



# Klimaat en Landbouw Noord-Nederland

## Rapportage van fase 2

Ben Schaap, Greet Blom-Zandstra, Ilse Geijzendorffer, Tia Hermans, Rob Smidt  
& Jan Verhagen







# Klimaat en Landbouw Noord-Nederland Rapportage van fase 2

Ben Schaap<sup>1</sup>, Greet Blom-Zandstra<sup>1</sup>, Ilse Geijzendorffer<sup>2</sup>, Tia Hermans<sup>2</sup>, Rob Smidt<sup>2</sup>  
& Jan Verhagen<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Plant Research International

<sup>2</sup> Alterra

© 2009 Wageningen, Plant Research International B.V.

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

*Foto voorblad: Anton Haverkort*

## **Plant Research International B.V.**

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen  
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen  
Tel. : 0317 - 48 60 01  
Fax : 0317 - 41 80 94  
E-mail : [info.pri@wur.nl](mailto:info.pri@wur.nl)  
Internet : [www.pri.wur.nl](http://www.pri.wur.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
1. Inleiding	1
2. Aanpak	3
2.1 Keuze gewas en diergroepen	3
2.2 Klimaatfactoren	4
2.3 Klimaatscenario's en klimaatdata	4
2.4 De Klimaatkalender	6
3. Agro klimaat kalenders	7
3.1 Gras	7
Algemeen	7
Kalender	8
Situatie 2040	9
Situatie 2100	9
3.2 Pootaardappel	10
Algemeen	10
Kalender	11
Situatie 2040	13
Situatie 2100	13
3.3 Consumptie/zetmeelaardappel	14
Algemeen	14
Kalender	16
Situatie 2040	17
Situatie 2100	18
3.4 Wintertarwe	19
Algemeen	19
Kalender	21
Situatie 2040	22
Situatie 2100	22
3.5 Suikerbiet	23
Algemeen	23
Kalender	24
Situatie 2040	25
Situatie 2100	26
3.6 Lelie	27
Algemeen	27
Kalender	29
Situatie 2040	30
Situatie 2100	30
3.7 Winterpeen	31
Algemeen	31
Kalender	32
Situatie 2040	34
Situatie 2100	34

	pagina	
3.8	Zaaiui	35
	Algemeen	35
	Kalender	37
	Situatie 2040	38
	Situatie 2100	38
3.9	Koolzaad	39
	Algemeen	39
	Kalender	41
	Situatie 2040	42
	Situatie 2100	43
3.10	Artisjok	44
	Algemeen	44
	Kalender	45
	Situatie 2040	46
	Situatie 2100	46
3.11	Druif	47
3.11	Druif	47
	Algemeen	47
	Kalender	49
	Situatie 2040	50
	Situatie 2100	50
3.12	Kers	51
	Algemeen	51
	Situatie 2040	54
	Situatie 2100	54
3.13	Riet	55
	Algemeen	55
3.14	Zonnebloem	56
	Algemeen	56
	Situatie 2040	58
3.15	Tomaat	59
	Algemeen	59
	Situatie 2040	63
	Situatie 2100	63
4.	Literatuur	65
Bijlage I.	Klimaatfactoren	4 pp.
Bijlage II.	Klimaatdata 2100	6 pp.
Bijlage III.	Verzilting en zouttolerantie gewassen	2 pp.
Bijlage IV.	Termen en definities	2 pp.

# 1. Inleiding

In 2006 is het BSIK project adaptatie landbouw en klimaat Noord Nederland gestart. De eerste fase van het project was een verkennende voorstudie waarin naar de impact van markt- en klimaatverandering op de landbouw in Europa tot 2050 is gekeken. Voor twee klimaat-marktscenario's en drie gewassen is uitgezocht in welke Europese regio's op termijn perspectieven blijven bestaan voor landbouwproductie. De resultaten, gepresenteerd in Hermans & Verhagen (2008) (Hermans and Verhagen), laten zien dat de landbouw in de regio Noord-Nederland zich kan handhaven bij veranderende markt- en klimaatomstandigheden. Op basis van deze bevindingen is in de vervolg fases ingezoomd op de regio Noord-Nederland (Friesland, Groningen, Drenthe en Flevoland).

In de tweede fase is de klimaatgevoeligheid van 15 gewassen en 2 veehouderijsystemen in beeld gebracht. Deze gevoeligheid is vastgesteld via een combinatie van literatuurstudie en interviews met experts uit het onderzoek en de praktijk. De klimaatgevoelige periodes van de gewassen en systemen zijn, op basis van +/- honderd jaar meteo-gegevens in kaart gebracht. Om toekomstige veranderingen in het voorkomen van weersextremen te bepalen is gebruik gemaakt van klimaatscenario's waarbij is gekeken naar de tijdvensters 2040 en 2100. Voor de probleemperiodes worden vervolgens adaptatiemaatregelen voorgesteld (zie rapport De Wit et al., 2009).

In de derde fase schalen we op naar bedrijfssystemen. Op dit het bedrijfsniveau zullen de adaptatiemaatregelen in adaptatiestrategieën tot uitdrukking moeten komen. Naast de verantwoordelijkheid op bedrijfsniveau zullen ook andere bestuurlagen (bijvoorbeeld waterschap, provincie) en belanghebbende (bijvoorbeeld veredeling, onderzoek) worden betrokken bij de formulering van de adaptatiestrategieën.

Het geheel zal uitmonden in voorstellen voor actieplannen om de positieve en negatieve gevolgen van klimaatverandering maximaal te benutten of op te vangen.

In dit rapport wordt het werk dat door Wageningen UR (Alterra en Plant Research International) in fase 2 is uitgevoerd beschreven. Een overzicht van de werkzaamheden is gegeven in Tabel 1.1.

Tabel 1.1. *Overzicht van werkzaamheden in fase 2 en fase 3 van project hotspot Noord-Nederland, voor een uitleg van de gebruikte termen en definities, zie Bijlage IV.*

Wageningen UR	Grontmij
<i>Fase 2</i>	<i>Fase 2</i>
1) Identificeren van de relevante klimaatfactoren (gerelateerd aan klimaatparameters van KNMI) voor gewassen	
2) Kwantificeren van de impacts van de klimaatfactoren op de gewassen op dit moment (1990) en voor 2040 en 2100 (relatieve toename van het voorkomen en de geschatte schade in % oogstverlies).	3) Inventarisatie van adaptatiemaatregelen per gewas ter voorkoming van schade.
	5) combinatie van individuele maatregelen in adaptatiepakketten per actor.
<i>Fase 3</i>	<i>Fase 3</i>
4) Combinatie van gewassen tot bedrijfssystemen.	6) Integratie van adaptatiepakketten per actor tot adaptatiepakketten per bedrijfssysteem per regio volgens twee richtingen: handhaven van bestaande teelten en introductie van nieuwe gewassen.
7) Maatschappelijke kosten en baten van de verschillende adaptatiepakketten.	8) Adaptatiestrategie ontwikkelen waarin oplossingsstrategieën gecombineerd worden tot coherente strategieën.



## 2. Aanpak

De eerste stap is het bepalen van de gewas en diergroepen die in de analyse meegenomen dienen te worden. De tweede stap is het verkrijgen van relevante klimaatdata. De toekomstige klimaatdata is gegenereerd zijn op basis van de KNMI'06 klimaatscenario's (van den Hurk *et al.*, 2006). Deze twee ingrediënten vormen het fundament van de derde stap waarin een klimaatkalender is samengesteld. In de klimaatkalender is de confrontatie van gewas/dier en klimaat uitgewerkt en is een inschatting gemaakt van het klimaatafhankelijke effect (schade of voordeel) van een teelt, gegeven een klimaat.

Hieronder worden de verschillende elementen die nodig zijn om te komen tot de agro-klimaatkalender in meer detail beschreven.

### 2.1 Keuze gewas en diergroepen

De gewassen en dieren zijn gekozen op basis van een quick scan van de huidige situatie in Noord Nederland. Hierbij zijn vier criteria gehanteerd: huidig 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 Bedrijven (GIAB, 2006). Wij hebben gebruik gemaakt van de arealen (ha) (CBS, 2009), de berekende Nederlandse grootte-eenheden per hectare (NGE/ha) in 2006 om tot een eerste selectie te komen van gewassen. Gewassen in Noord-Nederland zijn gesorteerd op volgorde van omvang in ha en van NGE/ha. Gewassen die veel voorkomen, of die een hoge NGE/ha realiseren, zijn meegenomen in de analyse. Om de locatie aan te geven waar die gewassen geteeld worden, is BRP (Basis Registratie Percelen) gebruikt. Omdat gewassen op akkerbouwbedrijven in rotatie geteeld worden, zijn de BRP gegevens van 3 opeenvolgende jaren gebruikt om een beeld te krijgen waar een gewas voorkomt.

Naast 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. Dat heeft ertoe geleid dat zonnebloem, artisjok en druif zijn opgenomen in de gewaslijst.

De definitieve lijst (Tabel 2.1) is in overleg met de stuurgroep vastgesteld.

Tabel 2.1. Gewas en dier groepen in project Hotspot Noord-Nederland.

Gewas/Dier	Areaal (ha)*	Economische waarde (NGE/ha)**	Type	Sector
Pootaardappel	36.500	3,08	Voedsel	Akkerbouw
Zetmeelaardappel	46.000	1,18	Voedsel	Akkerbouw
Consumptieaardappel	69.300	1,44 (de Groot en 1,88 (klei))	Voedsel	Akkerbouw
Wintertarwe	140.600	0,84	Voedsel	Akkerbouw
Suikerbiet	72.200	1,76	Voedsel	Akkerbouw
Lelie	4.970	23,14 (bol)	Sier	Bollen
Riet	niet in CBS	n,b,	Energie	Akkerbouw
Peen	5.290 (winterpeen)		Voedsel	Groenteteelt
Koolzaad	2.470	0,64 (winter en zomer)	Energie	Akkerbouw
Zaaiui	20.300	2,33	Voedsel	Groenteteelt
Zonnebloem	400	0,78 (snijbloem)	Energie	Akkerbouw
Druif	140	10,36 (wijnbouw)	Voedsel	Fruitteelt
Gras	3.890.200	0,90	Voer	Melkveehouderij
Artisjok	-		Voedsel	Groenteteelt
Tomaat	1.480 (2007)	1,66 (losse tomaten) 1,86 (trostomaat)	Voedsel	Groenteteelt/Glas
Kers	670	9,36 (pit- en steenvruchten)	Voedsel	Fruitteelt
Melkkoeien			Voedsel	Melkveehouderij
Scharrelvarkens			Voedsel	Varkenshouderij

\* Van CBS.

\*\* GIAB 2008.

## 2.2 Klimaatfactoren

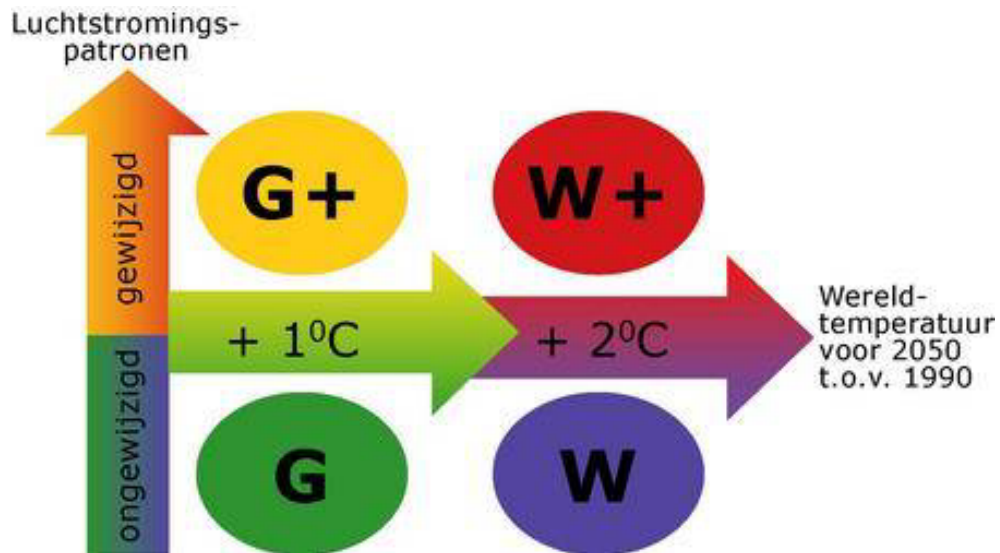
Elk gewas en dier heeft zijn eigen gevoeligheden en optimum wat betreft groeiomstandigheden (bodem en klimaat). Ook zijn de drempelwaarden waarbij schade optreedt per gewas en dier specifiek, verder is rekening gehouden met de groeistadia van het gewas, zaailingen hebben immers andere drempelwaarden dan bloeiende of afrijpende gewassen. 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 een kwaliteitsvermindering. De details voor iedere groep zijn beschreven in de klimaatkalenders (zie Hoofdstuk 3).

## 2.3 Klimaatscenario's en klimaatdata

Bij de uitwerking van de klimaatfactoren zijn we uitgegaan van dezelfde klimaatscenario's als in de voorstudie (Hermans et al., 2008). Waarbij het W+ -scenario overeenkomstig het A1 scenario een toekomstige wereld van zeer snelle economische groei en een snelle invoering van nieuwe, efficiëntere technologieën beschrijft. Ondanks nieuwe technologie zal de uitstoot van CO<sub>2</sub> in dit scenario het grootste zijn waardoor de temperatuur in het W+ scenario het hardste stijgt (zie Figuur 2.1). De wereldbevolking bereikt in het midden van de 21<sup>e</sup> eeuw een piek en neemt daarna geleidelijk af. Het G+ scenario's is overeenkomstig het B2 scenario, dit traject concentreert zich op duurzame

ontwikkeling binnen Europese regio's. De koppeling tussen de A1 en W+ en G en B2 scenario's is beschreven in Van den Hurk *et al.* (2006)

Vergeleken met A1 vertoont de wereld van B2 minder snelle en meer diverse technologische ontwikkelingen en minder economische groei. Door de verminderde economische groei zal de uitstoot van CO<sub>2</sub> lager liggen dan in het W+ scenario's. De bevolkingsgroei gaat door, maar in een lager tempo dan in traject A1.



Figuur 2.1. De KNMI'06 klimaatscenario's uit Van den Hurk *et al.* (2006).

Elk scenario is verdeeld in tijdvakken van 30 jaar waarbinnen de weersgegevens temperatuur, neerslag en verdamping op dagbasis zijn aangegeven. Hagelbuien worden niet weergegeven in de dataset met weersgegevens op dagbasis. Wind is op dagbasis wel meegenomen maar dat betekent dat windstoten met een hogere temporele resolutie niet in de dataset aanwezig zijn. Voor dit onderzoek zijn de tijdvensters 2040 en 2100 gebruikt (zie Tabel 2.2. Tijdvenster en bijbehorende tijdreeks KNMI). De keuze van deze tijdvensters sluit aan bij eerder uitgevoerde WLO scenariostudies (Janssen, 2006). Omdat de tijdvensters aansluiten is veel informatie van de WLO studie (demografie, autonome ontwikkelingen etc.) toepasbaar voor de studie naar landbouw en klimaat in Noord-Nederland. Bij de berekeningen is gebruikt gemaakt van de gegevens van station Eelde (Groningen) als maatgevend voor het klimaat in Noord-Nederland waarbij geen rekening is gehouden met regionale verschillen (zoals van de zee-invloed).

Tabel 2.2. Tijdvenster en bijbehorende tijdreeks KNMI.

Tijdvenster	Bijbehorende tijdreeks KNMI
Klimaat 1990	1976 - 2005
Klimaat 2040	2026 - 2055
Klimaat 2100	2086 - 2115

## 2.4 De Klimaatkalender

Per gewas zijn de klimaatdata voor ieder tijdvenster en de specifieke factoren naast elkaar gelegd om de impact van klimaatverandering te schatten: de klimaatkalender. Niet alle klimaatfactoren hebben een even solide basis in de wetenschap. Sommige drempelwaarden zijn terug te vinden in de literatuur andere zijn gebaseerd op expertkennis en praktijkkennis. De verschillende bronnen zijn aangegeven, maar er is verder geen waardeoordeel gegeven. Iedere kalender begint met een algemene beschrijving van het gewas of dier. Het economisch belang en het ruimtebeslag worden kort aangegeven. Voor gewassen die nu nog niet in Nederland geteeld worden, is indien mogelijk op een kaart aangegeven waar de bodem geschikt is voor de teelt van die gewassen. De kern van de kalender is echter het effect van klimaat op de teelt waarbij zowel indirecte (bijvoorbeeld ziekten & plagen, verzilting) en directe factoren (bijvoorbeeld hittegolf, vorst) zijn meegenomen.

Na een korte beschrijving van de relevante ziekten en plagen en de relatie met klimaat worden de belangrijkste activiteiten of teeltmomenten op maandbasis en de belangrijkste beperkingen voor de teelt gepresenteerd (zie Tabel 2.3).

*Tabel 2.3. De spreiding van de teeltmomenten over het jaar. Aangeven is ook of er door weersomstandigheden beperkingen kunnen ontstaan m.b.t. de teeltmomenten.*

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Beperking door
---------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------------

Op basis van literatuur, historische gegevens en expert kennis is vervolgens de opbrengstderving geschat (Tabel 2.4). Deze opbrengstderving kan het gevolg van zijn van een lagere fysieke oogst, kwaliteitsverlies of een combinatie van deze twee. De schatting van opbrengstderving is nodig om later de rendabiliteit van een adaptatiemaatregel (De Wit et al., 2009) of adaptatiepakket te kunnen bepalen.

*Tabel 2.4. Klimaatfactoren en de impacts op het gewas met een schatting van de opbrengstderving.*

Klimaatfactor	Periode	Impact op het gewas	Opbrengstderving
---------------	---------	---------------------	------------------

Nadat de relevante klimaatfactoren zijn vastgesteld, is het zaak te inventariseren met welke frequentie deze voorkomen in de geselecteerde tijdvensters. Voor ieder tijdvenster (1990, 2040 en 2100) is gekeken hoe vaak een bepaalde klimaatfactor per maand voorkomt.

De frequenties van klimaatfactoren over de referentieperiode rond 1990 (1976-2005) worden gebruikt voor de vergelijking met de toekomstige situaties. Voor de tijdvensters 2040 en 2100 is de verandering van de frequentie voor beide klimaatscenario's (G+ en W+) t.o.v. 1990 in een tabel weergegeven. Hier is dus in één oogopslag te zien of een bepaalde klimaatfactor toe of afneemt. Iedere kalender sluit af met een korte beschrijving van de bevindingen en de belangrijkste uitdagingen voor de toekomst.

In Hoofdstuk 3 zijn de kalenders voor de gewassen uitgewerkt. Voor de dierhouderij is een eenvoudiger formaat gebruikt, op basis van expert interviews.

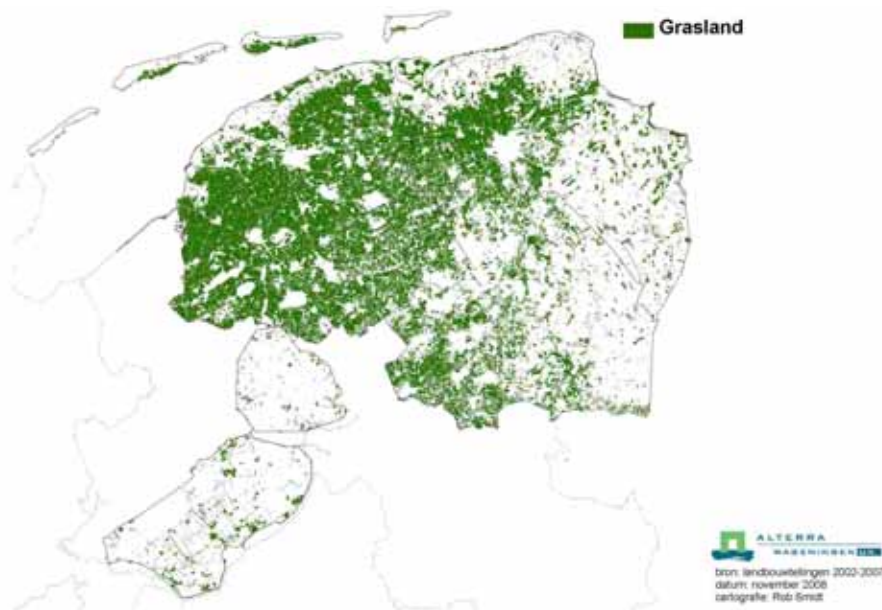
## 3. Agro klimaat kalenders

### 3.1 Gras

#### Algemeen

Gras is een meerjarig gewas en dient als veevoer, ofwel gemaaid ofwel in de weidegang. Engels raaigras (*Lolium perenne*) 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 Raairas 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 (Gertjan Holshof, ASG, pers. comm). Er zijn weinig insecten die grote schade veroorzaken aan de grasmat.

