aanhoudend heet				0	+1	+4	+13	+7	+25	+17	+44	+22

¹⁾ zie Tabel 3.33 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

Tomaat (kas)

Tabel 0.10 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2086-2115 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's.

	Maand											
Klimaatfactor ¹⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hagel/wind/onweer						+1	+1	0	+1			
Hittegolf							+2	+12	+7	+12		
Warm en vochtig								+5	+6	+1	+2	
Vochtig en nat								-5	-9	-2	-4	-1
Strengte vorst	-22	-35	-17	-27								
Zachte winter	+2	+8	+2	+8								

¹⁾ zie Tabel 3.37 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

Artisjok

Tabel 0.11 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2086-2115 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's.

	Maand											
Klimaatfactor ¹⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Warm voorjaar	+12	+17	+12	+17								
Aanhoudend nat					-3	-5	-5	-7	-6	-7	-5	-5
Aanhoud. hitte								+15	+41	+14	+49	+3
Matige vorst	-74	-127	-76	-121	-26	-35						

¹⁾ zie Tabel 3.41 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

Zonnebloem

Tabel 0.12 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2086-2115 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's.

	Maand											
Klimaatfactor ²⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Aanhoudend nat					-3	-5	-5	-7	-6	-7	-5	-5
Hagel (regenvall)								+1	-1	0	2	

¹⁾ zie Tabel 3.45 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

Druif

Tabel 0.13 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2086-2115 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's.

	Maand											
Klimaatfactor ¹⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Zeer strenge vorst	-2	-2									0	0
Nachtvorst				-56	-65	-2	-2					
Warm en nat						+6	+8					
Warm en droog							+11	+29	+13	+35		
Natte bloeiperiode						0	-6					
Hagel (buien)				+1	+1	0	+1	+1	0	-1	0	-2
Natte oogstper.									-1	-2		

¹⁾ zie Tabel 3.48 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

Kers

Tabel 0.14 Verandering in de frequentie van het voorkomen van klimaatfactoren in Eelde zoals berekend door het KNMI in de periode 2086-2115 voor respectievelijk de G+ (witte kolom per maand) en W+ (grijze kolom per maand) scenario's ⁷ weergave indicatieve kostenaspecten.

	Maand											
Klimaatfactor ¹⁾	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Zware buien							0	0	0	0		
Aanhoudend nat						-5	-7	-6	-7	-5		
Zachte winter	+12	+21	+12	+21								
Warm voorjaar				-1	0	+13	+22					
(late) vorst			-1	-1	0	0						
Hagel							+1	0	+1	-1		

¹⁾ zie Tabel 3.52 en bijlage 1 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van het effect of het gewas

Bijlage 3

Achtergrond en uitgangspunten berekeningsmethode
beheers- en investeringskosten

Bepalen meest risicovolle klimaatfactoren

Om de voor de gewassen meest risicovolle klimaatfactoren te kunnen selecteren is inzicht nodig in de economische schade die als gevolg van een bepaalde klimaatfactor geleden wordt. Afhankelijk van deze schade zullen namelijk eventueel maatregelen nodig zijn. Om de meest risicovolle klimaatfactoren voor het tijdsvenster 2040 te selecteren is de gemiddelde jaarlijkse economische schade als gevolg van de klimaatfactor (voor een periode van 30 jaar) berekend. Wanneer de gemiddelde jaarlijkse economische schade als gevolg van deze impact, minimaal 10% van de jaarlijks economische gewasopbrengst is, is de impact als risicovol aangeduid. Een rekenvoorbeeld wordt hieronder uitgewerkt.

Voorbeelduitwerking bepalen van risicovolle klimaatfactor

Uitgangspunten

Oogstopbrengst	40.000	kg per ha
Productprijs	€0,10	per kg
Financiële opbrengst	€4000	per ha

Klimaatfactor: droogte

Maximale oogstschade	25%	per keer
Maximale financiële schade	€1.000	per ha per keer
Schadedrempel (10%)	€400	per ha per jaar

Bepalen van klimaatrisico

Frequentie droogte in 2040	8x in 30 jr	13x in 30 jr
Jaarlijkse gem. schade (per ha per jaar)	€267	€433
Jaarlijkse gem. schade > schadedrempel?	nee	ja
Risicovolle klimaatfactor in 2040?	NEE	JA

Bepalen beheers- en investeringskosten

Voor de huidige situatie en tijdsvenster 2040 zijn voor de verschillende klimaatfactoren de maximale beheerskosten en de maximale eenmalige investeringskosten indicatief bepaald. Dit met als doel om een indicatie te verkrijgen van de maximale beheerskosten en de maximale investeringen van mogelijke adaptatiemaatregelen waarmee vervolgens een selectie is gemaakt uit de lijst van adaptatiemaatregelen uit het achtergronddocument⁴.

