

# Klimaat-effect Atlas 1.0

Landbouw, water en extremen

*In opdracht van:*



*In samenwerking met:*



Ruimte voor Geo-Informatie



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

# Landbouw, water en extremen

Auteurs: Greet Blom, Marjan den Braber, Janette Bessembinder

## INHOUD

## BLAD

1	INLEIDING	3
1.1	Doel en werkwijze	3
1.2	Denkmodel	4
2	KLIMAATEFFECTEN EN LANDBOUW ALGEMEEN	5
2.1	Scenario's	5
2.2	Temperatuur en de lengte van het groeiseizoen	5
2.3	Neerslag	6
2.4	Droogte (neerslagtekort)	6
2.5	Ziekten en plagen	7
2.6	Verzilting	7
2.7	Waterkwaliteit	7
2.8	Klimaatverandering en groeicyclus gewassen	7
3	VERDELING VAN LANDSCHAP- EN BEDRIJFSTYPEN	9
3.1	Landschapstypologie	9
3.2	Bedrijfstypen- en gewassenkaart	10
4	KLIMAATADAPTATIE	12
4.1	Adaptatiestrategieën	12
4.2	Ontwikkelingen in de voorbeeldgebieden	12
4.2.1	Noord-Holland Noord	12
4.2.2	Noord-Brabant	13
4.2.3	Utrecht	14
4.3	Beoordelingscriteria	15
4.4	Kansrijke adaptatiestrategieën voor vier landschapstypen	16
5	KLIMAATEFFECTEN BIJ ZES SIGNAALGEWASSEN	18
5.1	Inleiding	18
5.2	Tulp	19
5.3	Pootaardappel	21
5.4	Gras	23
5.5	Consumptie- en zetmeelaardappel	26
5.6	Suikerbiet	28
5.7	Zaaiui	30
5.8	Methodiek van de berekeningen	33
6	RESULTATEN	34
6.1	Aanpak	34
6.2	Belangrijkste conclusies	34
6.3	Suggesties voor nader onderzoek en vervolgstappen	35

## LITERATUUR

Bijlage 1	Overzicht adaptatiemaatregelen
Bijlage 2	Adaptatiemaatregelen per voorbeeldgebied (los blad)
Bijlage 3	Adaptatiematrix (los blad)

# 1 INLEIDING

## 1.1 Doel en werkwijze

Uit de behoeftepeiling die zomer 2008 is gehouden bleek dat er bij diverse provincies de behoefte bestaat meer concreet zicht te krijgen op de betekenis van klimaatveranderingen i.r.t. de landbouw. Het gaat hierbij om veranderingen gerelateerd aan het watersysteem, maar ook wat betreft extreme weersomstandigheden en veranderingen in het groeiseizoen. De volgende doelstelling is daarop gedefinieerd.