Gras heeft voldoende nutriënten en water nodig. Groei vindt grotendeels plaats van maart tot en met september. Tijdens de zomermaanden neemt de productie iets af. Na een periode van stress (groeistilstand) is Engels raaigras, in combinatie met een hoge vochtigheid en hoge temperatuur, gevoelig voor roest. Gras kan schade ondervinden van strenge vorst in combinatie met betreding.



Figuur 3.1. Verspreidingsgebied grasland in de noordelijke provincies (Bron: Alterra).

Tabel 3.1. Teeltoppervlak (1.000 ha) van grasland in Noord-Nederland en Flevoland over de tijd (Bron: CBS).

Periode	2006	2007	2008
Nederland	3.745,1	3.762,8	3.890,2
Groningen	52,7	52,2	53,2
Friesland	170,8	170,4	169,8
Drenthe	47,7	48,1	48,6
Flevoland	5,2	5,6	5,5

Graslanden worden in de intensieve teelt ongeveer eens in de vijf tot zes jaar opnieuw ingezaaid, maar kunnen veel langer worden gebruikt, (zie voor teeltmomenten Tabel 3.2). Deze praktijk heeft te maken met het melkquotum en de derogatie. De mestwetgeving bepaald dat herinzaaien van grasland op zandgrond alleen is toegelaten tussen 1 februari en 15 mei en niet in het najaar vanwege verhoogde kans op uitspoeling van nitraat. Op klei- en veengronden is herinzaai toegelaten tot 15 september. Op zandgronden wordt grasland in rotatie met vooral maïs gebruikt, in Flevoland op de kleigronden vooral met bollenteelt.

Tabel 3.2. *Teeltmomenten voor gras per maand en mogelijke beperkingen door weersomstandigheden.*

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Beperking door
Inzaaimomenten			X	X					X				
Grasland is beweidbaar			X	X	X	X	X	X	X	X			Of er koeien in de wei kunnen hangt af van hoe nat het veld is en of de dieren veel gras vertrappen
Maaien			X	X	X	X	X	X	X	X			Maaien in de intensieve teelt kan ongeveer ieder zes weken plaatsvinden tussen maart en oktober

Er wordt geen toename verwacht in de schaal en de infectiekans door ziekten en plagen van de grasmat als gevolg van klimaatverandering.

## Kalender

In Tabel 3.3 zijn de voor gras relevante klimaatfactoren weergegeven. Tevens is aangegeven in welke periode de factor een rol speelt en welke impact deze heeft op het gewas. In de laatste kolom is de geschatte schade aangegeven.

Tabel 3.3. *Relevante klimaatfactoren voor de productie van gras en de impact op het gewas.*

Klimaatfactor	Periode	Impact op het gewas	Opbrengstderving van (in % kg)
Tropisch en nat	april - sept	Schimmels en indien langdurig gaat gras dood; weten we uit ervaring in Midden China, waar Engels en Italiaans raaigras in juni door warmte en vocht dood gingen.	0-10%
Langdurig droog	mrt - okt	Geleidelijk effect op zodekwaliteit.	5-10% per maand
Zeer strenge vorst	nov - febr	Engels raaigras gaat dood; andere soorten als timothee ( <i>Phelum pratense</i> ) kunnen overleven: is wel een argument om timothee in mengsels op te nemen. Naarmate er meer tijd is verstreken sinds een winter met kale strenge vorst, laten boeren timothee weer weg uit mengsel.	20-40%
Aanhoudend hete dagen (periode van min. 3 dagen > 30 °C)	mrt - okt	Engels raaigras kan slecht tegen temperaturen boven de dertig graden. Planten kunnen afsterven waardoor de grasmat verslechterd, vooral als hoge temperatuur samengaat met sub-optimaal management.	0-10%

In Tabel 3.4 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 gras gevoelig is, evenals de perioden waarin gras gevoelig is.

*Tabel 3.4. Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 (Bron: KNMI, 2008), zie Tabel 3.3 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren voor gras.*

Klimaatfactor	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tropisch en nat				0	0	0	0	0	0			
Langdurig droog			0	0	0	0	0	0	0	0		
Zeer strenge vorst	2	0									0	0
Aanhoudend hete dagen				0	0	2	1	7	1			

*Tabel 3.5. 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 (Bron: KNMI 2008), zie Tabel 3.3 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren voor gras.*

Klimaatfactor	J		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D	
	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+
Tropisch en nat							0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0						
Langdurig droog					0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0				
Zeer strenge vorst	-1	-2	0	0																	0	0	0	0
Aanhoudend hete dagen							0	0	1	4	2	5	1	13	7	18	1	1						

## Situatie 2040

Voor Engels raigras is het vooral het aantal hete die in de 2040 meer gaan voorkomen (zie Tabel 3.5). De kans op aanhoudende hete dagen neemt 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.

## Situatie 2100

De situatie in 2100 is vergelijkbaar met die in 2040, geen noemenswaardige veranderingen (zie Bijlage II). 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.

### Bronvermelding

Van der Meer, H.G. pers. med. 2008. Plant Research International, Wageningen

Schukking, S. pers. med. 2008

Holshof, G. pers. med. 2008. Animal Sciences Group

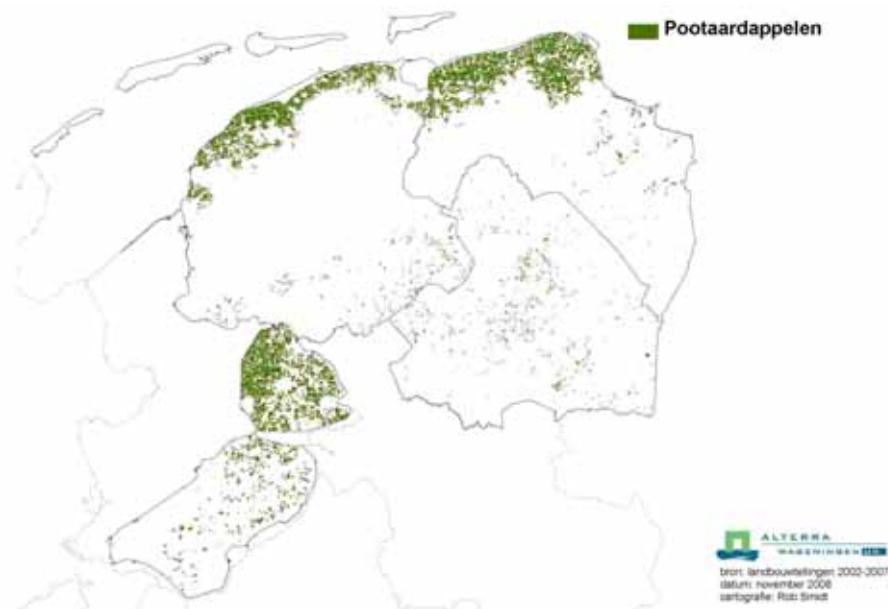
## 3.2 Pootaardappel

### Algemeen

De aardappel (*Solanum tuberosum L.*) is een lid uit de Solanaceae-familie. Pootaardappelen worden speciaal geteeld om te verkopen als uitgangsmateriaal voor de teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen in binnen- en buitenland. Kwaliteit van het pootgoed is een essentieel onderdeel in de preventie van (wereldwijde) verspreiding van ziekten en plagen.

We onderscheiden verschillende onderdelen van de aardappelplant: loof, stolonen, wortels en knollen. Vocht en temperatuur hoger dan 4C° is nodig voor de kieming. De kieming gebeurt kunstmatig voordat de poters de grond in gaan. Een hoge lichtintensiteit stimuleert de knolgroei. Het vormen van kiemen gebeurt vanuit de drogestofreserve van de moederknol, net als de vorming van wortels en stengels. We onderscheiden de periode tussen poten en opkomst, periode van loofgroei en de knolgroei periode (Bus *et al.*, 2003).

De belangrijkste gebieden voor de pootaardappelteelt liggen in de noordelijke kuststrook van Noord-Nederland vanwege onder meer het gunstige klimaat en de geschikte zeeklei bodems (Figuur 3.2: Verspreidingsgebied pootaardappelen in de noordelijke provincies, bron: Alterra) waardoor de ziektedruk minder is.



Figuur 3.2. Verspreidingsgebied pootaardappelen in de noordelijke provincies (Bron: Alterra).

Tabel 3.6. Teeltoppervlak (x 1.000 ha) van pootaardappelen in Noord-Nederland en Flevoland over de tijd (Bron: CBS, 2009).

Periode	2006	2007	2008
Nederland	37,4	36,7	36,5
Groningen	8,3	8,1	8,2
Friesland	6,3	6,4	6,5
Drenthe	1,0	0,9	1,0
Flevoland	8,6	8,4	8,0



### Beschrijving van relevante ziekten en plagen

De aardappelteelt is gevoelig voor een aantal ziekten die in belangrijke mate gestuurd worden door klimatologische omstandigheden, zoals Phytophthora (of aardappelziekte), Erwinia, aaltjes en aantal virussen. Phytophthora is een zeer gevaarlijke ziekte voor de aardappel (zie ook Tabel 3.7 voor de timing van de teeltmomenten). De oömyceet *Phytophthora infestans* kan namelijk onder gunstige weersomstandigheden met veel vocht en warmte in zeer korte tijd blad en knol aantasten. Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen om dit te voorkomen is in Nederland groot. Gewasbeschermingsmiddelen kunnen moeilijk toegepast worden bij natte veldomstandigheden omdat Phytophthora dan door de trekker met spuit verspreid wordt. De bacterieziekte Erwinia is in toenemende mate een probleem bij een warmer en natter wordend klimaat. Aaltjes en luizen zijn onder invloed van hogere temperaturen beter in staat om te overwinteren op waardplanten en zullen meer levenscycli krijgen waardoor de ziektedruk toeneemt.

Tabel 3.7. Teeltmomenten voor pootaardappelen per maand en mogelijke beperkingen door weersomstandigheden.

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Beperking door
1 Pootbedbereiding en poten			x	X									Droogte
2 Rugopbouw en aanfrezen				X	x								Droogte
3 Bespuiten tegen Phytophthora					x	X	X	X	x				Natte omstandigheden
4 Oogst							x	X	x				Natte omstandigheden
5 Ploegen	X	X	x							x	X	X	Natte omstandigheden

Net als bij andere knolgewassen is het aan te bevelen om ze in rotatie te plaatsen met graangewassen om op deze manier de bodemstructuur te verbeteren. Door het telen van granen in de rotatie wordt ook de ziektedruk van bodemorganismen zoals aaltjes beperkt. Pootaardappels hebben als voordeel ten opzichte van andere knolgewassen dat ze vroeger geoogst worden waarna al relatief vroeg in het najaar de wintergranen ingezaaid kunnen worden.

In 1998 is ongeveer 40% van de aardappelooft verloren gegaan en in 2000 10% als gevolg van hevige regenval. Daarnaast is het onvoorspelbare gedrag van Phytophthora een grote schadeveroorzaker.

## Kalender

Zie Tabel 3.8 voor de relevante klimaatfactoren voor de pootaardappelteelt, Tabel 3.9 voor de frequentie van deze klimaatfactoren in het huidige klimaat en Tabel 3.10 voor de frequentie van de klimaatfactoren in het klimaat rond 2040.



## Situatie 2040

De frequentie van het voorkomen van hittegolven neemt in 2040 al behoorlijk toe van 2 naar 4-12 in juli respectievelijk voor het G+ en W+ scenario waardoor doorwas een probleem gaat worden, zie Tabel 3.10. Het aantal hevige regenbuien lijkt echter eerder af te nemen. De toename van warm en nat weer zal de bacterieziekte *Erwinia* laten toenemen waardoor natrot en stengelrot vaker op gaan treden. In augustus neemt het voorkomen toe van 0 in het huidige klimaat tot het voorkomen 3-4 keer in 2040 in respectievelijk het G+ en W+ scenario. Een temperatuur hoger dan 40 °C komt alleen voor in het W+ scenario in 2100 waardoor directe oververhitting van aardappelplanten niet direct een probleem is. Het aanhoudende natte weer neemt in zeer lichte mate af waardoor de omstandigheden met betrekking tot *Phytophthora* licht verbeteren. De omstandigheden, waaronder *Phytophthora* ontwikkelt, komen minder voor en de omstandigheden om *Phytophthora* te bestrijden worden iets beter omdat er minder vaak een lange vochtige periode voorkomt. De warme winters met minimaal 14 dagen een maximumtemperatuur van meer dan 10 °C gaan toenemen. In 2040 van 0 tot 1 en 2 in respectievelijk het G+ en W+ scenario's voor de maand december. Hierdoor lopen de energiekosten flink op om uitlopers en rot te voorkomen.

De luizendruk wordt gestuurd door een aantal factoren waaronder de hoeveelheid generaties die zich kunnen ontwikkelen. Verwacht wordt dat de hoeveelheid generaties toeneemt bij een hogere gemiddelde temperatuur. De schade hiervan is lastig in te schatten omdat de dynamiek van de vector en de ziekte moeilijk te beschrijven is. De luizendruk voor de noordelijke kuststrook neemt ook toe in het geval van droge zomers waarin de windrichting zich wijzigt van west naar noord. Ook de aardappelpycnosticten (bijvoorbeeld *Globodera pallida*) profiteren van warmere omstandigheden waardoor zich meerdere generaties kunnen ontwikkelen. Hierdoor is het mogelijk dat van bepaalde rassen de partiële resistentie wordt doorbroken (bijvoorbeeld van Santé pers. med. Th. Been). Het wegvallen van de partiële resistentie zou voor de export van pootgoed desastreus zijn. Het zou kunnen dat de coloradokever in de toekomst meer een probleem gaat worden door de stijgende temperaturen. Daarnaast kan het zijn dat het probleem van aardappelopslag groter wordt 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 zorgen van daaropvolgende teelt van aardappels.

De problemen met natte omstandigheden op het veld lijken heel licht af te nemen, zie 'hevige regenval' en 'aanhoudend nat weer' in Tabel 3.10. Wellicht houdt dit in dat het makkelijker wordt om te bepalen wanneer er op het veld gereden kan worden.

## Situatie 2100

Op de lange termijn lijkt de trend tot 2040 door te zetten tot 2100 voor de meeste klimaatfactoren, zie Bijlage II.

### Bronvermelding

Haverkort, A.J. pers. med. 2008. Plant Research International, Wageningen

Kloos, J. pers. med. 2008. LTO-Noord, Drachten

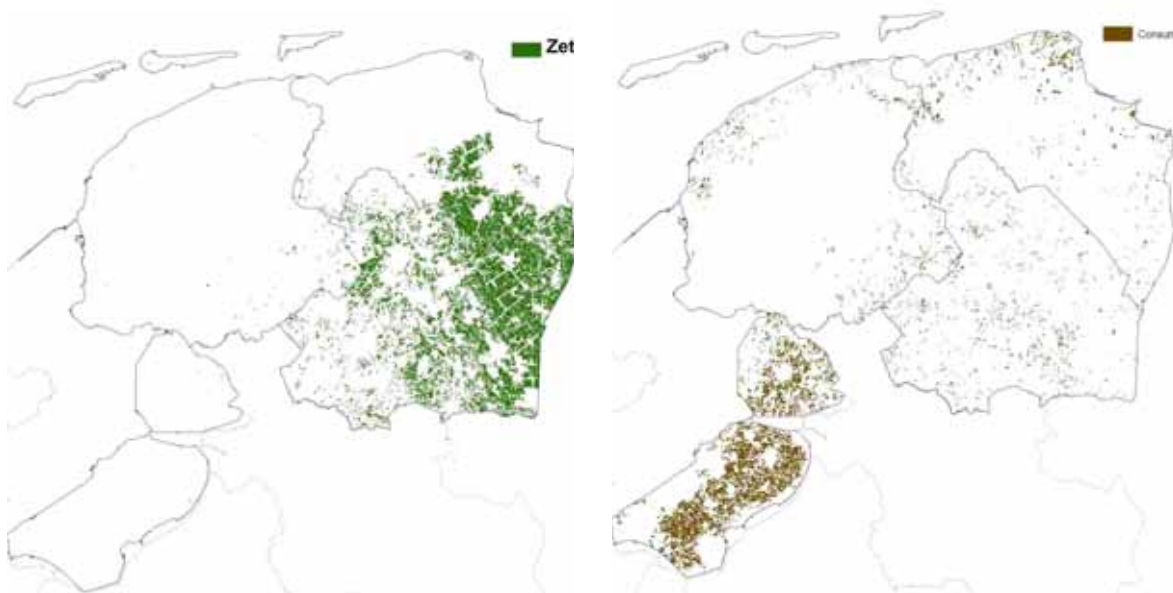
### 3.3 Consumptie/zetmeelaardappel

#### Algemeen

De aardappel (*Solanum tuberosum L.*) is een lid uit de Solanaceae-familie. De morfologie en fysiologie is in z'n algemeenheid dezelfde als voor pootaardappelen (zie paragraaf 3.2). Deze aardappelen zijn bedoeld als eindproduct voor de consumptie of verwerking.

Het vormen van kiemen gebeurt vanuit de drogestofreserve van de moederknol, net als de vorming van wortels en stengels. We onderscheiden de periode tussen poten en opkomst, periode van loofgroei en de knolgroei periode (Bus *et al.*, 2003).

De belangrijkste gebieden voor teelt van zetmeelaardappelen liggen op de hogere zandgronden van Drenthe en Groningen. De teelt van consumptieaardappelen vindt voornamelijk plaats op zeekleibodems (zie Figuur 3.3 en 3.4). Zetmeelaardappeltelers willen graag een zo hoog mogelijke opbrengst omdat ze op contractbasis telen en voor consumptieaardappeltelers is droogte niet zo'n groot probleem omdat dit vaak wordt gecompenseerd door een betere prijs.



*Figuur 3.3 en 3.4. Verspreidingsgebied zetmeelaardappelen en consumptieaardappelen in de noordelijke provincies (Bron: Alterra).*

Tabel 3.11. Teeltoppervlak(ha) van consumptie- en zetmeelaardappelen in Noord-Nederland en Flevoland in de jaren 2006-2008 (Bron: CBS, 2008).

Periode	Zetmeelaardappelen			Consumptieaardappelen		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Nederland	49.600	48.000	46.000	65.600	72.200	69.600
Groningen	16.157	15.205	14.927	155	273	214
Friesland	197	252	238	342	662	562
Drenthe	26.035	26.284	24.893	1.289	1.806	1.643
Flevoland	36	66	110	322	397	333

#### Beschrijving van relevante ziekten en plagen

De aardappelteelt is gevoelig voor een aantal ziekten die in belangrijke mate gestuurd worden door klimatologische omstandigheden zoals Phytophthora, Erwinia, aaltjes en aantal virussen. *Phytophthora infestans* is een zeer gevaarlijke ziekte voor de aardappel omdat deze onder omstandigheden met veel vocht en warmte in zeer korte tijd blad en knol kan aantasten. Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen om dit te voorkomen is groot. De bestrijding Phytophthora kan verhinderd worden door natte omstandigheden omdat de ziekte door de trekker met spuit verspreid wordt. De bacterieziekte Erwinia is toenemende mate een probleem bij een warmer en natter wordend klimaat. Aaltjes en luizen zullen onder invloed van hogere temperaturen meer cycli krijgen en zo ziekten kunnen overdragen en het gewas aantasten (pers med. Been, 2008).