Voor deze berekeningen is uitgegaan van het worst-case-scenario, dat betekent dat de maximale schade aan het gewas optreedt. Voor de huidige situatie en tijdsvenster 2040 zijn de gemiddelde jaarlijkse schadekosten en de totale schadekosten, verdisconteerd over respectievelijk 30 (huidige situatie) en 33 jaar (dus van 2008 tot 2040), bepaald.

Het totale schadebedrag is het bedrag dat geïnvesteerd zou mogen worden ter compensatie of preventie van de schade (dit betreft in principe de hoeveelheid geld die moet worden gereserveerd om toekomstige schade te kunnen bekostigen). Deze schade is berekend aan de hand van de netto contante waarde methode (een disconteringsmethode die vaak bij investeringsbeslissingen wordt gebruikt⁸⁸).

De jaarlijkse gemiddelde beheerskosten zijn berekend aan de hand van de maximale schade die optreedt verdeeld over de tijdspanne. Een voorbeeldberekening wordt hieronder uitgewerkt.

De gemiddeld jaarlijkse gewasopbrengst bedraagt 50.000 kg per ha. De productprijs bedraagt €0,10 per kg. Als gevolg van een bepaalde klimaatfactor treedt 50% (oogst)schade op ($50.000 \times 50\% \times 0,10 = €2.500$) en de relevante klimaatfactor komt eens in de 5 jaar voor. Uitgaande van een periode van 30 jaar (dus totaal 6 keer schade) bedragen de jaarlijkse gemiddelde schadekosten €500 per ha per jaar ($6 \times €2.500 / 30$ jaar).

De netto contante waarde (bij een rente van 6% en een inflatie van 2,5%) van het bedrag dat geïnvesteerd zou mogen worden ter compensatie of preventie van de schade in 2040 bedraagt in dit voorbeeld ca. €10.000,- (zie voor berekeningswijze tabel B1.1).

Tabel B1.1. Principe berekening Netto Contante Waarde (NCW)

	Jaar						
	2008	2009	2010	2011	2012	...	2040
Gemiddelde schade (€)	500	500	500	500	500	...	500
Gem. schade met inflatie (x 2,5%) (€)	500	513	525	538	552	...	1.102
Kasstroom (€)	500	1.043	1.615	2.235	2.904	...	63.723
Rente toevoeging (x 6%) (€)	30	47	81	118	158	...	3.790
Eindsaldo (€)	530	1.090	1.696	2.352	3.062	...	67.514
$NCW = \frac{\text{Eindwaarde}}{1 + r^t} = \frac{67.514}{(1 + 0,06^{33})} = 9.870 \text{ euro}$		$r = \text{rente}$ $t = \text{tijdsperiode (van 2008 tot 2040)}$					

Voor de indicatieve economische berekeningen zijn voor de verschillende gewassen de uitgangspunten uit tabel B1.2 gehanteerd. De gegevens (afgerond) zijn met name afkomstig uit KWIN⁹. Indien de gegevens niet uit KWIN afkomstig zijn, is dit aangegeven.

Vanwege onzekerheden in de toekomst betreft opbrengsten en productprijzen en vanwege het sterk indicatieve karakter van deze studie, zijn voor de huidige situatie en toekomstige scenario's (2040) dezelfde uitgangspunten gehanteerd.

Tabel B1.2 Uitgangspunten gewasopbrengst en productprijzen⁹ (indien andere bron is dit aangegeven).