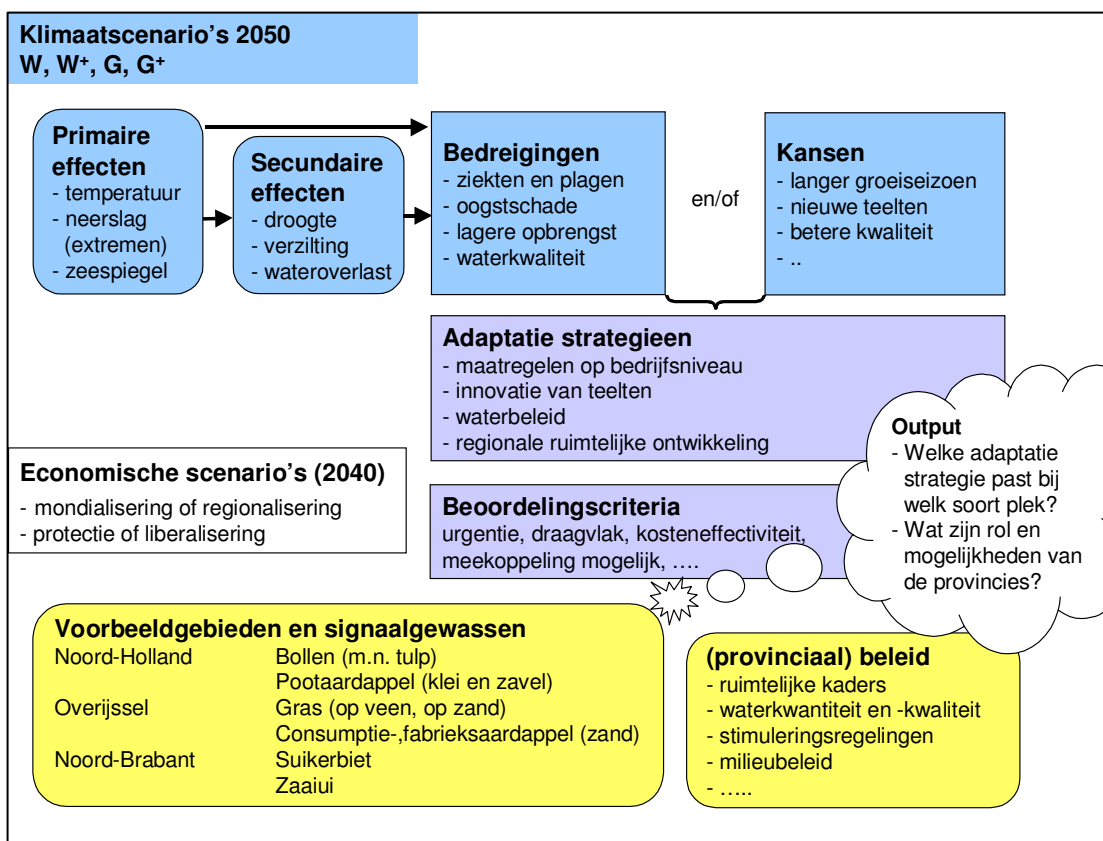
Het ontwikkelen van een gedeelde denkrichting/methodiek voor het omgaan met landbouw en klimaatverandering vanuit de rol en optiek van de provincies, d.w.z. het delen en overdragen van algemene inzichten over landbouw en klimaatverandering, o.a.:

- ernst en snelheid van het verloop
- adaptatie strategieën
- rol van de provincie en van andere actoren.

De volgende aanpak is gehanteerd om de doelstelling te realiseren. Op 3 februari en 17 maart 2009 zijn expertsessies gehouden. De expertsessie op 3 februari had een generiek karakter. Op 17 maart zijn voorbeeldgebieden aan de orde geweest, die in een voorgesprek met de deelnemende provincies en Alterra/DHV zijn voorbereid. Vervolgens zijn in overleg met de provincies enkele signaalgewassen gekozen. Voor deze signaalgewassen zijn door Alterra en KNMI kwantitatief relevante grenswaarden in relatie tot de verschillende klimaatscenario's beschreven.

Bij het uitvoeren van dit project is onder andere gebruik gemaakt van lopend onderzoek voor LNV uitgevoerd door Plant Research International en Alterra getiteld "Ruimtelijke adaptatiemogelijkheden landbouw en recreatie". Daarnaast zijn inzichten gebruikt uit de Klimaat voor Ruimte projecten: 'Klimaat en landbouw in Noord-Nederland' en de resultaten uit de vorige fase van het project 'Klimaat-effectschetsboeken', en uit het Afwegingskader in het kader van het ARK project.

## 1.2 Denkmodel



Figuur 1 Denkmodel

Tijdens de expertsessies is met elkaar het denkmodel doorlopen zoals weergegeven in de bovenstaande figuur. De navolgende hoofdstukken zijn opgebouwd aan de hand van de stappen in dit denkmodel.