Tabel 3.12. Teeltmomenten voor consumptie- en zetmeelaardappelen per maand en mogelijke beperkingen door weersomstandigheden.

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Beperking door
1 Pootbedbereiding en poten			x	X									Droogte
2 Rugopbouw en aanfrezen				X	x								Droogte
3 Bespuiten tegen Phytophthora					x	X	X	X	x				Natte omstandigheden
4 Oogst									x	X	x		Natte omstandigheden
5 Ploegen	X	X	x								x	X	Natte omstandigheden

Net als bij andere knolgewassen is het aan te bevelen om ze in rotatie te plaatsen met graangewassen om op deze manier de structuur te verbeteren en om de ziektedruk door aaltjes te verminderen. Consumptie/zetmeelaardappelen hebben niet het voordeel dat ze eerder geoogst worden zoals pootaardappelen, zie Tabel 3.12. Hierdoor is het mogelijk dat natte weersomstandigheden zorgen voor een late oogst en daardoor het tijdig ploegen en zaaien van andere gewassen kan verhinderen.

In 1998 is ongeveer 40% van de aardappelooft verloren gegaan en in 2000 10% als gevolg van hevige regenval. Daarnaast is het onvoorspelbare gedrag van Phytophthora een grote schadeveroorzaker.



Tabel 3.15. Toekomstige frequentie per maand van klimaatgebeurtenissen die in scenario G+ (licht) en W+ (grijs).schade veroorzaken rond 2040 in Noord-Nederland (station Eelde), gebaseerd op data van het KNMI in de periode 2026-2055, zie Tabel 3.13. Klimaatfactoren voor consumptie-/zetmeelaardappel en de beschrijving voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van de impact op het gewas.

Klimaatimpact*	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Hevige regenval					0	0	0	0	-1	+1	+1	0	0	
Hittegolf							+2	+12	+7	+12	+1	+3		
Warm en nat							+4	+6	+5	+6	+1	+2		
Extreme hitte						0	0	0	0	0				
Aanhoudend nat weer					-2	-2	-4	-2	-5	-4	-3	0	-1	
Aanhoudend warme winter	0	+2	+1	+3	+3	+8							+1	+1

## Situatie 2040

Hittegolven nemen in 2040 al behoorlijk toe van 2 naar 4-12 in juli respectievelijk voor het G+ en W+ scenario waardoor doorwas ook in pootgoed een probleem gaat worden. Hevige regenval lijkt echter eerder af te nemen. De toename van warm en nat weer zal de bacterieziekte *Erwinia* laten toenemen waardoor natrot en stengelrot vaker op gaan treden. In augustus neemt het voorkomen toe van 0 in het huidige klimaat tot 3-4 keer in 2040 in respectievelijk het G+ en W+ scenario. Het voorkomen van temperaturen hoger dan 40 °C vindt alleen plaats in het W+ scenario in 2100 waardoor directe oververhitting van aardappelplanten niet direct een probleem is. Het aanhoudende natte weer neemt in zeer lichte mate af waardoor de omstandigheden met betrekking tot *Phytophthora* licht verbeteren. De omstandigheden waaronder *Phytophthora* ontwikkeld komen minder voor en de omstandigheden om *Phytophthora* te bestrijden worden iets beter omdat er minder vaak een lange vochtige periode tijd voorkomt. De warme winters met minimaal 14 dagen een maximumtemperatuur van meer dan 10 °C gaan toenemen. In 2040 van 0 tot 1 en 2 in respectievelijk het G+ en W+ scenario's voor de maand december. De langdurige bewaring van consumptieaardappelen zal problematischer worden door de hogere temperaturen.

De luizendruk wordt gestuurd door een aantal factoren waaronder de hoeveelheid generaties die zich kunnen ontwikkelen (Xilong *et al.*, 1995). Verwacht wordt dat de hoeveelheid generaties toeneemt door een toename van de gemiddelde temperatuur. De schade hiervan is lastig in te schatten. Ook de aardappelcysteaaltjes (bijvoorbeeld *Globodera pallida*) profiteren van warmere omstandigheden waardoor zich meerdere generaties kunnen ontwikkelen. Hierdoor is het mogelijk dat van bepaalde rassen de partieelresistentie wordt doorbroken (bijvoorbeeld van Santé, pers. med. Th. Been). Het zou kunnen dat de coloradokever in de toekomst meer een probleem gaat worden door de stijgende temperaturen. Daarnaast kan het zijn dat het probleem van aardappelopslag groter wordt 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. Een verhoogd aaltjesprobleem heeft een verhoogd middelengebruik tot gevolg.

De problemen met natte omstandigheden op het veld lijken heel licht af te nemen, zie 'hevige regenval' en 'aanhouden nat weer' in Tabel 3.15. Wellicht houdt dit in dat het makkelijker wordt om te bepalen wanneer er op het veld gereden kan worden.

## Situatie 2100

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

### Bronvermelding

Been, Th. pers. med. 2008. Plant Research International, Wageningen

Haverkort, A.J. pers. med. 2008. Plant Research International, Wageningen

Kloos, J. pers. med. 2008. LTO-Noord, Drachten

Brus, K. pers. med. 2008



### 3.4 Wintertarwe

#### Algemeen

Tarwe (*Triticum* spp.) (Wintertarwe (*Triticum hybernum*)) is het grootste graangewas ter wereld, het voorziet 21% van de mensen van voedsel en wordt verbouwd op 200 miljoen hectare. Zo'n 5000 jaar geleden is deze plant van gematigde streken voor het eerst in onze regio aangekomen uit het Midden-Oosten waar het als een van de eerste landbouwgewassen werd gedomesticeerd.

Bij tarwe is er net als bij rogge en gerst de keuze voor een zomer- of winterras. Het winterras heeft een koude periode nodig waarna de plant in rust gaat en pas bij het warmer worden weer begint te groeien. De tarweplant behoort tot de *gramineeën* ofwel de grasachtigen waartoe ook maïs behoort.

Tarwe kent verschillende rassen die elk hun eigen toepassing hebben. De zogenaamde *T. durum* tarwe is een type dat met name voor pasta wordt gebruikt. Het graan *T. aestivum* dat in Noord-Nederland wordt geteeld voor het bakken van brood en dient vooral als veevoer. De productie per ha bedraagt inmiddels al 8-10 ton per hectare.

Tarwe behoort tot de monocotylen of tweezaadlobbigen. Op de stengels zitten bladen die bestaan uit een bladschijf en bladschede. Tarwe is een gewas dat met een uitgebreid wortelstelsel tot 1 meter diep wortelt. De aar krijgt na bevruchting naaktzadige korrels. We onderscheiden de vegetatieve fase waarin kieming, spruiten en bladvorming plaatsvindt en de generatieve fase waarin de korrelvorming en korrelvulling plaatsvindt.

Tarwe wordt overal in Nederland geteeld in vruchtwisseling met een breed spectrum aan gewassen. Het Oldambt is bij uitstek een graangebied, hier bestaat de vruchtwisseling voor een groot gedeelte uit granen, zie Figuur 3.5 en Tabel 3.16.

Het merendeel van het totale areaal granen in Nederland wordt door wintertarwe ingenomen (ca 63%). Voor de andere granen is dit respectievelijk: zomertarwe 7%, wintergerst 5%, zomergerst 19%, rogge 4% en haver 2% (Darwinkel, 1997).



Figuur 3.5. Verspreidingsgebied wintertarwe in de noordelijke provincies (Bron: Alterra).

Tabel 3.16. Teeltoppervlak(ha) van wintertarwe in Noord-Nederland en Flevoland over de tijd (Bron: CBS).

Periode	2006	2007	2008
Nederland	121.000	124.000	141.000
Groningen	29.400	28.400	31.600
Friesland	4.810	5.000	7.190
Drenthe	2.420	3.180	2.330
Flevoland	11.100	11.700	13.300

*Beschrijving van ziekten en plagen (die een relatie hebben met klimaat)*

We onderscheiden kiem-, voet-, blad- en aarziekten. De wintertarweteelt is gevoelig voor een aantal ziekten die in belangrijke mate gestuurd worden door klimatologische omstandigheden zoals bladvlekkenziekte, septoria en aarfusarium. De belangrijkste ziekten die mede door het klimaat worden gestuurd zijn op dit moment gele roest (*Puccinia striiformis*), septoria (*Septoria tritici*), aarfusarium (*Fusarium spp.*) en gerstvergelingsvirus (*Luteovirus*).

Tabel 3.17. Teeltmomenten voor wintertarwe per maand en mogelijke beperkingen door weersomstandigheden.

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Beperking door
Zaaibedbereiding									x	xx	xx	x	Te natte omstandigheden op het veld
Zaaien	x	x							x	xx	xx	x	Te natte omstandigheden op het veld
Bemesten			x	x	x								Te natte omstandigheden op het veld
Bespuiten				x	xx	x							Veel winderige en natte dagen
Oogst, korrel droogt onvoldoende								x	x				Stijgende relatieve vochtigheid
Oogst, het stro komt moeilijk door de maaidorser								x	x				Dauwvorming
Ploegen: gebeurt in principe de hele winter, is afhankelijk van de bodemeigenschappen van het perceel, de neerslag en de rotatie	x								x	XX	XX	x	Natte omstandigheden bodem

Graangewassen worden in een vruchtwisseling veel gebruikt om de ziektedruk laag te houden. Aaltjes die schadelijk zijn voor knolgewassen hebben in een jaar met graan geen mogelijkheid om zich te vermeerderen waardoor de populatie achteruit gaat. Dit resulteert in een lagere ziektedruk voor knolgewassen wanneer graan als voorvrucht gekozen is. De graanoogst is afhankelijk van het drogen van de korrel én de stengel. De korrel moet voldoende droog zijn voor de verwerking in voedselproducten. Echter, als de stengel nog groen is en de korrel droog dan kan er niet gedorst worden, dit is vaak het geval bij hoog productieve rassen (Darwinkel, 1997). Het kan dan voorkomen



Tabel 3.20. Toekomstige frequentie van klimaatfactoren die in scenario G+ (licht) en W+ (grijs). schade veroorzaken rond 2040 in Noord-Nederland (station Eelde), gebaseerd op data van het KNMI in de periode 2026-2055, zie Tabel 3.18 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van de impact op het gewas.

Klimaatfactor	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
Langdurig droog						+1	+2	+1	+1	+1	+2				
Aanhoudend nat				0	0	-2	-2								
Aanhoudend vochtig						-1	0	+1	-2	-1	-4				
Windstoten i.c.m. zware buien						0	0	0	0	0	+1	+1			
Aanhoudend nat weer								-2	-5	-4	-3	0	-1		
Kwakkelweer	0	0	+2	+3	0	+1						0	0	0	0

## Situatie 2040

Tijdens de stengelstrekingsfase kan er opbrengstderving optreden bij langdurige droogte, dit neemt in het G+ en W+ scenario's licht toe, zie Tabel 3.20. Kwakkelweer lijkt ook een beetje toe te nemen waardoor wortels op kunnen vriezen. Aanhoudend nat weer gaat in de toekomst iets minder worden waardoor de bereikbaarheid van de oogstperiode (juli-augustus) beter wordt. Het ziet er niet naar uit dat er zeer grote opbrengst- of kwaliteitsdervingen plaats gaan vinden bij de teelt van wintertarwe.

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. Als in september/oktober bladluizen het gewas besmetten en de luizen ook de winter overleven dan kan er in voorjaar grote schade ontstaan door gerstvergelingsziekte, dit komt echter meer in Zuid-West Nederland voor.

## Situatie 2100

In 2100 zien we dat de ontwikkelingen die in de kalender voor 2040 duidelijk doorzetten. De relevantie van droogte en warmte gaat toenemen. Echter, verwacht mag worden dat deze veranderingen niet zeer schadelijk zijn.

## 3.5 Suikerbiet

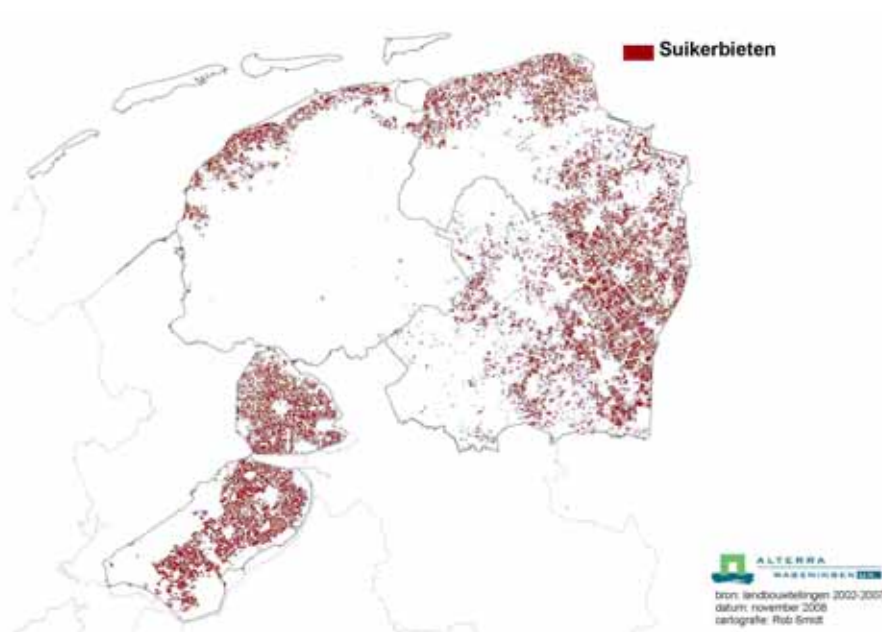
### Algemeen

Suikerbiet (*Beta vulgaris*) wordt zoals de naam doet vermoeden geteeld voor de productie van suiker. Vooral in de gematigde streken wordt hij 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 (meegeroide grond) en enkele chemische parameters.

Suikerbieten worden in principe in heel NL geteeld maar de kleigronden zijn gevoelig voor structuurverlies en daarom zijn zware kleigronden minder geschikt, zie Tabel 3.21 en Figuur 3.6.

Tabel 3.21. Teeltoppervlak(ha) van suikerbiet in Noord-Nederland en Flevoland over de tijd (Bron: CBS).

Periode	2006	2007	2008
Nederland	82.782	82.026	72.231
Groningen	10.667	10.535	9.764
Friesland	3.223	2.892	2.614
Drenthe	10.545	11.077	10.267
Flevoland	10.874	10.811	9.378



Figuur 3.6. Verspreidingsgebied van suikerbienteelt in de noordelijke provincies (Bron: Alterra).

*Beschrijving van ziekten en plagen (die een relatie hebben met klimaat)*

Suikerbieten zijn gevoelig voor bladziekten, aaltjes, schimmels en vraat van insecten zoals ritnaalden en bietenkevertjes (*Atomaria linearis*). Om een vroege aantasting van ziekten te voorkomen wordt het zaad geëpileerd, de zaden worden omhuld en behandeld met gewasbeschermingsmiddel zodat ze maximale bescherming hebben en zeer nauwkeurig gezaaid kunnen worden. Rhizomanie is gerelateerd aan het klimaat omdat dit virus dat overgebracht wordt door bodemschimmels die beter gedijen bij natte omstandigheden.

Tabel 3.22. *Teeltmomenten voor suikerbieten per maand en mogelijke beperkingen door weersomstandigheden.*

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Beperking door
Droogte		x	X										Pootbedbereiding en zaaien, natte winter zorgt voor uitstel zaaitijdstip
Natte omstandigheden				X	X	X							Bij slechte ontwatering kan Rhizomanie een probleem zijn
Natte omstandigheden bodem									X	XXX	x		Rooien, bij rooien is men ook afhankelijk van de toestand van de bodem.
Natte omstandigheden bodem										x	X	X	Ploegen: gebeurt in principe in het najaar, alleen op lichte gronden wordt er van december tot januari februari en soms maart geploegd.

Net als bij andere knolgewassen is het aan te bevelen om ze in rotatie te plaatsen met graangewassen om op deze manier de structuur te verbeteren. Suikerbieten worden niet vroeg geoogst waardoor er niet al te veel tijd is tussen de oogst en de zaai van het volgende wintergraangewas.

## Kalender

Tabel 3.23. *De klimaatfactor en de impact op het gewas.*

Klimaatfactor	Periode	Impact op gewas	Bereik van geschatte schade (%)
Langdurig droog	mei - sept	Problemen bij opkomst	10-35
Wisselvallig nat weer	juli - sept	Heeft laag suikergehalte tot gevolg	10-25
Aanhoudend nat weer	juli - sept	Bij vochtige omstandigheden van de grond kan Rhizomanie optreden	10-50
Aanhoudend warme winter	juni - aug	Bewaring van bieten bij warm weer lijdt tot verlies van suikergehalten	10-25
Nachtvorst	dec - mrt	Opkomende kiemplantjes kunnen doodvriezen	10-20

Tabel 3.24. Frequentie van klimaatfactoren die in het huidige klimaat schade veroorzaken in Noord-Nederland (station Eelde), klimaatdata (1976-2005) afkomstig van het KNMI, zie Tabel 3.23 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van de impact op het gewas.

Klimaatfactor*	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Langdurig droog			0	2								
Wisselvallig nat weer								13	8			
Aanhoudend nat weer				4	4	9	8					
Aanhoudend warme winter	0	0	3									0
Nachtvorst			89	33								

Tabel 3.25. Toekomstige frequentie van klimaatfactoren die in scenario G+ (licht) en W+ (grijs).schade veroorzaken rond 2040 in Noord-Nederland (station Eelde), gebaseerd op data van het KNMI in de periode 2026-2055, zie Tabel 3.23 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van de impact op het gewas.

Klimaatfactor*	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Langdurig droog			0	0	+1	+1							
Wisselvallig nat weer								+2	-3	-1	-4		
Aanhoudend nat weer				-1	-2	-1	0	+1	-2	-1	-4		
Aanhoudend warme winter	0	+2	+1	+3	+3	+8						+1	+1
Nachtvorst			-38	-58	-17	-28							

## Situatie 2040

Langdurige perioden met droogte nemen nauwelijks toe in 2040 en daarmee zullen de problemen met opkomst ook niet toenemen, zie Tabel 3.25. Het is niet duidelijk of wisselvallig en nat weer nu toe of af gaat nemen, in september lijkt dit weertype af te nemen waardoor suikergehaltes licht kunnen stijgen ten op zichten 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 bietenplantjes zodat die een lagere kans hebben om dood te vriezen bij opkomst.

Witte bietencysteeltjes 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, bij pootaardappelen is dat anders omdat de verkoop schoon moet zijn van parasitaire aaltjes voordat het als uitgangsmateriaal verder verkocht wordt. Overigens komen de witte bietencysteeltjes voornamelijk in de klei gebieden van Noord-Nederland voor en zijn zandgronden niet betroffen.

## Situatie 2100

De trend die is ingezet door voor de overige klimaatfactoren zet door voor 2100, zie Bijlage II.

### Bronvermelding

Chmielewski, F.-M., Müller, A., Bruns, E., 2004.

Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000. *Agricultural and Forest Meteorology* 121, 69-78.

Ortiz, R., Sayre, K.D., Govaerts, B., Gupta, R., Subbarao, G.V., Ban, T., Hodson, D., Dixon, J.M., Iván Ortiz-Monasterio, J., Reynolds, M., 2008.

Climate change: Can wheat beat the heat? *Agriculture, Ecosystems & Environment* 126, 46-58.

Lamers, J.G. pers. med. 2008 PPO-AGV, Lelystad.