Gewas	Gewasopbrengst		Productprijs		Financiële opbrengst (indicatief)
Wintertarwe	8.000	kg/ha	0,10	€/kg	800 per ha
	stro 4.000	kg/ha	0,05	€/kg	200 per ha
Fabrieks- en consumptie-aardappelen ¹⁾	60.000	kg/ha	0,08	€/kg	€4.800 per ha
Pootaardappelen	33.000	kg/ha	0,20	€/kg	€6.600
Suikerbiet	65	ton	35	€/ton	€2.275
	16,4%	suiker	-	-	€100,-
Winterpeen ²⁾	85.000	kg/ha	0,08	€/kg	€6.800 per ha
Zaaiuien	66.000	kg/ha	0,10	€/kg	€6.600
Koolzaad	4.000	kg/ha	0,24	€/kg	€960
	stro 2.500	kg/ha	0,04	€/kg	€100
Lelie	400.000	stuks/ha	0,12	€/kg	€48.000 per ha
Gras ³⁾	11.000	kVEM/ha	0,22	€/kVEM	€2.500 per ha
Zonnebloemen ⁴⁾	9.000	kg ds	0,08	€/kg ds	€720
Tomaat (kasteelt)	60	kg/m ²	0,80	€/kg	€48 per m ²
Artisjok	-	-	-	-	-
Druif (wijn) ⁵⁾	5.000	liter/ha	10	€/liter	€50.000 per ha
Kers ⁶⁾	15	ton/ha	3,00	€/kg	€45.000 per ha

¹⁾ uitgangspunt consumptie-fritesaardappelen (gemiddelde Nederland)

²⁾ Peen (grovere peen) direct afzet

³⁾ Grasproductie is uitgedrukt in kVEM. VEM is een afkorting voor Voeder Eenheid Melk: een term die wordt gebruikt om de energiewaarde van een voeder voor de melkproductie aan te geven. De productprijs is afgeleid van de prijs van A-brok⁸⁹

⁴⁾ bron⁹⁰

⁵⁾ uitgangspunt is 3600 planten per hectare, 8 scheuten per stok en twee trossen per scheut, geeft een wijnstok 2,5 tot 3 kg druiven. De maximale opbrengst van een hectare druif is dan ongeveer 5.000 liter⁹¹

⁶⁾ uitgangspunt is zoete kers (Gisela), 1250 bomen per ha en 6 jaar na aanleg boomgaard

Bijlage 4

Maatregelen m.b.t. de bodem- waterhuishouding

Maatregelen met betrekking tot het verbeteren van de waterdoorlatendheid van de bodem

- Mechanische grondbewerking
 - Ondiepe en diepere grondbewerking (ploegen, spitten of woelen)
- Optimaliseren bodemstructuur
 - Optimaliseren ontwatering (zie maatregelen ontwatering hieronder)
 - Optimaliseren bemesting (bv., bodembemonstering, precisiebemesting)
 - Stimuleren van het bodemleven (bv. niet ploegen, organische bemesting etc.)
 - Optimaliseren organische stofhuishouding (bv. organische mest of compost aanbrengen)
 - Preventie verslemping
 - Organische stofgehalte vergroten
 - Percelen zo kort mogelijk onbeteeld laten (gewassen telen die de bodem snel bedekken)
 - Preventie bodemverdichting⁹²:
 - voorkomen dat geoogst wordt onder natte omstandigheden (bv. door overcapaciteit in het machinepark)
 - toepassing van lagedrukbanden
 - Gewas en ras afstemmen op de structuurgevoeligheid van het perceel
 - Teelt van diepwortelende gewassen en groenbemesters (opheffen van verdichting)
 - Afspraken maken met loonwerker in het kader van bodemverdichting (capaciteit is voor loonwerkers vaak bepalend)
 - Vaste rijpadenteelt (alleen rijpaden zijn onderhevig aan verdichting).
- Inzaai en onderwerken groenbemester (gewas in winterperiode dat in het voorjaar wordt doodgespoten en ondergewerkt)

Structuurverbetering zeeklei

Zeeklei heeft veelal een slechte bodemstructuur. Uit onderzoek van NMI en de sectie Bodemkwaliteit van Wageningen Universiteit blijkt dat er een verband is tussen bodemchemische eigenschappen van de grond en de bodemstructuur. Vooral de calciumbezetting aan het kleihumuscomplex (Cation Exchange Capacity: CEC), de samenstelling van de organische stof en bodemleven bieden aangrijpingspunten voor een daadwerkelijke verbetering van de bodemstructuur. Een lage calciumbezetting aan de CEC leidt tot structuurverslechtering. Hiervoor kunnen de volgende maatregelen worden ingezet⁹³:

- bekalken van de grond;
- op maat bemesten met magnesium, natrium en kalium;
- het achterlaten van oogstresten en het gebruik en de keuze van groenbemesters en organische meststoffen;
- gebruik van verzurende meststoffen om de calcium uit schelpresten beter beschikbaar te maken;
- minimale grondbewerking om het bodemleven zo min mogelijk te verstoren;
- een bouwplan met gewassen die veel organische stof achterlaten;
- opnemen gewassen die gunstig zijn voor aanmaak van glomaline door mycorrhizaschimmels.