## **2 KLIMAATEFFECTEN EN LANDBOUW ALGEMEEN**

Bij de effecten van klimaatverandering wordt vaak onderscheid gemaakt tussen primaire en secundaire effecten. Onder primaire effecten worden verstaan veranderingen in zeespiegel, neerslag, temperatuur en wind. Secundaire effecten zoals verzilting, wateroverschot en -tekort, overstromingsrisico en hittestress ontstaan afhankelijk fysisch-geografische aspecten in een gebied, zoals hoogteligging, bodemtype en hydrologische eigenschappen.

Voor het beschrijven en begrijpen van klimaatverandering is een onderscheid in de verschillende primaire en secundaire effecten belangrijk. Wanneer gekeken wordt naar de effecten op verschillende typen landbouw lopen deze effecten door elkaar en hebben een interactie. Het is dan bijvoorbeeld meer zinvol te kijken vanuit het perspectief van een gewas, zoals verderop in deze rapportage ook wordt gedaan.

De actuele kennis over klimaatverandering (primaire effecten) in Nederland wordt uitgebreid beschreven in recente rapportages van het KNMI, onder andere in 'Klimaatschetsboek NL - het huidige en toekomstige klimaat' in opdracht van het IPO. Hierin worden de effecten in verschillende klimaatscenario's beschreven met als horizon het jaar 2020, 2050 en 2100. Binnen Nederland zijn er grote regionale verschillen als het gaat om de klimaateffecten.

De belangrijkste begrippen en discussies in relatie tot klimaateffecten en landbouw worden hieronder kort behandeld.

### **2.1 Scenario's**

De vier KNMI'06 scenario's gaan uit van minder of meer temperatuurstijging (G of W) en wel of geen verandering in luchtstromingspatronen (+). Deze scenario's zijn ook van belang voor planten.

Waargenomen veranderingen: In Nederland en omgeving stijgt de temperatuur sneller dan de wereldgemiddelde temperatuur. Over de afgelopen 50 jaar lijkt de temperatuur in Nederland ongeveer 2x zo snel te zijn gestegen als het wereldgemiddelde.

Wat laten andere scenario's zien, bijvoorbeeld aan temperatuurprojecties voor de toekomst?

- Winter: Noord Europa snellere opwarming dan Zuid Europa
- Zomer: Zuid Europa snellere opwarming dan Noord Europa

Het KNMI heeft een groot aantal mondiale en regionale klimaatmodellen gebruikt bij het samenstellen van de KNMI 06 scenario's. Deze scenario's spannen daarom een groot deel van de onzekerheden over ons toekomstig klimaat op ([www.knmi.nl](http://www.knmi.nl)).

### **2.2 Temperatuur en de lengte van het groeiseizoen**

De gemiddelde temperatuur stijgt. Het groeiseizoen kan daarom eerder starten in alle vier de klimaatscenario's; rond 2050 start het groeiseizoen gemiddeld 6 dagen eerder in het G-scenario tot gemiddeld 19 dagen eerder in het W+ scenario (t.o.v. de periode 1976-2005). Het groeiseizoen van planten loopt ongeveer vanaf maart: in de G en G+ scenario's wordt eerder de minimale temperatuur (5 graden) bereikt waarboven planten gaan groeien. Bij het W en W+ scenario begint het groeiseizoen eerder

in het jaar en gaat mogelijk langer door. In de natuur ontstaan “agenda” problemen bij dieren, omdat niet alle planten en dieren even snel/sterk reageren op de klimaatverandering.

## 2.3 Neerslag

### *Gemiddelde neerslag*

De neerslag is in het verleden (afgelopen eeuw) toegenomen met ongeveer 20%, vooral buiten de zomer. De projecties voor zomerneerslag in verschillende klimaatmodellen zijn:

- Zuid Europa: afname > droger
- Noord Europa: toename.

Nederland ligt in een gebied waar sommige klimaatmodellen een afname van de zomerneerslag laten zien, en andere modellen een toename. Dit komt tot uiting in de KNMI'06 scenario's: de G en W scenario's geven een toename van de zomerneerslag, en de G+ en W+ scenario's een afname.