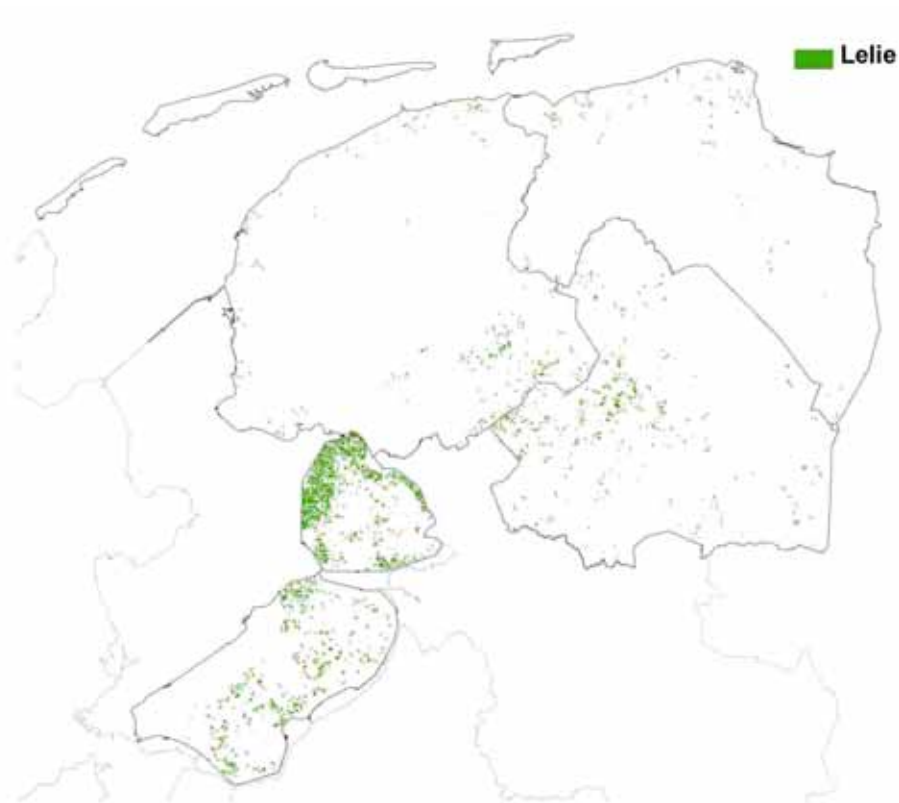
## 3.6 Lelie

### Algemeen

Lelie (*Lilium bulbiferum*) is een 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 (ROL, 2005).

De Lelifamilie (*Liliaceae*) is een familie van eenzaadlobbige planten. De lelie heeft schubben die voor de vermeerdering uitgeplant kunnen worden.

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 plaats, zie Figuur 3.7.



*Figuur 3.7. Verspreidingsgebied van bollenteelt in de noordelijke provincies, waarbij de bollenteelt in Drenthe het grootste deel van de lelieteelt vertegenwoordigt (Bron: Alterra).*

Tabel 3.26. Teeltoppervlak(ha) van lelie in Noord-Nederland en Flevoland over de tijd (Bron: CBS).

Periode	2006	2007	2008
Nederland	4.886	5.009	4.970
Groningen	400	47	33
Friesland	295	321	290
Drenthe	776	756	853
Flevoland	505	548	527

*Beschrijving van ziekten en plagen (die een relatie hebben met klimaat)*

Fusarium en Botrytis (*Botrytis elliptica*) zijn belangrijke schimmelziekten in de lieweeteelt. Het Leliemozaïekvirus kan verkleuringen en streperigheid van bloem en blad veroorzaken. Katoenluis 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. Verder zou mogelijkwerwijs schub- of bolrot een groter probleem kunnen worden als het natter wordt of als er pas heel laat geogst kan worden.

Tabel 3.27. Teeltmomenten voor lelie per maand en mogelijke beperkingen door weersomstandigheden.

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Beperking door
Pootbedbereiding			x	X									Te droog of te nat
Planten				x	X								Te droog of te nat
Besputen					X	X	x	x	x				Spuiten met gewasbeschermingsmiddel veroorzaakt verbranding van het blad
Beregenen						x	x	x	x	x			Regen veroorzaakt structuurbederf
Rooien									x	X	x		Natte omstandigheden

Bij de teelt van lelie worden veel gewasbeschermingsmiddelen gebruikt vanwege de kwetsbaarheid van het gewas en het kapitaalintensieve karakter van de teelt. Dit gebruik van middelen zorgt voor spanningen met de omliggende natuur. Met name in Drenthe ligt de lieweeteelt vaak vlak naast natuur.

## Kalender

Tabel 3.28. De klimaatfactor en de impact op het gewas.

Klimaatfactor	Periode	Impact op gewas	Bereik van geschatte schade (%)
Hevige regenval Zomers, maar nat	juli - sept apr - juni	Verdrinken bollen en meer kans op schubrot. 1. Botrytus (ook wel vuur genoemd) 2. Fusarium kan een probleem vormen als er nog weinig wortels gevormd zijn.	25-100 (ook *) 10-75
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
Aanhoudend warme winter	dec - maart	Koeling kost meer energie	10 *
Hagel (zware buien)	juni - aug	Hagelschade aan blad en knop	25-75

\* Hier treedt met name kwaliteitsverlies op en niet zozeer opbrengstderving.

Tabel 3.29. Frequentie van klimaatfactoren die in het huidige klimaat schade veroorzaken in Noord-Nederland (station Eelde), klimaatdata (1976-2005) afkomstig van het KNMI, zie Tabel 3.28 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van de impact op het gewas.

Klimaatfactor*	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hevige regenval Zomers, maar nat							7	7	9			
Bodem staat blank; enkele weken				0	0	0				0	0	
Aanhoudend warme winter	0	0	3									0
Hagel (zware buien)						4	7	7				

Tabel 3.30. Toekomstige frequentie van klimaatfactoren die in scenario G+ (licht) en W+ (grijs) schade veroorzaken rond 2040 in Noord-Nederland (station Eelde), gebaseerd op data van het KNMI in de periode 2026-2055, zie Tabel 3.28 voor een nadere omschrijving van de klimaatfactoren en de omschrijving van de impact op het gewas.

Klimaatfactor*	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Hevige regenval							+1	+1	0	+1	0	+1		
Zomers, maar nat				0	0	0	0	+4	+5					
Bodem staat blank; enkele weken										0	0	0	0	
Aanhoudend warme winter	0	+2	+1	+3	+3	+8							+1	+1
Hagel (zware buien)							+1	+1	+1	+1	0	+1		

## Situatie 2040

Zoals verwacht zullen de extreem warme winters vaker plaatsvinden (zie Tabel 3.30), dit zal extra energie vragen om de bollen te koelen. Een van de grootste risico's die toe gaan nemen is de verhoogde kans op hagelbuien. De verandering in de frequentie van zware buien is weliswaar niet spectaculair maar de mogelijke 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 lelieteler 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. Wij kunnen op basis van onze gegevens alleen een indicatie geven voor meer hagel door hagelbuien direct te koppelen aan zware zomerse buien. Het overgrote deel van de lelieteelt vind op contractbasis plaats waardoor de risico's van de Noord-Nederlandse boer beperkt blijven omdat het niet zijn eigen bollen zijn.

Verder is er het verhoogde risico van virusoverdracht als gevolg van hogere temperaturen waar bladluizen goed bij gedijen (de Kock *et al.*, 2009).

## Situatie 2100

De veranderingen die tussen de huidige situatie en de situatie van 2040 optreden zullen zich voortzetten tot 2100, zie Bijlage II. Het blank staan van de bodem komt nu wel 1 keer voor maar zal zeer afhankelijke zijn van lokale omstandigheden.

### Bronvermelding

ROL, 2008

Persoonlijke mededelingen A. Peterse, 2008. Hoofd veredeling Testcentrum voor siergewassen, Hillegom

Persoonlijke mededelingen B. Bisschops, 2008. DLV-Plant, Lisse

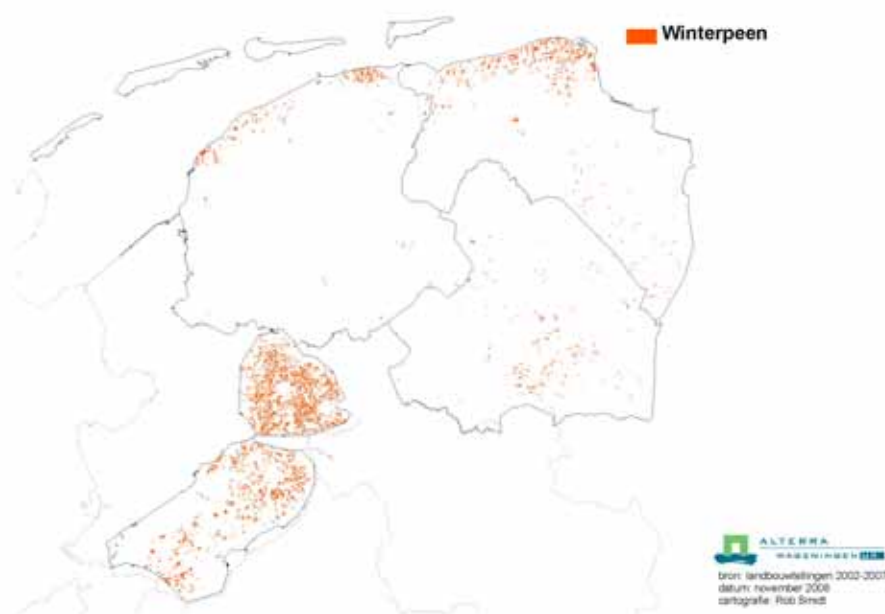
## 3.7 Winterpeen

### 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. Winterpeen groeit op ruggen en heeft een lage stikstof behoefte. Het laat ook weinig stikstof in de bodem achter. Winterpeen is zoutgevoelig. Bij een hoge concentratie wordt kieming geremd. Onkruidbestrijding kost de meeste arbeidsuren.

Peenteelt gaat gepaard met een groot scala aan ziekten en plagen, waardoor de gewas rotatie ruim moet worden opgezet (1 op 8). Een onvoldoende bewaarmethode na de oogst kan schade door ziekten en plagen in de hand werken.

De belangrijkste gebieden voor winterpeen zijn de Noordoostpolder, Flevoland en de noordelijke kuststrook, zie Figuur 3.8 en Tabel 3.31.



Figuur 3.8. Verspreidingsgebied winterpeen in de noordelijke provincies (Bron: Alterra).

Tabel 3.31. Teeltoppervlak (ha) van winterpeen in Noord-Nederland en Flevoland over de tijd (Bron: CBS).

Periode	2006	2007	2008
Nederland	828	820	722
Groningen	107	105	98
Friesland	32	29	26
Drenthe	105	111	103
Flevoland	109	108	94

De kwaliteit van winterpeen is sterk afhankelijk van een goede bodemstructuur en de doorwortelbaarheid van de grond. Goede voorvruchten voor winterpeen zijn aardappelen, granen, uien en grasland. Winterpeen is een matige voorvrucht voor andere gewassen. Het laat niet alleen weinig stikstof achter, maar veroorzaakt bovendien een slechte structuur van de bodem. De belangrijkste teeltmomenten van winterpeen zijn gegeven in onderstaand overzicht (Tabel 3.32).

Tabel 3.32. Teeltmomenten voor winterpeen per maand en mogelijke beperkingen door weersomstandigheden.

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Beperking door
Zaaien				X	X								Te droog of te nat
Oogst										X	X		Te droog of te nat

#### Beschrijving van ziekten en plagen (die een relatie hebben met klimaat)

Belangrijkste ziekten zijn Sclerotinia, Alternaria en de zwarte vlekken ziekte. Belangrijkste plagen zijn wortelvlieg en wortellesieaaltje (*Pratylenchus penetrans*). Vochtige omstandigheden tijdens de oogst maakt de winterpeen gevoeliger voor schimmels (*Alternaria radicina*, *Mycocentrospora acerina* en Chalara-soorten). Slechte ontwatering van de bodem bevordert de aantasting van het gewas door Pythium soorten welke cavity spot veroorzaken. Als het loof langdurig nat blijft dan is er meer kans op schimmelinfecties. Hoe mooier het weer (zon, droog, lekker warm), hoe beter de wortelvlieg gedijt. Droogte zorgt voor gewasgroei remming.

Peen deelt veel ziekten en plagen met andere schermbloemige gewassen (venkel, knolselderij, peterselie en pastinaak). Daarom is de vruchtwisseling erg van belang voor een goede oogst.

## Kalender

In Tabel 3.33 zijn de voor winterpeen relevante klimaatfactoren weergegeven. Tevens is aangegeven in welke periode de klimaatfactor een rol speelt en welke impact deze heeft op het gewas. Daarnaast is de geschatte schade aangegeven.

Tabel 3.33. Relevante klimaatfactoren voor winterpeen en de impact op het gewas.

Klimaatfactor	Periode	Impact op het gewas	Bereik van geschatte opbrengstderving (%)
Te droog groeiseizoen	apr - juni	Droogte heeft de meeste impact tijdens de kiemingsfase (helemaal omdat er in Noord Nederland minder beregent kan worden vanwege zilter grondwater(?)). Droogte zorgt voor achterblijvende kieming.	30-40
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 (100% oogstreductie). Wortels groeien op ruggen en de wortels worden steeds langer en komen steeds sneller met de punt in het water te staan. Dus de potentiële oogstreductie wordt groter naar mate de tijd vordert.	10-100
Hoosbuien	aug - nov	Harde buien zorgen voor het dichtslaan van de bodem met kans op rotting van de winterpeen (zie hierboven), maar de kans hierop is kleiner.	10-50
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
Lang aanhoudende hitte	juli - aug	Remt de groei, maar veroorzaakt verder geen schade.	0-15

#### Huidige situatie

In Tabel 3.34. Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 (Bron: KNMI), zie is per klimaatfactor per maand aangegeven hoe vaak deze voorkomt in de referentieperiode (1976-2005). In de tabel zijn alleen die klimaatsfactoren meegenomen waarvoor winterpeen gevoelig is, evenals de perioden waarin winterpeen gevoelig is. Zo is bijvoorbeeld te zien dat in een periode van 30 jaar het 12 keer is voorgekomen dat april te droog was. Vooral een te droog groeiseizoen komt vaak voor. Er wordt door boeren inderdaad veelvuldig beregend in winterpeen.

Tabel 3.34. Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 (Bron: KNMI), zie Tabel 3.33 voor een nadere omschrijving van de klimaatimpacts en de omschrijving van het effect of het gewas.

Klimaatfactor*	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Te droog groeiseizoen				12	11	4						
Bodem staat blank; enkele dagen						0	0	2	1	0	0	
Hoosbuien								1	0	0	0	
Nachtvorst					2	0						
Lang aanhoudende hitte							0	0				

## Situatie 2040

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, 2 keer per 30 jaar in plaats van 1 keer of nooit. De kans op nachtvorst in mei verdwijnt. Over het algemeen veranderen de omstandigheden voor winterpeenteelt in de toekomst nauwelijks: de kans op een droge maand in het groeiseizoen en de kans op blank staan van het land neemt iets toe, de kans op nachtvorst in mei verdwijnt. Het zou kunnen dat gebieden aan de kust of langs rivieren vanwege overstromingsgevaar ook wat vaker blank komen te staan en dat de hoeveelheid water voor het beregenen onvoldoende voorradig is in de toekomst. Deze twee aspecten zijn echter in deze fase van de studie niet verder uitgediept.

*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 (Bron: KNMI), zie Tabel 3.33 voor een nadere omschrijving van de klimaatimpacts en de omschrijving van het effect of het gewas.*

Klimaatfactor*	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
Te droog groeiseizoen				0	0	+1	+2	+1	+4						
Bodem staat blank; enkele dagen						0	0	0	0	+1	+1	0	0	0	+1
Hoosbuien								+1	+1	+1	+2	0	0	0	0
Nachtvorst					-2	-2	0	0							
Lang aanhoudende hitte							0	0	0	0					

## Situatie 2100

Vooraf het aantal te droge jaren neemt toe, zie Bijlage II. In scenario W+ zal in twee van de drie jaren het groeiseizoen te droog zijn. Voldoende water van goede kwaliteit zal steeds belangrijker worden. De overige klimaatfactoren (bodem blank, hoosbuien) veranderen niet noemenswaardig. 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

### Bronvermelding

www.plantaardig.com, 2008

Sukkel *et al.*, 2004

Mond. med., Eriksen, 2009



## 3.8 Zaaiui

### 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.

De belangrijkste factoren voor de bolvorming van de ui zijn daglengte en temperatuur. Hoe hoger de temperatuur hoe sneller de bolvorming plaatsvindt. In warme jaren rijpen uien sneller af. Naarmate de bolvorming vordert wordt de hals van de ui zwakker en gaat het loof (door toe doen van de wind) liggen. Bij complete bolvorming gaat de ui in rust. Tijdens de bewaring kunnen uien uitlopen als de bewaringstemperatuur zich tussen de 5 en 25°C bevindt. Vocht in de bewaar ruimte kan ook uitlopen stimuleren. Als er in mei een periode van relatieve koude is (7-13°C), dan kan dit er toe leiden dat een aantal uien gaan bloeien. Hierdoor verslechtert de kwaliteit aanzienlijk.

Zaaiuien worden met name in Flevoland en op de noordelijke zeekleigebieden geteeld (zie Figuur 3.9 en Tabel 3.36). 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 zwavelgronden. Het belangrijkste is echter dat tijdens de oogst het land goed bewerkbaar is. De machinerie, de gevoeligheid van uien voor schimmels en de drogingcapaciteit van de opslagruimtes vereisen dit.

De ui ontwikkelt zich traag in het begin van de groeiperiode met weinig bladgroei en is daardoor erg gevoelig voor onkruiddruk.



*Figuur 3.9. Verspreidingsgebied zaaiui in de noordelijke provincies (Bron: Alterra).*

Tabel 3.36. *Teeltoppervlak(ha) van zaaiui in Noord-Nederland en Flevoland over de tijd (Bron: CBS).*

Periode	2006	2007	2008
Nederland	18.485	20.148	20.301
Groningen	676	808	821
Friesland	68.461	75.341	827
Drenthe	8	27	20
Flevoland	7.800	8.329	8.441

Uien vergen een rotatie van 1 op 5 of ruimer. Uien kunnen niet geteeld worden na gescheurd grasland; na witlof wordt 10% minder opbrengst geoogst. De ideale voorvrucht is wintertarwe in combinatie met een grasgroenbemester. Ui als voorvrucht heeft geen nadelige effecten op de teelt van aardappel, suikerbiet en zomertarwe. Percelen die geïnfecteerd zijn witrot, stengelaaltjes, noordelijk wortelknobbelaaltjes, graswortelknobbelaaltjes of Trichodus-soorten kunnen tot grote schade percentages leiden bij uienteelt. Ook percelen met veel breedbladig onkruid leiden tot veel opbrengstderving bij de ui.

Tabel 3.37. *Teeltmomenten voor zaaiui per maand en mogelijke beperkingen door weersomstandigheden.*

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1 Zaaien		X	X	X									Zaaien is vooral afhankelijk van de droge ondergrond
2 Blad boven de grond					x	X	X						Bij voortgaande vulling van de bol, zal het loof strijken
3 Bol vullen							X	X					

#### *Beschrijving van ziekten en plagen (die een relatie hebben met klimaat)*

Trips (*Thrips tabaci*) kan schade aan het blad van planten toebrengen, vooral bij planten die water tekorten hebben. De uierboordsnuitkever en uiemineervlieg brengen via larven schade toe aan het uienblad. De uievlieg brengt via larven schade toe aan de gehele plant.