In het onderzoek is eveneens gekeken naar het effect van een betere bodemstructuur op de waterinfiltratie. Modelberekeningen laten zien dat meer organische stof en een lagere bulkdichtheid leiden tot een hogere infiltratiesnelheid met minder kans op het tijdelijk blank komen staan van akkers. Meer organische stof leidt tot minder waterstagnatie na een regenbui van 1 centimeter per half uur.

Optimaliseren van de ontwatering

- Aanleggen en onderhoud drainage (eventueel intensiever draineren)
 - Nieuw technieken zijn: peilgestuurd draineren (systeem Ad van Iersel) en onderwater-drainage (ontwikkeld voor veenweidegebieden)
- (Extra) afvoergreppels
- Kavels rond leggen (kilveren)
- Schonen en uitdiepen van perceelsloten (zorgen voor een goed slotenstelsel)
- Verbreden watergangen
- Optimaliseren waterdoorlatendheid (zie hierboven)

Droogtebestrijding vanuit de bodem

- Optimaliseren bodemstructuur en daarmee verbetering van het vochtvasthoudend en vochtbergend vermogen (zie maatregelen hierboven)
- Optimaliseren organische stofhuishouding en daarmee verbetering van het vochtvasthoudend en vochtbergend vermogen (zie hierboven)
- Minimale bodembewerking (in het buitenland aangeduid als no-tillage). Deze techniek beoogt een minimalisatie van grondbewerkingen, gewasresten van het vorig seizoen worden geheel of deels op het maaiveld achtergelaten in plaats van volledig onderploegen
- Regelbare drainage (infiltratie door de drains)

Noot

De bodemkundige en waterhuishoudkundige situatie hebben zeer grote invloed op de effectiviteit van de in deze bijlage weergegeven maatregelen.

Bijlage 5

Zoutgevoeligheid irrigatiewater

Tabel B5.1 Drempelwaarden en gevoelheden voor zout van verschillende gewassen naar informatie uit Van Dam et al. (2007), Westerdijk en Visser (2003) en Colmer en Flowers (2008).

Gewasttype	Mg Cl/l bodemvocht	Mg Cl/l gietwater	Categorie gevoeligheid ¹	Referentie
Zonnebloem	circa 45		MT	2
Lelie (broei)	196	80	MT	1
Artisjok	Ca 280		MT	2
Zoete kers		250	G	1
Winterpeen		101 ²	G	1
Zaaiui	378	101	G	1
Tomaat	686	288	T	1
Pootaardappel	756	202	MG	1
Consumptieaardappel			MG	1
Druif	2124		MT	1
Gras	3606	963	MT	1
Wintertarwe	3947	1053	T	1
Suikerbiet	4831	1288	MT	1
Koolzaad	8733	2329	T	1
Riet			T	3

¹ T= Tolerant MT= Matig Tolerant, MG= Matig Gevoelig, G= Gevoelig

² Verondersteld wordt dat winterpeen dezelfde drempelwaarde heeft als bospeen

Nb. De gevoeligheids categorie waarin het gewas wordt ingedeeld, is niet in alle gevallen consequent gerelateerd aan de drempelwaarde die voor het gewas wordt opgegeven (zie bijvoorbeeld bij de tomaat). Ook worden er in de literatuur wel verschillen in mate van gevoeligheid opgegeven voor eenzelfde gewastype. In deze tabel is zoveel mogelijk van eenzelfde bron uitgegaan tbv de eenduidigheid in interpretatie.

Referenties:

1. Van Dam, A.M., O.A. Clevering, W. Voogd, Th. G.L. Aendekerk & M.P. van der Maas, 2007. Leven met zout water. Deelrapport: zouttolerantie van landbouwgewassen. PPO-rapport nr. 32 34019400, pp. 36.
2. Westerdijk, C.E. & A.J. Visser, 2003. Voorstudie zoute landbouw. Gevolgen verzouten oppervlaktewater op aangeenzende landbouw. PPO-rapport nr. 530068, pp. 32.
3. Colmer, T.D. & T.J. Flowers, 2008. Flood tolerance in halophytes, New Phytologist 179 (4): 964 – 974.