Bij landbouw is echter ook de ontwikkeling van prijzen belangrijk: bij droogte neemt de productie af en zullen de prijzen omhoog gaan. Dit betekent dat de financiële opbrengst evt. ook kan toenemen als de productie afneemt (maar de prijzen flink stijgen)

### *Grondwaterstanden*

Het W+ scenario rond 2050 is vergeleken met nu: de gemiddelde grondwaterstand zal afnemen. Veranderingen zijn niet heel erg groot.

### *Neerslagextremen*

Er is een toename van de neerslagintensiteit tijdens extreme buien in de winter en zomer. Ook is er een toename van de lokale wateroverlast.

## 2.4 Droogte (neerslagtekort)

Het neerslagtekort wordt gedefinieerd als neerslag minus potentiële verdamping. In de G+ en W+ scenario's is er een aanzienlijke afname van zomerregendagen en zomerneerslag. Aangezien ook de verdamping toeneemt, neemt in deze scenario's de droogte toe. Met name in de W en W+ scenario's begint het groeiseizoen echter eerder. De jaar op jaar variatie is onbekend, het vermoeden is dat in de zomer de variatie tussen opeenvolgende jaren groter wordt. Dit is nog niet voldoende te onderbouwen.

Het maximale neerslagtekort is aan de kust het hoogst: in het voorjaar minder regen en meer straling. Het maximale neerslagtekort geeft niet aan wanneer in het groeiseizoen het neerslagtekort gehaald wordt. Het W-scenario in 2050 is redelijk vergelijkbaar met nu, er is niet veel verschil, wel iets meer neerslagtekort. Straling is ook belangrijk voor de gewasgroei, maar het is moeilijk om hier uitspraken over te doen. In de + scenario's gaat het aantal regendagen in de zomer achteruit, dan is het logisch dat er meer zonnedagen zijn en dus meer straling. Het verband tussen straling en aantal regendagen is echter niet geheel eenduidig, waardoor het moeilijk is uit het aantal regendagen de straling te schatten.

Elk jaar treedt er wel een neerslagtekort op. Droogte is nu ook al een probleem, maar dit verschilt erg per jaar. In diverse provincies speelt nu al sterk de beregeningsproblematiek om vochttekorten in de landbouw in droge perioden op te lossen. Dit gaat ten koste van de natuur. Men is onder andere bezig met kijken naar de mogelijkheden met betrekking tot het zo goed mogelijk gebruik maken van gebiedseigen water. Daarnaast is het beleid om geen nieuwe beregeningsvergunningen meer af te geven. Het zoeken naar goede oplossingen voor het watertekort is in het perspectief van klimaatverandering extra urgent.

## 2.5 Ziekten en plagen

Toename van ziekten en plagen is een relatief onbekend en nog onderschat probleem. Voor de landbouw is dit een belangrijk effect van klimaatverandering. Voorbeelden hiervan zijn een toename van schimmelziekten door een combinatie van temperatuurstijging en meer vocht en het (beter) overwinteren van luizen e.a. door een afname van de vorst.

## 2.6 Verzilting

Verzilting is een autonoom proces, het zout is al in de bodem aanwezig als restant van zeeën uit vroegere tijden. Het systeem is nog niet in evenwicht en blijft naleveren. Bij verzilting is het belangrijk te kijken naar Natrium. Planten kunnen niet tegen Natrium, maar veel beter tegen Chloride.