De belangrijkste loofschimmels zijn: bladvlekkenziekte (*Botrytus*) en valse meeldauw (*Peronospora*) en in mindere mate papierenvlekkenziekte (*Phytophthora*), purpervlekkenziekte (*Alternaria*) en *Stemphylium*. Schimmel die de plant of bol aantasten zijn: koprot (*Botrytus*), witrot (*Sclerotium*) en *Fusarium*. Van deze schimmels is de bladvlekkenziekte bijzonder ontvankelijk voor weersomstandigheden. Er is minimaal 2-12 uren bladnat nodig voor een infectie met temperaturen tussen 12-25. *Fusarium* bevindt zich in de grond en een infectie treedt vooral op in droge en warme jaren (25-32 graden). *Botrytus* of koprot veroorzaakt rotting van de bol die doorgaans pas gedurende de bewaring wordt ontdekt. De bestemmingsbron voor de schimmel is oud uien materiaal waarin het zich bevindt. Om de rot te voorkomen kan de oogst snel gedroogd worden (25-30 graden) waardoor de schimmel de bol niet verder kan aantasten.

## Kalender

In Tabel 3.38 zijn de voor zaaiui relevante klimaatfactoren weergegeven. Tevens is aangegeven in welke periode de factor een rol speelt en welke impact deze heeft op het gewas. Daarnaast is de geschatte schade aangegeven.

Tabel 3.38. *Relevante klimaatfactoren voor zaaiui en de impact op het gewas.*

Klimaatfactor	Periode	Impact op het gewas	Opbrengstderving van (in % kg)
Langdurig droog (lente)	febr - mrt	In de lente droogte kan leiden tot plant sterfte. Als erg vroeg gezaaid is kan de oogstreductie te niet gedaan worden door opnieuw in te zaaien (adaptatie). Of er kan extra dik ingezaaid worden in de planten ten einde genoeg planten over te houden.	0-100%
Langdurig droog (zomer)	juni - juli	Droogte in de zomer leidt tot verminderde groei en kan leiden tot oogstreducties van 30-40%.	30-40%
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 (schimmel-infecties), dus ook de prijs. Dit is geen probleem gedurende de teelt.	0-100%
Zware buien	juli - aug	Bacteriën spatten op met grond deeltjes en veroorzaken infecties in de bol. Oogstreducties mogelijk van 50%.	10-50%
Warm en vochtig	juni - aug	Schimmels infecteren het blad. Oogstreductie mogelijk van 50-60%.	50-60%

### Huidige situatie

In Tabel 3.38 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 3.39. *Frequentie van voorkomen van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 (Bron: KNMI), zie Tabel 3.38 voor een nadere omschrijving van de klimaatimpacts en de omschrijving van het effect of het gewas.*

Klimaatfactor*	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Langdurig droog (lente)		1	0	2								
Langdurig droog (zomer)						1	3					
Bodem staat blank; enkele weken									1	0		
Zware buien							0	1				
Warm en vochtig						0	0	1				

## Situatie 2040

Tabel 3.40. 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 (Bron: KNMI), zie Tabel 3.38 voor een nadere omschrijving van de klimaatimpacts en de omschrijving van het effect of het gewas.

Klimaatfactor*	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Langdurig droog (lente)		0	0	0	0	+1	+1					
Langdurig droog (zomer)						+1	+2	+4	+5			
Bodem staat blank; enkele weken									0	-1	0	0
Zware buien							0	0	+1	+1		
Warm en vochtig						+4	+5	+4	+6	+5	+6	

Meest opvallend is de toename van langdurig droge perioden in juli en warm en vochtig weer in de zomermaanden, zie Tabel 3.40. Is de kans op voorkomen van een langdurig droge juli maand nu eens per 10 jaar, in 2040 moeten we er rekening mee houden dat eens per zes jaar een oogstreductie te verwachten is van 30% als gevolg van droogte. Te warme en vochtige perioden voor zaai in de zomer komen nu 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 van meer dan 50% is te verwachten.

## Situatie 2100

De trend die in 2040 reeds te zien is, zet door, zie Bijlage II. Nu is zelfs eens per twee jaar een te warme julimaand te verwachten. Ook het warme en vochtige zomerweer komt vaker voor, eens per vier jaar. Daarbij komt nog dat de kans op een te droge aprilmaand ook toeneemt, eens per 8 jaar. Omstandigheden in het najaar worden mogelijk iets gunstiger, geen bodem die blank staat, zodat oogst en bewaring minder problemen oplevert.

### Bronvermelding

Teelthandleiding zaaiuien van PPO (2003), p. 40

Geraadpleegde expert: de heer Rob van den Broek van PPO

## 3.9 Koolzaad

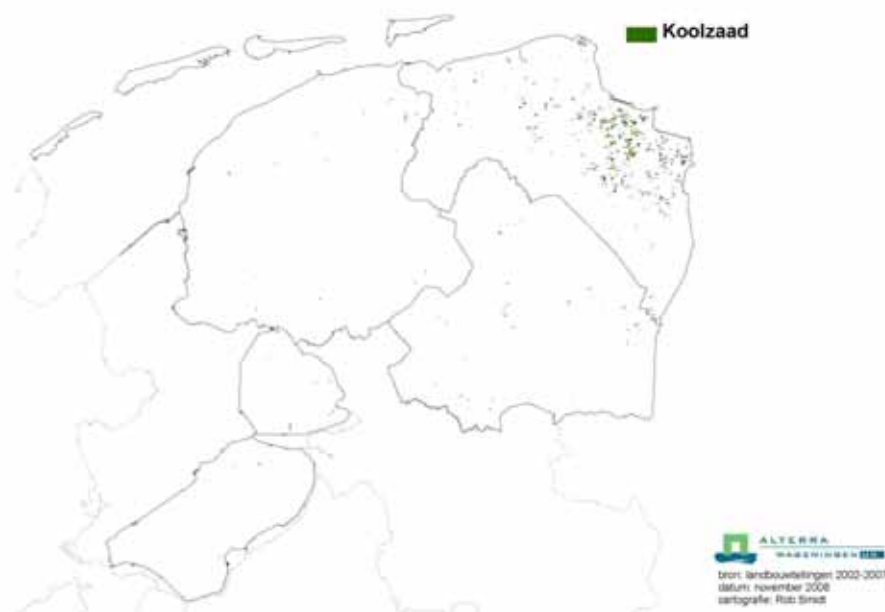
### Algemeen

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.

Koolzaad wordt ondiep gezaaid. De zaaitijd is belangrijk voor koolzaad: te vroeg zaaien kan leiden tot planten die al schieten voordat ze de winter in gaan, waardoor kwetsbare planten ontstaan. Te laat zaaien kan leiden tot te kleine planten die de winter in gaan. De meest koude robuuste planten worden gekenmerkt door een stevig rozet van bladeren waarbij de stengel nog geen groei vertoont. De groei wordt ook beïnvloed door beschikbare nutriënten. Koolgewassen hebben een hoge zwavelbehoefte.

Laat oogsten kan tot oogstverliezen leiden omdat hauwtjes openspringen en zaad op de grond valt. Vroeg oogsten kan leiden tot problemen bij het dorsen omdat er nog een hoog watergehalte is in de planten en daardoor een lagere olie winst per kg vers product. Bij een vochtgehalte van 11-16% is ventileren in de opslag gewenst, bij hogere vochtpercentages moet met warme lucht gedroogd worden. In Nederland heeft het zaad na het dorsen een vochtgehalte tussen 14-18%. Drogers en silo's worden in de tijd opvolgend gebruikt voor opslag van koolzaad en daarna van graan.

Het voornaamste teeltgebied ligt in provincie Groningen, zie Figuur 3.10 en Tabel 3.41.



*Figuur 3.10. Verspreidingsgebied koolzaad in de noordelijke provincies (Bron: Alterra).*

Tabel 3.41. *Teeltoppervlak(ha) van koolzaad in Noord-Nederland en Flevoland over de tijd (Bron: CBS).*

Periode	2006	2007	2008
Nederland	3.343	3.358	2.467
Groningen	1.413	1.444	1.268
Friesland	.	74	89
Drenthe	.	100	54
Flevoland	.	41	167

Het wordt afgeraden om koolzaad in rotatie met bieten te telen, omdat dan het bietencysteaaltje zich sterk kan uitbreiden. De teelt van wintertarwe na koolzaad kan leiden tot veel slakkenvraat. Koolzaad is een goede voorvrucht voor grasland, wintertarwe en zomergranen. De belangrijkste teeltmomenten van koolzaad zijn gegeven in onderstaand overzicht, zie Tabel 3.42. Het kan niet uit om na half september koolzaad in te zaaien, want dit leidt tot de grote oogstreducties.

Tabel 3.42. *Teeltmomenten voor koolzaad per maand en mogelijke beperkingen door weersomstandigheden.*

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Inzaaien									X			
Rosette phase (rozet vorm)	X	X									X	X
Bloei					X							
Oogst							X					

Vanaf half mei  
In Zuid Nederland in de derde week van juli en in het Noorden van Nederland in de vierde week van juli, 4.500 kg

#### *Beschrijving van ziekten en plagen (die een relatie hebben met klimaat)*

Koolzaad op zandgrond heeft een grotere kans op aantasting van *Alternaria*. Zaaizaad kan worden behandeld tegen schimmels (*Phoma* en *Alternaria*) en ontsmetting is ook mogelijk van het zaaigoed om schade van de larven van de aardvlo te voorkomen. Een vochtig microklimaat werkt schimmels zoals *Phoma* in de hand. Als een plant is aangetast door *Phoma* valt het om. Een ruime vruchtwisseling en het verwijderen van aangetast stro zijn methoden om schade van *Phoma* en *Sclerotinia* te beperken. Vooral beschadigde planten zijn gevoelig voor deze twee ziekten (Bernelot Moens and Wolfert, 2003).

Belangrijkste plaaginsecten zijn de koolzaadaardvlo, koolzaadsnuitkever en de koolzaadglanskever. De koolzaadaardvlo-larven berokkenen schade aan blad en stengel, maar zijn lastig te bereiken met bestrijdingsmaatregelen. Momenteel worden vooral de adulte kevers chemisch bestreden in de eerste 2 weken na opkomst van het gewas. Koolzaadglanskevers eten kleine bloemknoppen. Bij warm zonnig weer zijn kevers actiever dan bij koud weer. Koolzaadsnuitkevers berokkenen schade aan de hawen. De kever voelt zich het best bij temperaturen van 15 graden of hoger.

## Kalender

In Tabel 3.43 zijn de voor koolzaad relevante klimaatfactoren weergegeven. Tevens is aangegeven in welke periode de factor een rol speelt en welke impact deze heeft op het gewas. Daarnaast is de geschatte schade aangegeven.

Tabel 3.43. *Relevante klimaatfactoren voor koolzaad en de impact op het gewas.*

Klimaatfactor	Periode	Impact op het gewas	Opbrengstderving (in % kg)
Streng vorst	nov - febr	De ontwikkelingsfase van de plant is cruciaal. Plant moet rozet hebben van 6 tot 10 bladen en een wortel van 15/20 cm diep en absoluut geen schietneigingen. Ontwikkelingsfase wordt bepaald door zaaidatum en bemestingsniveau. Door wat dikker in te zaaien, kan (na winter plant uitval) een zelfde opbrengst geproduceerd worden.	0-60%
Bodem staat blank; enkele weken	dec - febr	Goede waterdoorlaatbaarheid van de bodem is belangrijk. Als 's winters de planten met de voeten in het water staan, dan sterven de wortels en plant af. Oogstreducties tot 100% mogelijk.	0-100%
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. Oogstreducties van 25% mogelijk.	0-25%
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%
Rel. 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%
Harde wind (zware buien)	juni - juli	Gewas gaat liggen, beschaduwning leidt tot lagere droge stof productie en oogsten leidt tot grotere zaadverliezen. Oogstreducties kunnen 25-30% zijn.	25-30%

### *Huidige situatie*

In Tabel 3.43 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. Zo is bijvoorbeeld te zien dat in een periode van 30 jaar het één keer is voorgekomen dat de maand juni te warm was in combinatie met veel regen.





## Situatie 2100

De trend die is ingezet in 2040 zet zich verder door in 2100 (zie Bijlage II). 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.

### Bronvermelding

Teelt van Koolzaad van PPO (2003), H.L. Bernelot Moens en J.E. Wolfert, p 35.

Geraadpleegde expert: de heer Willem van Geel van PPO.

### 3.10 Artisjok

#### Algemeen

De artisjok (*Cynara scolymus* L.), in het Engels 'Roman artichoke' of 'Globe Artichoke', 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.

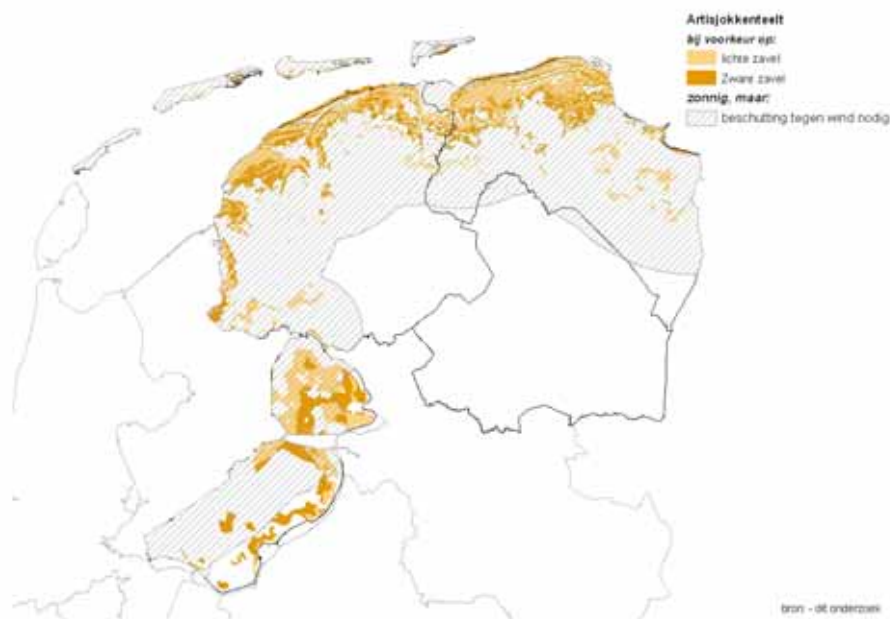
Deze distelachtige plant is een meerjarige plant (hoewel ook wel eenjarige hybriden worden geteeld) en wordt 5-10 jaar geteeld. De plant wortelt diep, draagt grote bloemkoppen en heeft zilvergrijze, diep ingesneden bladeren. De bloemknop van de plant wordt als groente gegeten en bevat veel vitamine A1, B1, B2 en C. Er zijn meer dan 140 verschillende variëteiten, maar slechts 40 daarvan worden commercieel gebruikt.

De plant wordt gezaaid in februari tot maart onder glas. Een temperatuur van meer dan 20°C is vereist. De planten worden verspeend en half mei uitgeplant (Schrader and Mayberry, 1992). De plant vraagt veel ruimte. Vruchtbare, goed afwaterende grond is een voorwaarde voor de productie van voldoende bloemkoppen. De beste standplaats is een zonnige, beschutte plek. Oogsten vindt plaats van juli tot oktober. De oogst bestaat uit een bloemknop van de 1,20 tot 1,80 meter hoge distelachtige plant. De bloemknoppen zijn zilvergroen tot violet gekleurd. 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. Half maart of begin april kunnen ze weer worden uitgeplant.

De plant is redelijk zouttolerant en droogtetolerant. Verzouting en droogte zullen daarom waarschijnlijk weinig nadelige effecten hebben op de teelt. Dit maakt artisjok tot een kansrijk alternatief voor andere wel gevoelige gewassen (Sonnante *et al.*, 2007).

#### Potentiële teeltgebieden



Figuur 3.11. Beperkt-geschikte potentiële teeltgebieden voor artisjok (zie tekst).

In deze fase van het onderzoek wordt slechts globaal aangegeven welke gebieden in Noord-Nederland geschikt zouden kunnen zijn voor de teelt van artisjok. Indien er kansrijke gebieden zijn kunnen deze in de volgende fase van het onderzoek beter worden onderbouwd.

Conform de nu beschikbare informatie vraagt de plant om een vruchtbare, goed afwaterende bodem. Zware klei lijkt om deze reden minder geschikt; lichte tot zware zavel heeft de voorkeur mits voorzien van een dikke humeuze laag, in verband met de diepe worteling van de artisjok. Vanwege de lagere kans op vorst is een ligging nabij zee aan te bevelen. Er is een (arbitraire) globale afstand van 30 km bij de Noordzee en 15 km bij het IJsselmeer aangehouden. De Noordzee gebieden zijn daarentegen weer minder beschermt tegen de wind dat als nadelige gezien kan worden.

Het klimaat in Bretagne komt het dichtste bij de (toekomstige) Noord-Nederlandse omstandigheden. Om betere bodem- en groeiomstandigheden af te leiden uit de gebieden in Bretagne waar de artisjok volvelds wordt geteeld zijn de preciezere teeltlocaties nodig om deze over de bodemkaart te leggen

#### *Beschrijving van ziekten en plagen*

Artisjok is erg gevoelig voor virussen. Er zijn momenteel 22 soorten geïdentificeerd. Verder is het gewas gevoelig voor trips, witte vlieg en bladluis. Belangrijke schimmelziekten zijn: (Valse) Meeldauw, Phytium en Rhizoctonia. Bij nattigheid kunnen naaktslakken de planten ernstig aantasten.

*Tabel 3.46. Teeltmomenten voor Artisjok per maand*

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Bloei en oogst							X	X	X	X		
Snoei											X	
Afdekken	X	X										X

## Kalender

*Tabel 3.47. Klimaatfactoren voor artisjok en de beschrijving.*

Klimaatfactor	Periode	Impact op het gewas	Bereik van geschatte schade (%)
Warme winter	jan - mrt	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
Vorst	nov - mrt	Bevriezing wortelstokken	Onbekend

Tabel 3.48. Frequentie van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 (Bron: KNMI).

Klimaatfactoren	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Zachte winter	11	11	11									
Aanhoudend nat weer					5	8	7	5	4	5		
Aanhoudende hitte(golven)							2	6	0	0		
Matige vorst	174	152	37								29	121

Tabel 3.49. Verandering in de frequentie 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 (Bron: KNMI), zie Tabel 3.47 voor een nadere omschrijving van de klimaatimpacts en de omschrijving van het effect of het gewas

Klimaatfactoren	J		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D		
	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	
Zachte winter	+5	+11	+5	+11	+5	+11																			
Aanhoudend nat weer									-2	-2	-2	-4	-2	-5	-4	-3	0	-1	-1	-2					
Aanhoudende hitte(golven)													+2	+12	+7	+12	+1	+3	0	0					
Matige vorst	-31	-63	-30	-64	-17	-24																-13	-25	-35	-59

## Situatie 2040

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 of aanhoudend nat weer zijn.

Bij langdurige hitte gaat de kwaliteit (dat wil zeggen: de eetbaarheid van de bloemknoppen) achteruit. Het is niet bekend bij welke temperaturen de eerste schade optreedt.

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

## Situatie 2100

In vergelijking met 2040 zal het aantal zachte winters mogelijk toenemen (zie Bijlage II). 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.