Bijlage 6

Programma en deelnemerslijst sectorbijeenkomst

Programma Klimaatbijeenkomst 27 februari 2009

09.30 uur	Ontvangst met koffie, thee en iets lekkers
10.00 uur	Welkom door Jelle (dagvoorzitter)
10.05 uur	Opening door Douwe Hollenga, voorzitter van de Stuurgroep Klimaat en Landbouw Noord Nederland
10.10 uur	De gevolgen van klimaatverandering voor de land- en tuinbouw in Noord Nederland: een overzicht van het project tot nu toe. Introductie door Jan Verhagen (PRI)
10.30 uur	Vragen
10.45 uur	Uiteen in groepen, koffie/thee
11.00 uur	Start deelsessies gewas ronde 1
Ben	- pootaardappelen vz Bjartur, reflectant Bus, not Rob
	- kleine gewassen (peen, ui, koolzaad) vz Greet reflectant Eerkens, not
	- suikerbiet vz Jan, reflectant Lamers, not Ilse
	- melkveehouderij Adaptatie vz Tia, reflectant vd Meer, not Jaap
11.45 uur	Start deelsessie gewas ronde 2
not Jaap	- suikerbieten vz Jan, reflectant Lamers, not Ben
	- zetmeelaardappelen vz Tia, reflectant Bus of Wijnholds, not Rob
	- graan en bollen vz Greet, reflectant Osinga, not Ilse
	- melkveehouderij: gevolgen voor gebieden vz Bjartur, reflectant Hoving
12.30 uur	Lunchbuffet
13.30 uur (Grontmij)	Maatregelen op bedrijfs- of gebiedsniveau: introductie door Bjartur Swart (teeltmaatregelen, waterhuishouding, veredeling, nieuwe gewassen)
14.00 uur sies)	Hoe werken ontwikkelingen uit op bedrijfsniveau, indeling naar regio (deelses- sies) - bouwplan Noordkust Friesland Groningen vz Jelle not Yvonne - bouwplan Flevoland vz Bjartur not Jaap - bouwplan Oost/Veenkoloniën vz Jan not Ben - melkveehouderij: Actieprogramma Schoon en Zuinig inleiding door Menno Douma (LTO Noord) vz Peter not Greet
15.00 uur	Nieuwe perspectieven: Interview met Jan Oude Voshaar (Jelle)
15.30 uur	Afronding en dankwoord (Peter)
15.40 uur	Borrel en hapje
16.00 uur	Einde