## 2.7 Waterkwaliteit

Er is ook een indirecte relatie tussen klimaatverandering en waterkwaliteit. In veel provincies speelt een blauwalgenproblematiek als gevolg van een overschot aan nutriënten. Blauwalg is op zichzelf geen probleem voor gewassen, maar het mag niet meer ingelaten worden en is dan dus niet beschikbaar. De blauwalgenproblematiek zal naar verwachting verergeren door klimaatverandering, omdat de temperatuur van de lucht stijgt, de watertemperatuur hierdoor ook. In ondiep water stijgt de temperatuur bovendien sneller dan momenteel het geval is. Ook is er meer uitspoeling van nutriënten door heviger neerslag.<sup>1</sup>

## 2.8 Klimaatverandering en groeicyclus gewassen

De effecten van klimaatverandering verschillen per gewas en de klimaateffecten verschillen per regio. Het is daarom belangrijk meer in detail te kijken naar de interacties en mechanismen die een rol spelen. Hierbij is het van belang wanneer in het jaar een bepaald klimaateffect optreedt in relatie tot de groeicyclus van het gewas. Dit wordt hieronder kort geïllustreerd. In hoofdstuk 6.5 volgt een meer kwantitatieve analyse aan de hand van signaalgewassen en de verschillende klimaatscenario's in voorbeeldgebieden.

### *Bollen in de kustzone*

Bollen worden geplant in de herfst, het metabolisme ligt dan helemaal stil, dus zijn ze niet gevoelig voor het weer, ze zijn in rust. In het voorjaar (maart-juni) gaat het gewas groeien, dan is het ook gevoelig voor bijv. verzilting (zoutgehalte relevant), wateroverlast, ziekte en plagen. In augustus als het loof eraf gaat vóór de oogst gaan de planten weer in rust. In het kustgebied valt de meeste neerslag in juli en augustus, voor die tijd nauwelijks. Met name aan het begin van het groeiseizoen na een natte winter zijn de bollen dus gevoelig. Wat betreft de neerslagextremen: tulpen hebben weinig last van de augustus- en september buien, de lelie en gladiool juist weer wel.

### *Maïs (als veevoer) op zand*

Je kunt de maïs eerder zaaien, dit levert meer gewicht op. Door verschuiven van het groeiseizoen naar eerder in het jaar kun je het effect van droge zomers verminderen en ook van de neerslag in het najaar (maïs is heel gevoelig voor droogte en gevoelig voor vocht). Verlengen van het groeiseizoen in 'gewone jaren' is mogelijk positief, alleen in slechte jaren heeft het een groot effect. Bij extremen in de zomer levert het problemen op. Een droog voorjaar is desastreus voor jonge plantjes. Het groeiseizoen start eerder, dus er is eerder meer productie. 's Zomers is er wellicht verdroging, dus stilstand. In het najaar kan het groeiseizoen langer doorgaan. Mogelijk heeft dit tot gevolg dat inkuilen minder nodig is.

---

<sup>1</sup> In de Kennis voor Klimaat hotspot Veenweiden wordt hier uitgebreid aandacht aan besteed.



#### *Gras (als veevoer) op veen*

Knelpunten zijn vernatting, ziekten en plagen, dit is op de veengronden een groot probleem. Vernatting als gevolg van extremen en door een natter voorjaar. Het veen blijft vaak lang nat. Dit is een kenmerk van veenweidegebied. De koeien staan daar lang op stal. Wanneer er in het voorjaar teveel water in de veenweide staat, is de eerste snede niet mogelijk, dus geen profijt van het vervroegen van het groeiseizoen. Veenweide is sowieso al heel nat, dus meer water erbij hoeft niet echt een probleem te zijn. Inklinking door droogte is dat wel. De watervoorziening is met name een probleem in Utrecht. Toevoer van voldoende water naar landbouwgebieden is de grootste opgave. De veenweiden zijn prioritair in de verdringingsreeks. De huidige problemen daar worden door klimaatverandering versneld.