## 3.11 Druif

### Algemeen

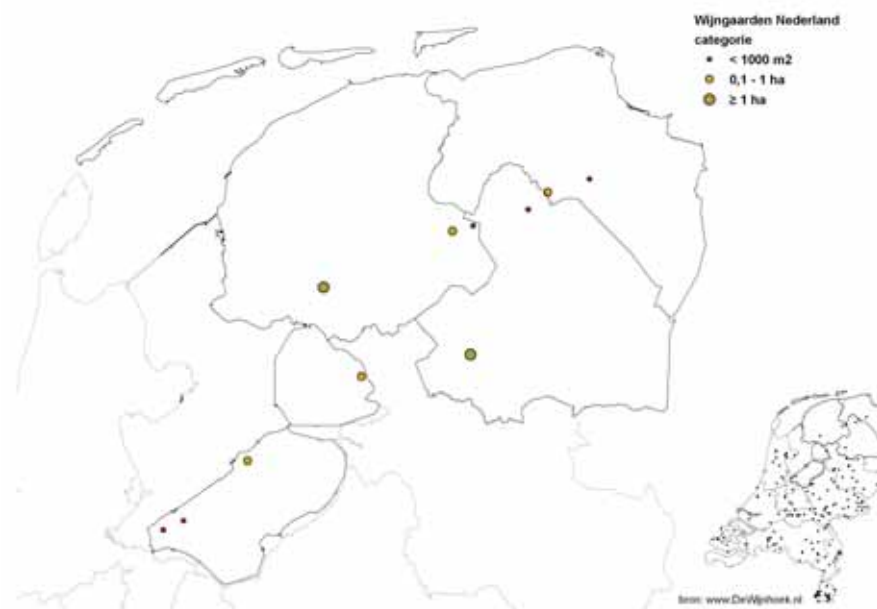
Druiven zijn als gewas pas relatief recent naar Nederland gekomen. Beperkende factor was altijd de intensiteit en frequentie van de vorstperiodes. Nu nemen de vorstperiodes af, er zijn meer koude tolerante soorten met een korter groeiseizoen ontwikkeld, en er zijn adaptatiemaatregelen zoals beneveling 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 (Oude Voshaar, 2008b).

Druiven worden in het eerste jaar als kleine enten geplant en vanaf het tweede jaar kan daarvan geoogst worden. Druivenplanten worden om de 20 a 30 jaren geroid 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 bespuiten van de druiven. Zou dit niet worden gedaan dan kunnen oogstreducties tot 95% verwacht worden. 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). Zie Figuur 3.12 voor locaties van huidige wijngaarden en Tabel 3.50 voor een overzicht van huidige oppervlakten van de wijngaarden.



Figuur 3.12. Potentieel teeltgebied van het druif.

Tabel 3.50. Teeltoppervlak(ha) van wijndruiven in Noord-Nederland en Flevoland over de tijd (Bron: CBS).

Periode	2006	2007	2008
Nederland	8,2	105	143
Groningen	1,2	1,6	1,2
Friesland	1,3	1,8	2,3
Drenthe	0,3	-	1,1
Flevoland	0,5	2,3	2,4

In 2007 was er 105 ha druiventeelt voor de wijn (CBS, 2008).

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%.

Tabel 3.51. Teeltmomenten voor druif per maand en mogelijke beperkingen door weersomstandigheden.

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Aanplant			X	X								
Uitlopen knoppen				x	X							
Bloei						X						
Oogst										X		

#### Beschrijving van ziekten en plagen (die een relatie hebben met klimaat)

Belangrijkste ziekte is meeldauw, maar deze schade kan grotendeels door bespuiten worden beperkt. Druivenrassen verschillen in tolerantie tegen meeldauw. De gangbare druiventeelt moet vaker spuiten tegen meeldauw dan de biologische druiventeelt, vanwege de gebruikte rassen.

Als de druiven tijdens de oogstperiode te maken krijgen met veel neerslag, dan zwellen zij op en kunnen zij openbarsten, dan zal er een *Botrytus* infectie plaatsvinden: trosrot (Oude Voshaar, 2008a).

## Kalender

In Tabel 3.52 zijn de voor druiventeelt relevante klimaatfactoren weergegeven. Tevens is aangegeven in welke periode de factor een rol speelt en welke impact deze heeft op het gewas. Daarnaast is de geschatte schade aangegeven.

Tabel 3.52. *Relevante klimaatfactoren voor druif en de impact op het gewas.*

Klimaatfactor	Periode	Impact op het gewas	Opbrengstderving van (in % kg)
Zeer strenge vorst	nov - jan	Plant gaat dood	max. 100%
Nachtvorst	april - mei	Hoofdscheuten (waar de trossen op komen) sterven. Dit jaar geen oogst, maar volgend jaar nieuwe kansen. Adaptatie is berekening ten tijde van vorst. (RS: nu al gangbaar)	max. 100%
Warm en nat	juni	Meeldauw schade, kan oplopen tot 90%, maar kan met tijdig sproeien bijna volledig voorkomen worden.	10-90%
Zeer warm en droog	juli - aug	Druiven rijpen versneld af, maar met eerder oogsten vindt geen oogstreductie plaats.	0-10%
aanhoudend nat weer (in bloeiperiode)	juni	Bevruchting wordt belemmerd, oogstreducties mogelijk van 50-80% (dit is rasafhankelijk).	50-80%
Hagel (zware buien)	april - sept	Druif wordt steeds gevoeliger voor hagel naarmate de druiven rijper zijn. Ook de bloemen zijn kwetsbaar voor hagel. (Bij hele extreme hagel in het voorjaar kunnen zelfs de scheuten beschadigen).	10-90%
aanhoudend nat weer (in oogstperiode)	sept	Druiven zwellen en barsten open, waarna Trosrot ( <i>Botrytus</i> ) begint. Twee opties: vroeg oogsten (gevolg zure wijn met weinig aroma), of later oogsten (maar dan veel handwerk en 50% oogstreductie).	0-50%

### *Beschrijving van drie tijdvensters*

#### *Huidige situatie*

In Tabel 3.53 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. Het is niet voor niets dat druif nog niet wijdverspreid is in Nederland. Ook hagelbuien zijn een risico, het hele groei-seizoen door.

Tabel 3.53. Frequentie van klimaatfactoren in Eelde gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 (Bron: KNMI), zie Tabel 3.53 voor een nadere omschrijving van de klimaatimpacts en de omschrijving van het effect of het gewas.

Klimaatfactor*	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Zeer strenge vorst	2										0	0
Nachtvorst				65	2							
Warm en nat						8						
Zeer warm en droog							3	4				
Natte bloeiperiode						9						
Hagel (zware buien)				1	4	4	7	7	9			
Natte oogstperiode									2			

## Situatie 2040

Meest opvallend is de afname van het voorkomen van nachtvorst in het voorjaar. Dat betekent dat een van de grootste schadeposten voor druiventeelt 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 3.54. Frequentie van verandering 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 (Bron: KNMI), zie Tabel 3.53 voor een nadere omschrijving van de klimaatimpacts en de omschrijving van het effect of het gewas.

Klimaatfactor*	J		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D	
	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+	G+	W+
Zeer strenge vorst	-1	-2																			0	0	0	0
Nachtvorst					-34	-51	-2	-2			+3	+6												
Warm en nat																								
Zeer warm en droog																								
Natte bloeiperiode																								
Hagel (zware buien)					+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	0	+1						
Natte oogstperiode																		0	-1					

## 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 bloeiperiode aanzienlijk af met positieve effecten op de bevruchting.

### Bronvermelding

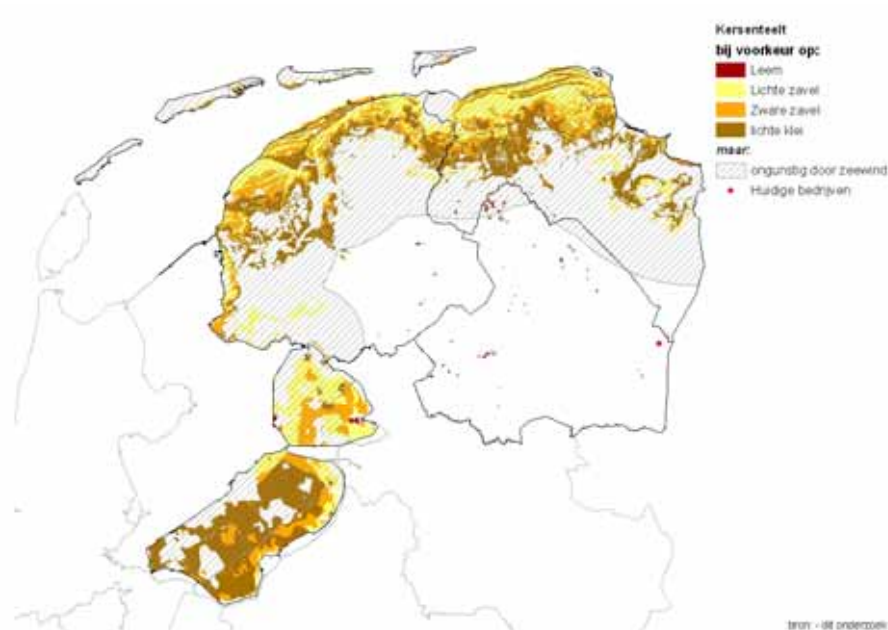
Geraadpleegde expert: Teler en docent in druiventeelt, Jan Oude Voshaar van wijngaard 'de Wageningse Berg'.



## 3.12 Kers

### Algemeen

Het gewas kers wordt verdeeld in twee botanische soorten: de zoete kers (*Prunus avium*) en de zure kers of morel (*Prunus cerasus*). 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. De potentiekaart voor de kersenteelt is in Figuur 3.13 aangegeven, zie tabel 3.55 voor een overzicht van het teeltoppervlak.



Figuur 3.13. Potentieel verspreidingsgebied van kersenteelt en de locatie van huidige bedrijven.

Tabel 3.55. Teeltoppervlak (ha) van kersenteelt in Nederland (Bron: CBS).

Periode	Zure kers			Zoete kers		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007
Nederland	338	316	336	272	290	331

Kersenteelt is een buitenteelt. Een zoete kers op eigen wortel kan 15 m hoog worden, de zure kers blijft aanmerkelijk kleiner. De meeste kersbomen worden echter geënt op een onderstam.

Groei en ontwikkeling van de boom verschilt enigszins tussen zoete en zure kers. Voor de uitwerking van de kalender wordt ingezoomd op de zoete kers.

Groeivormen die aangeplant kunnen worden zijn hoogstam, halfstam, struik en leivormen (meestal de waaier), die doorgaans geënt zijn op een onderstam. De onderstam is bepalend voor de groei-kracht, en kan de resistentie van ziektegevoelige rassen vergroten. Vanwege de gevoeligheid van kers voor wind en de bodemtypes is slechts een beperkt deel van Noord-Nederland geschikt.

De bloeitijd van de zoete kers vindt plaats in april-mei. Er zijn een groot aantal rassen in omloop, die onderling verschillen de periode van bloei en vruchtzetting. De oogstperiode neemt 7 weken in beslag (de zgn. 'kersenweken'). Het moment van oogsten verschilt sterk per ras. Oogst van de vroege rassen begint de 2e week van juni. De late rassen kunnen worden geoogst vanaf de 2e week van juli. Dit betekent dat er een lang aanbod van consumptiekersen is.

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.

#### *Beschrijving van ziekten en plagen*

In de huidige klimatologische omstandigheden is kers gevoelig voor een aantal ziekten. Hier volgt een kort overzicht:

Kersen zijn, net als alle andere bomen met steenvruchten, via snoeiwonden zeer vatbaar voor schimmelinfecties. Snoeiresten kunnen eveneens een bron van infectie vormen. Belangrijke schimmelziekten zijn:

- Loodglas, *Monilia* ssp. Infectie met *Monilia* vindt veelal plaats tijdens de bloei langs de bloemstijl, waarna de schimmel kan doorgroeien tot diep in de takken (taksterfte). Dit kan tak- en bloesemsterfte veroorzaken. De *Monilia*-rol kan de vrucht besmetten met als gevolg: bruine vlekken die overgaan in grijze schimmelplekken. De schimmels overwinteren in verschrompelde zieke vruchten (vruchtmummies), in besmette bladeren en in twijgen.
- Hagelschotziekte.
- Bacteriekanker als gevolg van infectie door *Pseudomonas*-soorten. Dit leidt tot afval van de bloesem en verlies van de bloemknoppen voor het volgende jaar ('meituiltjes'). Ook kan afsterving van jonge bomen optreden. Vooral nachtvorstgevoelige rassen zijn ook gevoelig voor deze bacterie infectie.

Gomziekte kan ontstaan na verwonding door wind. Er komt kleverige hars uit de takken. In de vruchten ontstaan harde, bruine vlekken door inwendige gomvorming en gebeurlijk kunnen deze vruchten lekken.

De rupsen van deze overwinterende vlinder kunnen veel vraatschade opleveren in april en mei aan bladeren en jonge uitgroeiende vruchten. Deze komt oorspronkelijk uit Hongarije en Duitsland. De laatste jaren (met zachte winters) wordt deze boorvlieg ook in België en Nederland aangetroffen. De kersenvlieg komt bij een bodemtemperatuur van ongeveer 20 graden Celsius uit de grond en legt eieren in de schil van de dan vaak half rijpe kersen. Uit de eitjes komen na circa 4 weken kleine witte, pootloze made, die van het vruchtvlees rond de pit eten.

#### *Gevolgen van klimaatverandering*

Klimaatverandering heeft een aantal negatieve gevolgen voor teelt van kers. Dit heeft gevolgen voor zowel teelt-technische aspecten (zie Tabel 3.56) als ook voor de fysiologische groei van de kers (zie Tabel 3.57).

Bij natte omstandigheden wordt bespuiten met gewasbeschermingsmiddelen en voedingsstoffen onmogelijk. Tevens worden mogelijkheden voor snoeien beperkt vanwege het risico op schimmelinfecties op de snoeiwond.

*Tabel 3.56. Effect klimaatfactoren op teelthandelingen.*

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Beperking door
1 Bespuiting met gewasbeschermingsmiddelen en voedingsstoffen				X	X								Natte omstandigheden
2 Snoei			X					X	X				Natte omstandigheden

Tabel 3.57. *Klimaatfactoren voor kers en de beschrijving.*

Klimaatfactoren	Periode	Impact op het gewas	Bereik van geschatte schade (%)
Hevige regenval	juli - aug	Zwellen vruchten door wateropname, gevolgd door openbarsten en aantasting door schimmel	80
Aanhoudend nat weer	juni - aug	Spuiten tegen schimmels en bacteriën gecombineerd met toevoeging voedingsstoffen is niet mogelijk (middel hecht niet en kans bestaat op verspreiding van ziekten) waardoor oogst verloren gaat	0-80
Warme winter	jan - mrt	Vervroeging bloei waardoor effectieve bestuiving vermindert	20-40
Warm voorjaar	april - mei	Plagen (met name kersenvlieg) komen uit de grond	20-40
Late vorst in voorjaar	mrt - april	Bloemen die volop in bloei zijn bevroren, productie neemt sterk af	40-80
Intensieve regenbui (hagel)	juli - aug	Vruchten beschadigen, gevolgd door schimmelinfecties; Bomen beschadigen en moeten gerooid worden	50-100

Tabel 3.58. *Frequentie van klimaatfactoren per maand, zie Tabel 3.57 voor een nadere omschrijving van de klimaatimpacts en de omschrijving van het effect of het gewas.*

Klimaatfactor	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Zware buien							0	1				
Aanhoudend nat weer						8	7	5				
Zachte winter	4	4	4									
Warm voorjaar				2	8							
(Late) vorst			1	0								
Hagel (zware buien)							7	7				

Tabel 3.59. *Toekomstig klimaat rond 2040 voor Groningen zoals is berekend door het KNMI in de periode 2026-2055 voor scenario G+ en W+ (Bron: KNMI), zie Tabel 3.57 voor een nadere omschrijving van de klimaatimpacts en de omschrijving van het effect of het gewas.*

Verandering van het voorkomen (#) van klimaatimpacts rond 2040 onder G+ en W+ scenario's respectievelijk

Klimaatfactor	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Zware buien							0	0	+1	+1		
Aanhoudend nat weer						-2	-4	-2	-5	-4	-3	
Zachte winter	+5	+11	+5	+11	+5	+11						
Warm voorjaar				0	-2	+9	+12					
(Late) vorst			-1	-1	0	0						
Hagel (zware buien)							+1	+1	0	+1		

## Situatie 2040

Hevige regenval veroorzaakt al na een halve dag wateropname door de vrucht. Hierdoor barst de vrucht en gaat na enkele dagen schimmelen. Een geïnfecteerde vrucht zal ook andere vruchten aantasten, waardoor de schade tot 100% kan bedragen.

Bij aanhoudend nat weer kunnen geen periodieke bespuitingen plaatsvinden. Wanneer er gedurende een periode langer dan week niet kan worden gespoten, wordt de kans op infecties groot.

Een warm voorjaar heeft vervroeging van de bloei tot gevolg. Hierdoor zal de bestuiving door bijen (die niet vliegen bij lage nacht)temperaturen 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.

Bij vervroeging van de bloei tijdens zachtere winters zal ook de kans op vorst tijdens de bloei toenemen. Dit veroorzaakt schade aan bloemknoppen door bevroering, waardoor productieverlies optreedt.

Een warm voorjaar (met temperaturen > 20°C) heeft tot gevolg dat de larven van de kersenvlieg uit de grond komen en de vrucht aantasten.

Intensieve regenbuien (hagel) veroorzaken vruchtschade en daardoor een vergrootte kans op schimmelinfecties. Vooral als de vruchtzetting al een paar weken aan de gang is kan dit schade tot 100% veroorzaken. Hagel kan ook veel schade aan bomen veroorzaken, dat deze moeten worden gerooid.

Zachte winters hebben ook een effect op de bloei-inductie. Voor bloei-inductie zijn temperaturen nodig tussen 0°C en 7°C in de periode november - februari. Er zijn 1000 - 2000 koude-uren noodzakelijk. In 24 uren van 1 °C worden 24 koude-uren geleverd. Dus zijn ongeveer 50 dagen met voldoende koude-uren nodig. Het is echter niet aan te geven of dit een negatief of een positief effect heeft: dit hangt ervan af of de zachtere winters het aantal dagen met temperaturen onder 0°C vermindert dan wel het aantal dagen met temperaturen tussen 0°C en 7°C.

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 bijvoorbeeld 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.

## Situatie 2100

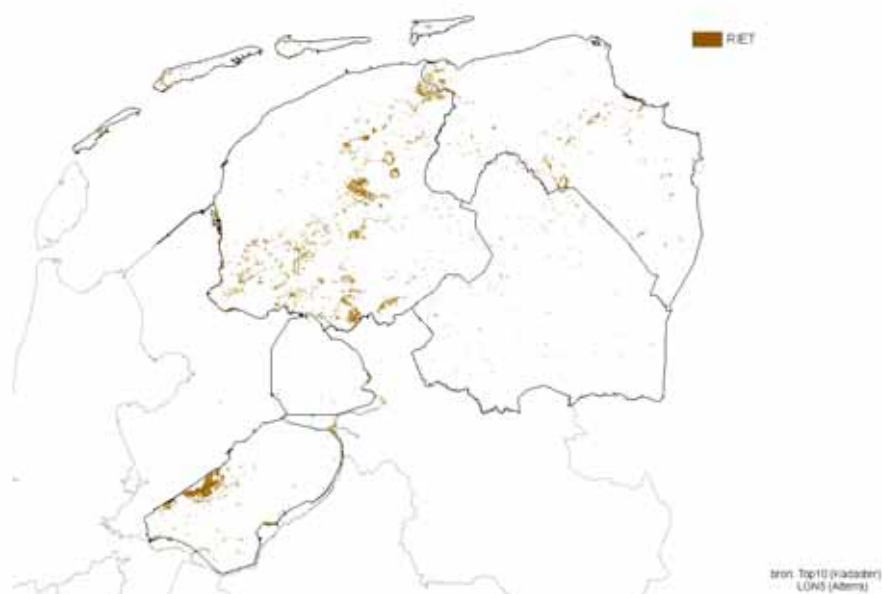
Zie voor een ontwikkeling na 2100, Bijlage II.

### 3.13 Riet

#### Algemeen

Riet (*Phragmites australis*) 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 dekbeddekking. 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.



*Figuur 3.14. Verspreidingsgebied van natuurlijk riet.*

Hagel kan wel 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 (pers med. Meerburg, 2008) die te koppelen zijn aan het klimaat. Er is wel een *Pythium* soort die kan zorgen voor sterfte als het riet overstromd (Van der Putten, 1997). 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.