Bijlage 7

Geraadpleegde bronnen

- ¹ www.agriholland.nl, december 2008.
- ² Hermans, T., Verhagen, J., Vereijken, P., Ewert, F., Smit, H., Metzger, M., Naeff, H., Verburg, R., Woltjer, G., 2008. Spatial impacts of climate and market changes on agriculture in Europe, Wageningen, Wageningen UR, 75 p.
- ³ Achtergrondrapport WUR
- ⁴ Achtergrondrapport Grontmij
- ⁵ GIAB, 2006. GIAB Geografisch Informatie Agrarische Bedrijven. In: LNV, M. (Ed.)
- ⁶ website KNMI, www.knmi.nl, december 2008.
- ⁷ Janssen, L., 2006. Welvaart en leefomgeving : een scenariostudie voor Nederland in 2040.
- ⁸ website Centraal Bureau voor de statistiek, www.cbs.nl, december 2008.
- ⁹ Dekkers, W.A., 2002. Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt 2002, Wageningen, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, p. 319.
- ¹⁰ GMO Compass, Australië test droogteresistent gm-graai, 16 juli 2008, www.agriholland.nl
- ¹¹ <http://www.hei-heg-hoogend.ind.nl/images/hhh/boerderij/stro%20rijen%20dorsen%20zomertarwe.JPG>
- ¹² Darwinkel A., 1997. Teelthandleiding wintertarwe, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., Sector AGV
- ¹³ Bok, N.E. van der, 2007. Natuurlijke plaagbestrijding aardappelen en granen, DLV Plant bv.
- ¹⁴ Knuivers, M., 90-centimeter rug voorlopig voorbij: verbeterde 75-centimeter-rug even goed, Boerderij/Akkerbouw 89, nr 11, 25 mei 2004
- ¹⁵ D. W. Bussink, L. van Schöll, H. van der Draai, W.H. van Riemsdijk, 2009. Beter waterbeheer en -kwaliteitsmanagement begint op de akker, Oosterbeek, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.
- ¹⁶ Persoonlijke mededeling Sake Porte
- ¹⁷ Geel W.C.A. van, 2004. Perspectief druppelirrigatie en -fertigatie in consumptieaardappelen op droge zandgrond valt tegen, PPO-agv, www.kennisakker.nl
- ¹⁸ Meijering, L., 2008. Geef bacterie geen kans: gesloten bedrijf en krap stikstof beperken risico, Boerderij, nr 44.
- ¹⁹ Wolf, J.M. van der, 2004. Naar een Erwinia-vrije pootgoedteelt : een literatuurstudie, Plant Research International, Wageningen.
- ²⁰ Persoonlijke mededeling, K. Kristelijn, Stichting Proefboerderijen Noordelijke Akkerbouw.
- ²¹ Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek - DLO, Wageningen op <http://www.agris.be/nl/aardappelziekte/bacterie/194025.html#foto>, januari 2009.
- ²² <http://www.plantaardig.com/groenteninfo/berichten/aardappelen-controleren-op-doorwas>, januari 2009.
- ²³ <http://www.agris.be/nl/aardappelziekte/194044.asp>, december 2008.
- ²⁴ Veerman, A., 2003. Teelthandleiding consumptieaardappelen, Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V
- ²⁵ Nieuwenhuizen, A. J. W. Hofstee, J. van de Zande & Eldert van Henten, Plaatsspecifiek verwijderen aardappelopslag, Thema: Phytophthora infestans, Wageningen universiteit, 2008.
- ²⁶ Bouma E., D.A. van der Schans, J.G.N. Wander, H.A.E. de Werd, 2005. Beslissingsondersteunende systemen, noodzaak bij duurzame landbouw, Mededelingenblad van de Koninklijke Nederlandse Plantenziektenkundige Vereniging, Gewasbescherming, jaargang 36, Supplement Gewasbeschermingsmanifestatie 27 april 2005
- ²⁷ Geel W.C.A. van, 2004. Perspectief druppelirrigatie en -fertigatie in consumptieaardappelen op droge zandgrond valt tegen, PPO-agv, www.kennisakker.nl
- ²⁸ Anoniem, 2008. Suikerbieten het middelpunt op geslaagde praktijkdag Valthermond!, Cosun magazine, november 2008, nr. 8.
- ²⁹ Stevens, R. 2006. Aanval op het bietencysteeltje, Akkerbouw : tweewekelijks vaksupplement van Boerderij, Misset, Doetinchem, Nummer 92(2006)26, p. 20 – 21.
- ³⁰ <http://www.irs.nl/CCMSUPLOAD/CCMSDOC/6%20BIETENCYSTEALTIJES.PDF>, december 2008.
- ³¹ <http://www.irs.nl/detail.asp?sOnderdeel=nieuws&iPaginaID=1855&frameID=3&fixedFrame=3>, december 2008.
- ³² http://www.suikerbiet.nl/ccmsupload/ccmsart/CosMag_IRSbcaSep01.pdf, december 2008.