### 3.14 Zonnebloem

#### Algemeen

De zonnebloem (*Helianthus annuus* L.) behoort in principe tot de familie van de composieten (Compositae). *Helianthus annuus* is éénjarig. Daarnaast bestaan er van dit geslacht diverse overblijvende, vaste planten. De plant groeit met hoge, ruw behaarde stengels. De stengels kunnen tussen de één tot vijf meter hoog worden. De stengels zijn zelden vertakt. De bladen staan aan lange, dikke stengels en zijn kleverig, behaard en groot in omvang. Een zonnebloem bloeit met samengestelde bloemen (sympetalen). De buitenkrans bestaat uit lintbloemen. Daarbinnen bevindt zich het plateau met meeldraden en stampers. Hier groeien in een latere fase de witgrijze, oliehoudende zaden. 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. Er bestaan zowel grootbloemige (meest F1-hybriden; stuifmeelvrij) als kleinbloemige (bevatten meestal stuifmeel) soorten.



Figuur 3.15. Verspreidingsgebied sierteelt van zonnebloemen (Bron: Alterra).

Kieming vindt plaats gedurende 14 dagen bij 18-22 °C. De F1-hybriden zijn korte dagplanten, dat wil zeggen dat de bloei wordt geïnduceerd door korte dagen.

De kleinbloemige typen prefereren een hoger minimum kientemperatuur. Hierdoor kan men pas in april beginnen met zaaien. De teeltduur is langer zodat men niet nog na juni moet zaaien.

Een zonnebloem wordt buiten in de volle grond gezaaid in april op een zonnige plaats op een onderlinge plantafstand van 40 x 60 centimeter. Zonnebloemen groeien in principe op elke grondsoort. De grond moet wel goed water doorlatend zijn. Op te natte klei kunnen jonge planten snel gaan rotten. Een zonnebloem vereist voor een goede groei veel vocht. De hoofdbloei is in juli tot en met september. Een zonnebloem bloeit vanaf het begin van de zomer tot laat in de herfst. Na de bloei en hopelijk vruchtzetting kunnen de planten worden geoogst door ze bij de grond af te knippen.

*Beschrijving van ziekten en plagen*

Zonnebloem is vooral gevoelig voor schimmelziekten. Meeldauw, Sclerotienrot, Bladvlekkenziekte en Botrytis zijn de meest voorkomende ziekten.

*Gevolgen van klimaatverandering*Tabel 3.60. *Teeltmomenten.*

Gewasontwikkeling	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Bladgroei				X	X	X						
Bloei en oogst							X	X	X			

Tabel 3.61. *Kalender met klimaatimpacts voor artisjok.*

Samenvatting	Periode	Impact op het gewas	Bereik van geschatte schade (%)
Aanhoudend nat weer	mei - sept	Toename schimmelziekten	
Hagel, zware regenval	aug - sept	Knakken van bloemstelen, waardoor productieverlies optreedt	

Tabel 3.62. *Voorkomen van klimaatfactoren die in het huidige klimaat schade veroorzaken in Noord-Nederland (station Eelde), klimaatdata (1976-2005) afkomstig van het KNMI.*

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1 Natte omstandigheden					5	8	7	5	4			
2 Hagel								7	9			

Tabel 3.63. *Toekomstige verandering in het voorkomen(%) van klimaatfactoren die scenario G+ (licht) en W+ (grijs) schade veroorzaken rond 2040 in Noord Nederland, gebaseerd op klimaatdata KNMI in de periode 2026-2055, zie Tabel 3.61 voor een nadere omschrijving van de klimaatimpacts en de omschrijving van het effect of het gewas.*

Verandering van het voorkomen (#) van klimaatimpacts rond 2040 onder G+ en W+ scenario's respectievelijk														
Klimaatimpact*	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Aanhoudend nat weer					-2	-2	-2	-4	-2	-5	-4	-3	0	-1
Hagel (zware buien)										0	+1	0	+1	

## Situatie 2040

Zaaien in een waterverzadigde grond of een aanhoudende periode koel en nat weer hebben echter 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. Daarnaast kan hagel en regenschade ook leiden tot het verleppen van bloemen, waardoor ze ongeschikt worden voor de verkoop.

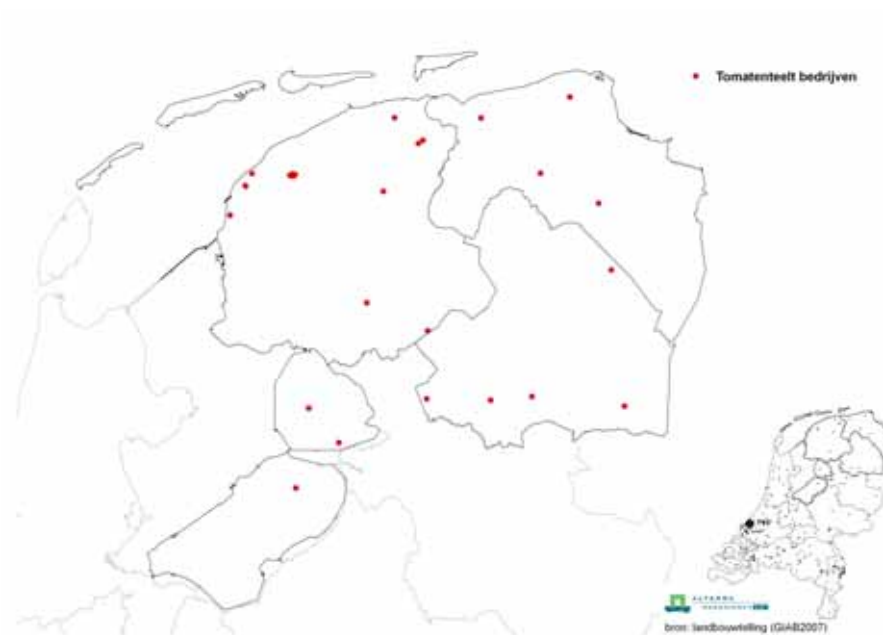
Zonnebloem is bestand tegen hitte, droogte en ook redelijk zouttolerant. Hierdoor is het een kansrijk alternatief voor andere wel gevoelige gewassen. Daarnaast is zonnebloem ook bestand tegen tijdelijke wateroverlast.



### 3.15 Tomaat

#### 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. Echter in Noord Nederland is de omvang relatief gering ten opzichte van de totale omvang van de tomatenteelt en die van de bloementeelt (zie Tabel 3.64). Er heeft de laatste jaren nogal wat schaalvergroting plaatsgevonden, waarbij het aantal bedrijven sterk is teruggelopen (zie Figuur 3.16).



Figuur 3.16. Verspreiding van de tomatenteelt bedrijven (Bron: Alterra).

Tabel 3.64. Omvang van de tomatenteelt en bloementeelt tussen 1999 en 2002 (Gegevens Kwin).

		Areaal grootte (ha)					Aantal bedrijven				
		1999	2000	2001	2002	2007	1999	2000	2001	2002	2007
Glasgroenten	NL totaal	4.282	4.200	4.271	4.287		3.767	3.433	3.173	3001	
Tomaat	NL totaal					1.481					430
	Groningen	14	13	14	15	< 1	21	20	18	18	4
	Friesland	45	47	54	63	64	37	33	35	31	17
	Drenthe	94	92	93	90	4.2	46	43	40	38	5
Bloemen	NL totaal	5.921	5.927	5.845	5.823		6.781	6.575	6.156	5.796	
	Groningen	52	59	49	51		71	70	64	60	
	Friesland	20	20	22	20		48	44	41	36	
	Drenthe	154	167	167	164		118	119	113	112	
Glastuinbouw	NL totaal	10.203	10.127	10.116	10.110		10.548	10.008	9.329	8.797	

Er zijn verschillende soorten tomatenteelt (zie Tabel 3.65).

*Tabel 3.65. Productie (in miljoen kg) en omzet (x miljoen €) in de tomatenteelt tussen 1998 en 2002 (Gegevens: Kwin).*

	1998		1999		2000		2001		2002	
	productie	omzet	productie	omzet	productie	omzet	productie	omzet	productie	omzet
Trostomaat	190	186	260	209	275	275	310	399	330	493
Tomaat rond + vlees	320	218	265	168	245	206	240		230	

De meest gebruikelijke tomatenteelt is een jaarrondteelt. Enkele teeltgegevens:

Zaaiweek: week 45

Plantweek: 51

Oogst: vanaf ca wk 12rt t/m 48

In de productie wordt gestuurd op vruchtgewicht. De inkomsten zijn op basis van kg gewicht. In Tabel 3.66 zijn opbrengsten en prijsverloop door het jaar heen voor 2007 weergegeven.

*Tabel 3.66. Opbrengsten in tomaat voor 2007 (Gegevens: Kwin).*

Periode (4 weken)	Aantal	Prijs	Opbrengst	Gasverbruik	Teeltarbeid
	kg/m <sup>2</sup>	€/kg	€/m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	/1.000 m <sup>2</sup>
1				5,1	20
2				4,9	30
3	1,5	1,85	2,78	4,4	65
4	4,5	1,33	5,99	3,2	65
5	6,4	1,01	6,46	2,4	75
6	8,8	0,63	5,54	2,5	85
7	8,0	0,53	4,24	2,6	80
8	8,0	0,51	4,08	2,4	80
9	7,5	0,63	4,73	2,2	80
10	6,0	1,01	6,06	1,8	70
11	4,3	0,95	4,09	3,2	65
12	3,5	0,93	3,26	4,1	85
13				4,6	30
Totaal	58,5	0,81	47,21	43,4	830

De teeltomstandigheden zijn:

De plantafstand in de tomatenteelt is ca 2 planten/m<sup>2</sup>. Gemiddeld wordt 1 tros per week (bij lage lichtomstandigheden) tot 2 trossen per week in de zomermaanden met een gewicht van ruim 1 kg aangelegd. Een tros bevat gemiddeld 12-15 vruchten. Eén vrucht weegt ca 80 gram. Dit komt op een totale oogst van ca. 60 kg/m<sup>2</sup>/jaar.

De dag-nachttemperaturen die tijdens de teelt worden aangehouden zijn: 6 weken nacht 18.5 °C; dag 20°C, daarna voornacht 16.5 °C, nanacht 17.5 °C, dag 19.5 °C.

In de wintermaanden gaan de schermen dicht in een nacht waarbij de temperaturen onder 10 °C komen; dan vindt ook extra CO<sub>2</sub>-begassing plaats van: 110 kg CO<sub>2</sub>/h/ha.

Vanaf maart worden extra stengels aanhouden.

Opslagcapaciteit water:

Telers zijn verplicht om een regenwaterbassin te hebben ter grootte van 1500 m<sup>3</sup>/ha. In het Noorden hebben meerdere telers al opslagcapaciteit van 3000 m<sup>3</sup>/ha, omdat de grondprijs daar lager is. Voor de kwaliteit van het gietwater zijn telers dus voor een deel afhankelijk van de kwaliteit van het regenwater.

Voor effecten van klimaatverandering: zie kalender.

Tabel 3.67. Teeltmomenten Tomaat.

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Beperking door
1 Opzetten kiemplanten	x											x	Geen
2 Oogst v.d. vruchten			x	xx	xx	xxX	xxX	xxX	xxX	xx	xx		Geen
3 Opruimen teelt											x	x	Geen

Tabel 3.68. Relevante klimaatfactoren voor tomaat en de impact op gewas(fysiologie).

Klimaatfactor	Periode	Impact op het gewas	Opbrengstderving van (in % kg)
Hevige regenbui		Geen nadelig effect op gewas	
Hittegolf	juli - aug	Water beschikbaarheid en -kwaliteit nemen af; zetting van bloemen neemt af: minder vruchten	5-8%
Warm en veel regen (benadering voor: hoge relatieve luchtvochtigheid)	aug - sept	Onvoldoende beluchting mogelijk: schimmelziekten (zoals botrytis, meeldauw)	2-3%
Natte periode (idem hoge rlv)	aug - okt	Idem: schimmelziekten (zoals botrytis, meeldauw)	2-3%
Vorst	jan - feb	Zodra $t_{(binnen)} < 15^{\circ}\text{C}$ treedt productieverlies op Zodra $t_{(buiten)} < -10^{\circ}\text{C}$ is extra stoken nodig	
Extreem warme winter	jan - feb	Vergroting kans op herinfectie van de kasruimte met schimmelziekten	2-3%

Zoals in de bovenstaande Tabel 3.68 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 scherp 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.



## Situatie 2040

Tabel 3.71. Toekomstige frequentie verandering 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 (Bron: KNMI), zie Tabel 3.69 voor een nadere omschrijving van de klimaat-impacts en de omschrijving van het effect of het gewas.

Klimaatfactor*	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Hagelbuien						+1	+1	+1	+1	0	+1		
Hittegolf								+2	+12	+7	+12		
Warm en vochtig								+5	+6	+1	+2		
Vochtig en Nat weer								-5	-9	-2	-4	-2	-1
Strengte vorst	-22	-35	-17	-27									
Extreem zachte winter	+2	+8	+2	+8									

In Tabel 3.71 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 (Bron: KNMI). 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 Julie en augustus. Dit vereist een toename van de koelcapaciteit in de kassen. Warm en vochtig weer neemt eveneens toe, waardoor onvoldoende de 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.

## 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.

### Samenvatting

In de kasteelt kunnen schades van 5% al grote financiële gevolgen hebben voor de ondernemer. Het optreden hittegolven heeft de grootste negatieve effecten op de kasteelt van tomaat. 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.

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

### Bronnen

Vermeulen, P., 2007. Kwantitatieve informatie glastuinbouw, KWIN. Wageningen UR, glastuinbouw  
Geraadpleegde expert: Erik Van Os, Plant Research International



## 4. Literatuur

2008.  
Groente-info.
- Bernelot Moens, H.L., Wolfert, J.E., 2003.  
Teelt van Koolzaad. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., Lelystad.
- Bus, C.B., van Loon, C.D., Veerman, A., 2003.  
Teelt van poot aardappelen. Praktijkonderzoek plant en omgeving.
- CBS, 2009.  
Landbouw; grondgebruik, naar oppervlakteklasse, regio. CBS.
- Dam, A.M., 2007.  
Zouttolerantie van landbouwgewassen: deelrapport Leven met zout water.
- Darwinkel, A., 1997.  
Teelthandleiding wintertarwe. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. Sector AGV, Wageningen.
- De Groot, R.S.v.l., E.C. ; Kuikman, P.J. ; Nillesen, E.E.M. ; Platteeuw M. ; Tassone, V.C. ; Verhagen, A.J.A. ;  
Verzandvoort-van Dijck, S., 2006.  
Climate Adaptation in the Netherlands. In: Nillesen, E.E.M., E.C.,; v.l. (Eds.). MNP, Bilthoven, p. 118 p.
- De Kock, M., Lemmers, M., Pham, K., 2009.  
Vroege virusoverdracht door bladluizen in tulp : thema: Fytopantheer beleid BO-06-005-001.07.  
Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lisse.
- Eriksen, 2009.  
Mondelinge mededeling van de heer Eriksen van Agrifirm.
- GIAB, 2006.  
GIAB Geografisch Informatie Agrarische Bedrijven. In: LNV, M. (Ed.).
- Hermans, T., Verhagen, A., 2008.  
Spatial impacts of climate and market changes on agriculture in Europe.
- Janssen, L., 2006.  
Welvaart en leefomgeving : een scenariostudie voor Nederland in 2040.
- Lugt, C., 1960.  
Second-growth phenomena. European potato journal 3, 307.
- Nakicenovic, N., Swart, R., 2001.  
IPCC special report on emissions scenario's.
- Oude Voshaar, J., 2008a.  
Wijngaard de Wageningse Berg. Wageningen.
- Oude Voshaar, J., 2008b.  
[www.wijngaardwageningseberg.nl](http://www.wijngaardwageningseberg.nl) Wageningen.
- ROL, 2008.  
Gewasverslagen l... / Regionaal Onderzoek Lelieteel in Noord- en Oost Nederland (ROL). Regionaal  
Onderzoek Lelieteel (ROL), [S.I.].
- Schrader, W.L., Mayberry, K.S., 1992.  
'Imperial Star' Artichoke. HortScience 27, 375-376.
- Sonnante, G., Pignone, D., Hammer, K., 2007.  
The Domestication of Artichoke and Cardoon: From Roman Times to the Genomic Age. Ann Bot 100,  
1095-1100.
- Sukkel, W., Leeuwen, W.K. v., Balen, D.J.M. v., Holwerda, J., 2004.  
Zeven teelten in praktijk : teelthandleidingen voor biologisch geteelde gewassen. Praktijkonderzoek Plant  
& Omgeving, Lelystad, p. 94.
- Timothy, D., Colmer, T.J.F., 2008.  
Flooding tolerance in halophytes. New Phytologist 179, 964-974.
- Timmer, R., 2008.

- Van den Hurk, B., Klein Tank, A., Lenderink, G., van Ulden, A., van Oldenborgh, G.J., Katsman, C., van den Brink, H., Keller, F., Bessembinder, J., Bruggers, G., Komen, G., Hazeleger, W., Drijfhout, S., 2006.  
KNMI climate change scenarios 2006 for the Netherlands. KNMI Scientific Report WR 2006-01. KNMI, De Bilt.
- Van der Putten, W.H., 1997.  
Die-back of *Phragmites australis* in European wetlands: an overview of the European Research Programme on Reed Die-back and Progression (1993-1994). *Aquatic Botany* 59, 263-275.
- Vreugdenhil, D., 2007.  
Potato biology and biotechnology : advances and perspectives.
- Westerdijk, C.E., Visser, A.J., 2003.  
Voorstudie zoute landbouw : gevolgen verzouten oppervlaktewater op aangrenzende landbouw. PPO, Lelystad, p. 30.
- Xilong, Z., Richard, H., Ian P, W., Joe N, P., Jeffrey S, B., Suzanne J, C., 1995.  
Effects of temperature on aphid phenology. *Global Change Biology* 1, 303-313.