- ³³ GNU Free Documentation License, Version 1.2,
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2f/Berg_Suikerbieten_bij_Renesse_Zeeland.JPG.
- ³⁴ http://www.kennisakker.nl/files/images/FOTO15A_HSSBPA02_IRS.jpg, december 2008
- ³⁵ Sectorbijeenkomst 27 februari 2009 te Meppel
- ³⁶ <http://www.waterschappeelenmaasvallei.nl/persberichten?ActItnIdt=76177>, december 2008.
- ³⁷ Wander, J.G.N. ; Meier, R. ; Huisman, M., 2005. BOS valse meeldauw en bladvlekkenziekte uien : resultaten onderzoek 2003, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad, 53 p.
- ³⁸ www.mtschoogterp.nl, december 2008.
- ³⁹ <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/beheersing-van-valse-meeldauw-uien>, januari 2009.
- ⁴⁰ Vlaswinkel, M., persoonlijke mededeling, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad
- ⁴¹ Reindsen, H., 2007. Sensoren optimaliseren berekening en bemesting, Nieuwe oogst, mei 2007.
- ⁴² Presentatie Dacom Plant Services, 2008.
- ⁴³ Geïnduceerde resistentie tegen Botrytis in tulp en lelie: Eindverslag ten behoeve van project PT10769, Plant Research International B.V., Onderzoeksperiode: 2001-2003,
<http://www.liliumbreeding.nl/Eindverslag%20PT10769%20041104.pdf>.
- ⁴⁴ Werd, R. de ; Boer, M. de ; Pennock, I., 2005. Biologische bestrijding van Botrytis in bolgewassen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lisse.
- ⁴⁵ http://strateeg.groeiservice.nl/plaag/Fusarium_oxysporum, december 2008.
- ⁴⁶ Wieringa, J., 2005. Kan men iets doen tegen hagel?, C.C.M., De Bilt, Meteorologica 2005.
- ⁴⁷ <http://www.harrysfarm.nl/nieuws.html>, januari 2009
- ⁴⁸ <http://www.agrodyn.org/Hagelgenerator.htm>, december 2008.
- ⁴⁹ Persoonlijke mededeling, R. Vasen, DLV Plant.
- ⁵⁰ Anoniem, Zo worden lelies geteeld, Koninklijke Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur (KAVB)
- ⁵¹ <http://www.meeroverkoolzaad.be/Teelt%20Website%20meeroverkoolzaad.pdf>
- ⁵² Borm, G.E.L. ; Geel, W. van ; Vermei, I. ; Voort, M.P.J. van der, 2005. Intersectorale samenwerking in de biologische landbouw: perspectieven biologisch koolzaad in Overijssel, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Wageningen, 49 p.
- ⁵³ Bijzondere methode voor insectenbestrijding in koolzaad, bron: Agrarisch Dagblad, 05/08/06 op www.agriholland.nl, 14 november 2008.
- ⁵⁴ Boer, H.C. de ; Hoving, I.E., 2005. Literatuurstudie van landbouwkundige aspecten van herinzaai van grasland, Animal Sciences Group, Lelystad.
- ⁵⁵ Stienezen, M.W.J.; Kasper, G.J.; Holshof, G.; Molema, G.J.; Schut, A.G.T., Meuleman, J.J.; Smits, M.C.J., 2005. Snelle meetmethoden als managementinstrument bij de teelt van ruwvoer, Lelystad : Animal Sciences Group, Praktijkonderzoek, 59 p.
- ⁵⁶ Wageningen Universiteit (Animal Sciences Group 2008. Nij Bosma Zathe test ondergronds buizensysteem voor optimale groei,
http://www.asg.wur.nl/NL/nieuwsagenda/nieuws/Nij_Bosma_Zathe_test_ondergronds_buizensysteem_voor_optimale_groei.htm, november 2008.
- ⁵⁷ <http://www.artsbv.nl/!175978>, januari 2008.
- ⁵⁸ Anoniem, 2009. Hightech beregenen op maat, Bijlage van Nieuwe Oogst, jaargang 5, 28 maart 2009.
- ⁵⁹ <http://www.agriholland.nl/dossiers/kassenbouw/toekomstkassenbouw.html#geslotenkas>, december 2008.
- ⁶⁰ Gelder A. de en E.M.B. Heller, 2003. Telen in een gesloten tuinbouwkas; praktijkexperiment januari - december 2002, PPO en Ecofys.
- ⁶¹ Lugt, J. van der ; Knijff, A. van der, 2007. Watergebruik in de glastuinbouw, Agri-monitor, Den Haag, LEI-DLO, Nummer 10.
- ⁶² http://www.aircokas.nl/Degrevelingen_9/010+regelingen.htm, december 2008.
- ⁶³ Wubben, J. en I. Stijger, 2007. Beste ontsmettingsmiddel kiezen, Groente en Fruit, week 48.
- ⁶⁴ <http://www.cleanlight.nl/uploads/downloads/Tomaten.pdf>, januari 2009.
- ⁶⁵ http://www.agd.nl/upload/1317785_661_1195830270983-24-11Prinsenland.jpg, december 2008
- ⁶⁶ <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/rowcrops/eb25w-7.htm>, januari 2009.

- ⁶⁷ DLV Plant BV, 2008. Werkplan Bedrijfsnetwerk Biologisch Fruit 2008, www.biokennis.nl.
- ⁶⁸ Meeldauw op druiven kan bestreden worden met volle melk, Organic Newsline, 26/09/02, op www.agriholland.nl, december 2008.
- ⁶⁹ Genen ontdekt die plant vatbaar maakt voor valse meeldauw, Universiteit Utrecht, 21/05/07, op www.agriholland.nl, december 2008.
- ⁷⁰ <http://www.fruitwaard.com/nieuws.htm>, december 2008.
- ⁷¹ <http://www.jumiran.nl/kersen.htm>, december 2008.
- ⁷² Oostveen, A, 2008. Kersen telen onder glas onzekere business, Groenten + fruit, Doetinchem, Misset, nummer 35, p.28-29.
- ⁷³ Grandiek, N. ; Herk, J. van, 2007. De introductie van de rieteconomie : een duurzaam perspectief voor de Nederlandse veenweidegebieden, Utrecht, InnovatieNetwerk, 75 p.
- ⁷⁴ Hittestress voorkomen wordt door de klimaatverandering belangrijker, E. Colenbrander, Melk-vee.
- ⁷⁵ http://www.boerderij.nl/upload/2551709_661_1216188294997-koe_onder_douche.jpg, december 2008
- ⁷⁶ <http://www.dsd-dokkum.nl/beheer/assortiment2/img/model10-1.jpg>, december 2008
- ⁷⁷ Gobin A., P. Van De Vreken, J. van Orshoven, W. Keulemans, R. Geers, Jan Diels, H. Gulinck, M. Hermy, D. Raes, W. Boon, B. Muys, E. Mathijs, 2008. Adaptatiemogelijkheden van de Vlaamse landbouw aan klimaatverandering, Klimaatpark Arenberg, Spatial Applications Division Leuven, Katholieke Universiteit Leuven. 129 p.
- ⁷⁸ Dierengezondheidszorg Vlaanderen, 2005. Leverbotziekte, ook distomatose of fasciolosis genoemd, Diergeneeskundige ondersteuning.
- ⁷⁹ Koe & wij: oplossingen voor de knelpunten, <http://www.verantwoordeveehouderij.nl/producten/Koewij/Algemeen/Oplossingen.pdf>
- ⁸⁰ Galama, P., 2006. Rigoreus vooruit : bouwstenen voor nieuwe bedrijfssystemen in natte veenweidegebieden en beekdalen: een beeldenboek met innovatiekaarten, Wageningen, Animal Sciences Group.
- ⁸¹ Natureluur houdt zich goed, maar is nog niet geliefd, 05 mei 2008 09:00, <http://www.agd.nl/1051734/Nieuws/Foto-en-video/Fotoalbum/Natureluur-houdt-zich-goed,-maar-is-nog-niet-geliefd.htm>, december 2008.
- ⁸² Stienezen, M.W.J. ; Kasper, G.J. ; Holshof, G. ; Molema, G.J. ; Schut, A.G.T. ; Meuleman, J.J. ; Smits, M.C.J., Snelle meetmethoden als managementinstrument bij de teelt van ruwvoer, Animal Sciences Group, Lelystad, 2005.
- ⁸³ <http://www.nijssen-granico.nl/main/nl/D2/D2c/main.htm>, december 2008
- ⁸⁴ <http://www.grasdrogerij.info/foto.html>, januari 2009.
- ⁸⁵ Napel, J. ten, Robuust en veerkrachtig: robuuste dieren in een robuuste veehouderij, <http://www.kennisonline.wur.nl/NR/rdonlyres/DA72B533-84AE-4E64-8131-57ADD03EFF04/17579/RobuustenVeerkrachtig.ppt>, december 2008.
- ⁸⁶ Mul, M., Niewold, T., Boersma, W., Rooij, A. van, 2005. Management en de weerstand van varkens, Animal Sciences Group, Lelystad.
- ⁸⁷ <http://www.mycotoxinen.nl/varkens.htm>, januari 2009.
- ⁸⁸ <http://www.wekafinancieel.nl/netto-contante-waarde-en-interne-rentabiliteit.14392.lynkx>, december 2008.
- ⁸⁹ www.barenbrug.nl, december 2008
- ⁹⁰ Voort, M.P.J. van der, Timmer, R.D. ; Geel, W. van, Runia, W., Corré, W.J., 2008. Economie van energiegewassen, Lelystad, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- ⁹¹ <http://www.dewijnhoek.nl/nederland/page3.html>, januari 2008.
- ⁹² Visscher, J., Dekker, P.H.M., Boer, H.C. de, Brommer, E., Clevering, O.A., Dam, A.M. van, Geel, W.C.A. van, Haan, M.H.A. de, Hoving, I.E., Klooster, A. van der, Schooten, H.A. van, Schreuder, R., Wolf, P. de, 2008. Perspectieven bedrijfsmaatregelen voor duurzaam bodemgebruik : kosten en effectiviteit van vijf maatregelen, Animal Sciences Group van Wageningen UR, Lelystad, 2008.
- ⁹³ D. W. Bussink, L. van Schöll, H. van der Draai, W.H. van Riemsdijk, 2009. Beter waterbeheer en -kwaliteitsmanagement begint op de akker, Oosterbeek, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.