# Bijlage I.

## Klimaatfactoren

*Vertaling klimaatfactoren naar meteorologische data van de KNMI'06-klimaatscenario's*

Gewas	Klimaatfactor	Klimaatfactor (naar meteorologische data)
Fabrieks- en consumptie-aardappelen	Hevige regenval	Neerslag van 45 mm in 1 dag of 60 mm in 3 dagen
	Hittegolf	Hittegolf (KNMI-def. min. 3 dagen > 30°C in periode van min. 5 dagen > 25°C)
	Warm en nat	Minimaal op 50% van de 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur boven 20°C valt meer dan 0.5 mm regen
	Extreme hitte	Minimaal 2 aaneengesloten dagen met een temperatuur van 40 of hoger
	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75% van de 21 dagen meer dan 0.5 mm regen
	Vorst	Periode van minimaal 2 dagen met een max. dagtemperatuur < -2°C
	Aanhoudend warme winter	Periode van minimaal 14 dagen met dagtemperatuur > 10°C
Pootaardappelen	Hevige regenval	neerslag van 45 mm in 1 dag of 60 mm in 3 dagen
	Hittegolf	Hittegolf (KNMI-def. min. 3 dagen > 30°C in periode van min. 5 dagen > 25°C)
	Warm en nat	Minimaal op 50% van de 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur boven 20°C valt meer dan 0.5 mm regen
	Extreme hitte	Minimaal 2 aaneengesloten dagen met een temperatuur van 40 of hoger
	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75% van de 21 dagen meer dan 0.5 mm regen
	(Late) vorst	Periode van minimaal 2 dagen met een max. dagtemperatuur < -2°C
	Aanhoudend warme winter	Periode van minimaal 14 dagen met dagtemperatuur > 10°C
Suikerbiet	Langdurig droog	Droge periode van 30 dagen met neerslag < 5 mm
	Wisselvallig nat weer	Minimaal op 10% van de 28 dagen meer dan 10 mm regen
	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75% van de 14 dagen meer dan 0.5 mm regen
	Aanhoudend warme winter	Periode van minimaal 14 dagen met dagtemperatuur > 10°C
	Nachtvorst	Periode van minimaal 1 dag(en) met min. nachttemperatuur < -3°C

Gewas	Klimaatfactor	Klimaatfactor (naar meteorologische data)
Wintertarwe	Langdurig droog	Droge periode van 40 dagen met neerslag < 10 mm
	Aanhoudend nat	Minimaal op 75% van de 21 dagen meer dan 0.5 mm regen
	Aanhoudend vochtig	Minimaal op 75% van de 14 dagen meer dan 0.5 mm regen
	Windstoten i.c.m. zware buien	Neerslag van 45 mm in 1 dag
	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75% van de 21 dagen meer dan 0.5 mm regen
	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 overgangsweer van vorst naar dooi
Gras	Tropisch en nat	Minimaal op 66% van de 3 aaneengesloten dagen met een temperatuur boven 30°C valt meer dan 0.5 mm regen
	Langdurig droog	Droge periode van 30 dagen met neerslag < 1 mm
	Zeer strenge vorst	Minimum temperatuur lager dan -20°C
	Aanhoudend hete dagen	Minimaal 3 aaneengesloten dagen met een temperatuur van 30 of hoger
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
	Bodem staat blank; enkele weken	Neerslag van 25 mm in 1 dag of 100 mm in 8 dagen
	Warm en veel regen	Afwisselen nat en warm: op 33% van de 28 dagen warm weer (> 20°C) en een neerslagoverschot van > 50 mm.
	Zomers en droog	Minimaal 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur van 25 of hoger in een standaard (10%) droog jaar
	Rel. warm weer	Minimaal 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur van 15°C
	Harde wind (zware buien)	neerslag van 25 mm in 1 dag
Zaaiui	Langdurig droog (lente)	Droge periode van 30 dagen met neerslag < 5 mm
	Langdurig droog (zomer)	Droge periode van 30 dagen met neerslag < 10 mm
	Bodem staat blank; enkele weken	neerslag van 45 mm in 1 dag of 100 mm in 8 dagen
	Zware buien	neerslag van 45 mm in 1 dag
	Warm en vochtig	Minimaal op 50% van de 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur boven 20°C valt meer dan 0.5 mm regen

Gewas	Klimaatfactor	Klimaatfactor (naar meteorologische data)
Winterpeen	Te droog groeiseizoen	Te droge maand in standaard groeiseizoen van maand 4 t/m 10, volgens standaard definitie van droog jaar
	Bodem staat blank; enkele dagen	neerslag van 45 mm in 1 dag of 60 mm in 3 dagen
	Hoosbuien	neerslag van 45 mm in 1 dag
	Nachtvorst	Periode van minimaal 1 dag(en) met min. nachttemperatuur < -2°C
	Lang aanhoudende hitte	Minimaal 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur van 30 of hoger
Lelie	Hevige regenval	neerslag van 25 mm in 1 dag of 60 mm in 3 dagen
	Zomers, maar nat	Minimaal op 50% van de 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur boven 20°C valt meer dan 0.5 mm regen
	Extreem hete dagen	Minimaal 2 aaneengesloten dagen met een temperatuur van 35 of hoger
	Bodem staat blank; enkele weken	neerslag van 25 mm in 1 dag of 100 mm in 8 dagen
	Aanhoudend warme winter	Periode van minimaal 14 dagen met dagtemperatuur > 10°C
	Hagel (zware buien)	neerslag van 25 mm in 1 dag
Tomaat	hagelbuien, windhozen/onweer	neerslag van 25 mm in 1 dag
	Hittegolf	Hittegolf (KNMI-def. Min. 3 dagen > 30°C in periode van min. 5 dagen > 25°C)
	Warm en vochtig	Minimaal op 50% van de 14 aaneengesloten dagen 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
	Strengte vorst	Periode van minimaal 1 dag(en) met min. nachttemperatuur < -10°C
	Extreem zachte winter	Maand in zachte winter (van maand 11 t/m 3) (zachte winter als koudegetal van Hellmann <10)
Kers	Zware buien	neerslag van 45 mm in 1 dag
	Warm en nat	Minimaal op 50% van de 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur boven 20°C valt meer dan 0.5 mm regen
	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75% van de 21 dagen meer dan 0.5 mm regen
	(late) Vorst	Periode van minimaal 2 dagen met een max. dagtemperatuur < -2°C
	Zachte winter	Maand in zachte Winter (van maand 11 t/m 5) (zachte winter als koudegetal van Hellmann <20)
	Warm voorjaar	Periode van minimaal 28 dagen met dagtemperatuur > 15°C

Gewas	Klimaatfactor	Klimaatfactor (naar meteorologische data)
(Wijn)druif	Zeer strenge vorst	Periode van minimaal 1 dag(en) met min. nachttemperatuur < -20°C
	Nachtvorst	Periode van minimaal 1 dag(en) met min. nachttemperatuur < -2°C
	Warm en nat	Minimaal op 50% van de 10 aaneengesloten dagen met een temperatuur boven 18°C valt meer dan 0.5 mm regen
	Zeer warm en droog	Minimaal 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur van 25 of hoger in een standaard (10%) droog jaar
	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75% van de 14 dagen meer dan 0.5 mm regen
	Hagel (zware buien)	neerslag van 25 mm in 1 dag
	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75% van de 21 dagen meer dan 0.5 mm regen
Artisjok	Zachte winter	Maand in zachte Winter (van maand 11 t/m 3) (zachte winter als koudegetal van Hellmann <40)
	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75% van de 21 dagen meer dan 0.5 mm regen
	Aanhoudende hitte(golven)	Hittegolf (KNMI-def. min. 3 dagen > 30°C in periode van min. 5 dagen > 25°C)
	Matige vorst	Periode van minimaal 1 dag(en) met min. nachttemperatuur < -5°C
Zonnebloem	Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75% van de 21 dagen meer dan 0.5 mm regen
	Hagel (zware buien)	neerslag van 25 mm in 1 dag

## Bijlage II.

### Klimaatdata 2100

In onderstaande tabellen staan per gewas de veranderingen van de klimaatfactoren zoals gedefinieerd in Hoofdstuk 1 t.o.v. het voorkomen van deze klimaatfactoren in het huidige klimaat.

#### Gras

Tabel II.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 (Bron: KNMI).

Klimaatfactor	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Tropisch en nat				0	0	0	+1	0	0	+3	0	0	
Langdurig droog			0	0	0	0	0	+3	0	+5	0	+1	
Zeer strenge vorst	-2	-2	0	0							0	0	
Aanhoudend hete dagen				0	+1	+4	+13	+7	+25	+17	+44	+22	+59

#### Pootaardappelen

Tabel II.2. Toekomstig voorkomen (#) van klimaatgebeurtenissen die in scenario G+ (licht) en W+ (grijs) schade veroorzaken bij het telen van pootaardappelen rond 2100 in Noord-Nederland (station Eelde), gebaseerd op data van het KNMI in de periode 2086-2115.

Klimaatfactor	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 weer					-3	-5	-5	-7	-6	-7	-5	-5		
(Late) vorst				0	0	0	0	0	0					
Aanhoudend warme winter	+3	+10	+4	+7	+10	+22							+1	+12

## Consumptie- en zetmeelaardappelen

Tabel II.3. Toekomstig voorkomen (#) van klimaatgebeurtenissen die in scenario G+ (licht) en W+ (grijs).schade veroorzaken bij het telen van consumptie/zetmeelaardappelen rond 2100 in Noord-Nederland (station Eelde), gebaseerd op data van het KNMI in de periode 2086-2115.

Klimaatfactor	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	0	+8								
Aanhoudend nat weer					-3	-5	-5	-7	-6	-7	-5	-5	-1	-4						
Vorst					0	0	0	0							0	0	-1	-1		
Aanhoudend warme winter	+3	+10	+4	+7	+10	+22													+1	+12

## Wintertarwe

Tabel II.4. Toekomstig voorkomen (#) van klimaatgebeurtenissen die in scenario G+ (licht) en W+ (grijs).schade veroorzaken bij het telen van wintertarwe rond 2100 in Noord-Nederland (station Eelde), gebaseerd op data van het KNMI in de periode 2086-2115.

Klimaatfactor	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									
Aanhoudend vochtig					-1	-2	0	-6	-5	-7						
Windstoten i.c.m. zware buien					0	+1	0	+1	0	0	0	0				
Aanhoudend nat weer								-6	-7	-5	-5	-1	-2			
Warm en droog						+2	+12	+3	+18		+1	+15	0	+2		
Kwakkelweer	0	0	+3	+1	+1	-1							0	0	0	0

## Suikerbiet

Tabel II.5. Toekomstig voorkomen (#) van klimaatgebeurtenissen die in scenario G+ (licht) en W+ (grijs).schade veroorzaken bij het telen van suikerbiet rond 2100 in Noord-Nederland (station Eelde), gebaseerd op data van het KNMI in de periode 2086-2115.

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

## Lelie

Tabel II.6. Toekomstig verandering in het voorkomen (#) van klimaatfactoren die in scenario G+ (licht) en W+ (grijs).schade veroorzaken rond 2100 in Noord-Nederland (station Eelde), gebaseerd op data van het KNMI in de periode 2086-2115.

Klimaatfactor*	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Hevige regenval							+1	0	+1	0	0	-2	
Zomers, maar nat				0	0	0	+2	+3	+10				
Bodem staat blank; enkele weken										0	+1	0	0
Aanhoudend warme winter	+3	+10	+4	+7	+10	+22						+1	+12
Hagel (zware buien)						+1	+4	+1	0	+1	-1		

## Winterpeen

Tabel II.7. Toekomstig verandering in het voorkomen (#) van klimaatfactoren die in scenario G+ (licht) en W+ (grijs).schade veroorzaken rond 2100 in Noord-Nederland (station Eelde), gebaseerd op data van het KNMI in de periode 2086-2115.

Klimaatfactor*	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Te droog groeiseizoen				0	+4	+3	+7	+5	+14			
Bodem staat blank; enkele dagen						0	+2	0	0	-1	0	+1
Hoosbuien								0	0	+2	+2	0
Nachtvorst					-2	-2	0	0				
Lang aanhoudende hitte							0	0	0	+1		

## Zaaiui

Tabel II.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 (Bron: KNMI).

Klimaatfactor*	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Langdurig droog (lente)		0	0	0	0	+1	+4					
Langdurig droog (zomer)						+1	+4	+4	+15			
Bodem staat blank; enkele weken									-1	-1	0	+1
Zware buien							0	0	0	0		
Warm en vochtig						+3	+10	+6	+8	+7	+7	





## Artisjok

Tabel II.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 (Bron: KNMI).

Klimaatfactor	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D						
Zachte winter	+12	+17	+12	+17	+12	+17												
Aanhoudend nat weer					-3	-5	-5	-7	-6	-7	-5	-5	-1	-4	-3	-2		
Aanhoudende hitte(golven)								+15	+41	+14	+49	+3	+15	0	0			
Matige vorst	-74	-127	-76	-121	-26	-35									-26	-29	-65	-115

## Druif

Tabel II.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 (Bron: KNMI).

Klimaatfactor	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Zeer strenge vorst	-2	-2									0	0	0	0
Nachtvorst				-56	-65	-2	-2							
Warm en nat						+6	+8							
Zeer warm en droog							+11	+29	+13	+35				
Aanhoudend nat weer						0	-6							
Hagel (zware buien)				+1	+1	0	+1	+1	+4	+1	0	-2		
Aanhoudend nat weer										-1	-2			

## Kers

Tabel II.14. Toekomstig verandering in het voorkomen (#) van klimaatfactoren die in scenario G+ (licht) en W+ (grijs).schade veroorzaken rond 2100 in Noord-Nederland (station Eelde), gebaseerd op data van het KNMI in de periode 2086-2115.

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

## Bijlage III.

### Verziltting en zouttolerantie gewassen

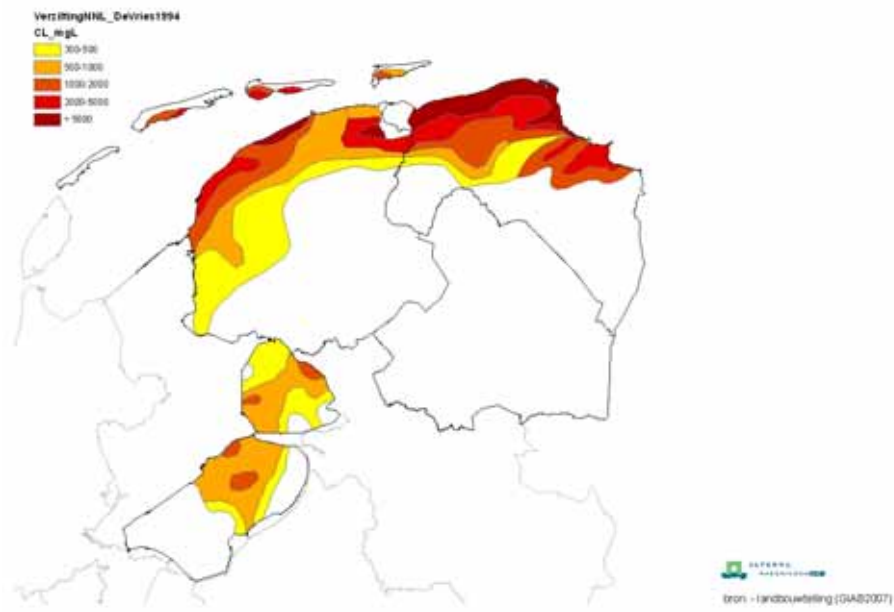
Tabel III.1. <sup>1</sup> T= Tolerant MT= Matig Tolerant, MG= Matig Gevoelig, G= Gevoelig  
<sup>2</sup> Verondersteld wordt dat winterpeen dezelfde drempelwaarde heeft als bospeen

Gewastype	Mg Cl/l bodemvocht (ref 1)	Mg Cl/l gietwater (ref 1)	Categorie gevoeligheid <sup>1</sup>	Referentie
Zonnebloem	circa 45		MT	2
Lelie (broei)	196	80	MT	1
Artisjok	circa 280		MT	2
Zoete kers		250	G	1
Winterpeen		101 <sup>2</sup>	G	1
Zaaiui	378	101	G	1
Tomaat	686	288	T	1
Pootaardappel	756	202	MG	1
Consumptieaardappel			MG	1
Druif	2.124		MT	1
Gras	3.606	963	MT	1
Wintertarwe	3.947	1.053	T	1
Suikerbiet	4.831	1.288	MT	1
Koolzaad	8.733	2.329	T	1
Riet			T	3

N.B. 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 t.b.v. de eenduidigheid in interpretatie.

#### Referenties

1. Dam, 2007
2. Westerdijk and Visser, 2003
3. Timothy D. Colmer, 2008



*Figuur III.1. Verziltmg van het oppervlaktewater in een gemiddeld jaar (Bron: Alterra naar De Vries (1994)).*

## Bijlage IV.

# Termen en definities

### Klimaatimpact gewas

Schade die ontstaat als gevolg van extreme weersomstandigheden of andere omstandigheden die vaker voorkomen in een gewijzigd klimaat (zoals verzilting). Uitgedrukt in verlies in productie en kwaliteit.

### Bedrijfssysteem

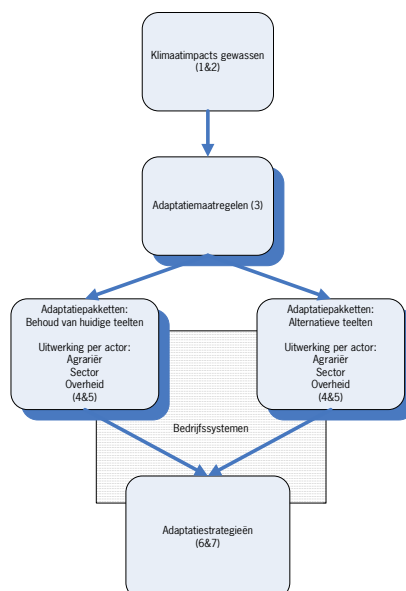
Typering van een agrarisch bedrijf met al zijn activiteiten, afgeleid van de NEG-typologie die op zijn beurt is gebaseerd op het brutostandaardsaldo. In de NEG-typologie worden acht hoofdtypen onderscheiden (akkerbouwbedrijven, tuinbouwbedrijven, blijvende teelt bedrijven, graasdierbedrijven, hokdierbedrijven en drie combinaties daarvan). Een bedrijf behoort tot een bepaald bedrijfstype als tweederde of meer van het brutostandaardsaldo van een bepaalde landbouwactiviteit afkomstig is. Het Bruto Standaard Saldo (BSS) van ongeveer 300 producten wordt gebruikt als eenheid om de productieomvang te kunnen vergelijken. De omvang wordt uiteindelijk omgerekend naar hoeveelheid nge om de relatieve grootte van een teelt of bedrijf te kunnen vergelijken (1 nge = € 1.420 in 2007).

### Adaptatiemaatregel

Activiteit om een negatief effect van een klimaatimpact tegen te gaan.

### Adaptatiepakket

Een set van maatregelen die de *negatieve* impact van het klimaat op het gewas tegen gaan en die passen bij een bepaald schaalniveau en doelgroep (boer, sector, provincie, waterschap) is sterk gekoppeld aan het bedrijfssysteem.

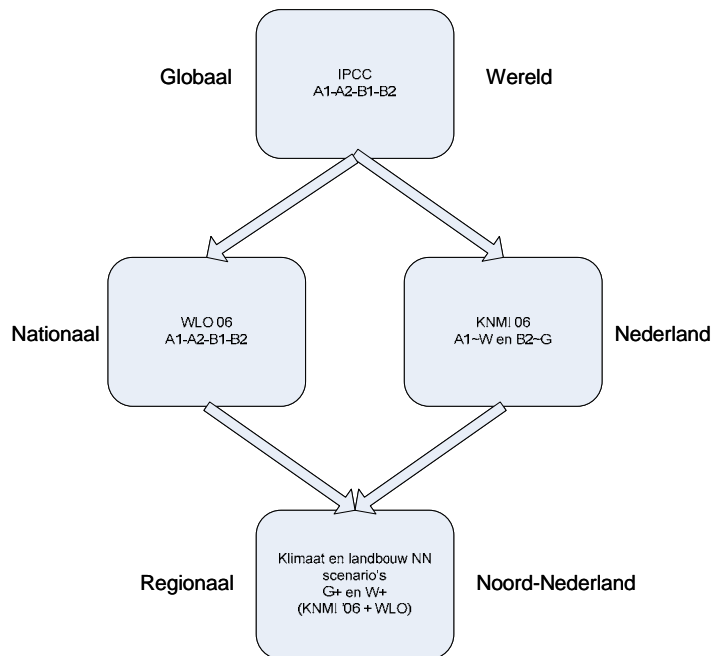


### Adaptatiestrategie

Een samenhangend pakket met hierin adaptatiemaatregelen van alle doelgroepen gezamenlijk (kan voor behoud van huidige gewassen dan wel voor introductie van nieuwe gewassen) voor specifieke impacts. Bijvoorbeeld: loslaten risicovol gewas en verbouw van een nieuw gewas i.c.m. risico-mijdende teelt van huidige gewassen. De adaptatiestrategieën richten zich op effectieve combinaties en mogelijkheden om gestelde doelen te bereiken.

**Scenario**

De context waarin de adaptatiestrategieën geplaatst worden. Ook omschreven als: ‘Het doel van scenario’s is het uitlichten van onzekerheid, scenario’s kunnen helpen bij het bepalen van de consequenties van een issue langs 1 of meer plausibele (maar onbepaalde) wegen’ (Fisher, 1996 geciteerd in (Nakicenovic and Swart, 2001)). Doelen kunnen verschillend zijn in beide scenario’s. Ook een voorgestelde strategie kan beter in het ene scenario passen dan in het andere. (hieronder nog een diagram met de onderbouwing van de gebruikte scenario’s).



*Figuur IV.1. Overzicht van de gebruikte scenario's in deze publicatie.*