#### *Fruitteelt*

Vorst is niet echt een probleem (lage extremen stijgen sneller dan de gemiddelde temperatuur). De kans op een late vorstperiode neemt niet toe. Maar bomen hebben vorst wel nodig voor de bloei. Er is een aantal zonuren en een bepaalde temperatuur nodig voor de bloei-inductie (bijv. kersenteelt) in het voorjaar, het is moeilijk te zeggen of dit beter of slechter wordt. Minder vorst zou een probleem kunnen zijn. Als de bloei eerder optreedt, ontstaan er mogelijk problemen met de verstuiving. Fruitbomen hebben veel last van schimmels, schimmels nemen toe. Kersen zijn bijvoorbeeld in juni al rijp, appels en peren later. Bij drogere zomers is er minder last van schimmels. Spuiten kan niet als het nat is. Mogelijk liggen hier kansen voor biologische bestrijdingsmiddelen als de mogelijkheid voor gangbare bestrijding minder wordt. De gangbare bestrijding staat onder druk vanuit de regelgeving in de EU. De uitdaging is dan hoe kunnen we biologische bestrijdingsmiddelen klimaatproof maken?

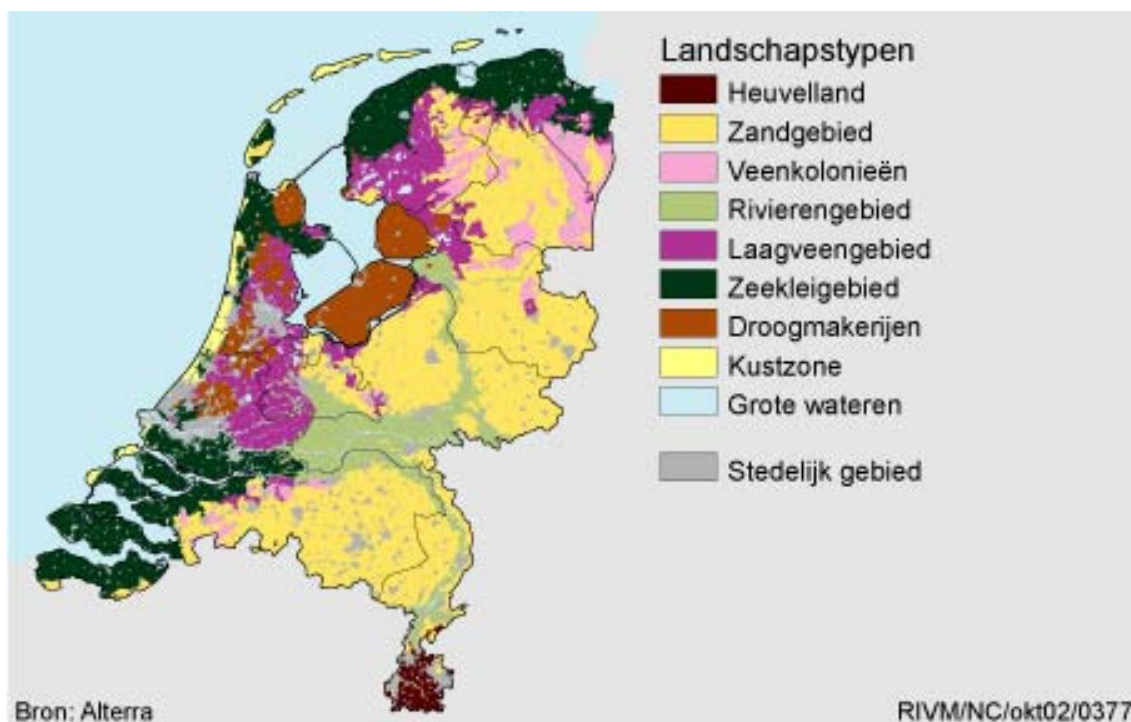
### 3 VERDELING VAN LANDSCHAP- EN BEDRIJFSTYPEN

Bij het beschrijven van effecten van klimaatverandering op de landbouw en het bespreken van adaptatiemogelijkheden bestaat de behoefte samenhangende eenheden of gebieden te duiden met een vergelijkbare problematiek. Dit kan op verschillende manieren. In dit hoofdstuk worden verschillende veelgebruikte indelingen besproken. In de hierna volgende hoofdstukken worden de verschillende indelingen door- en naast elkaar gebruikt.

#### 3.1 Landschapstypologie

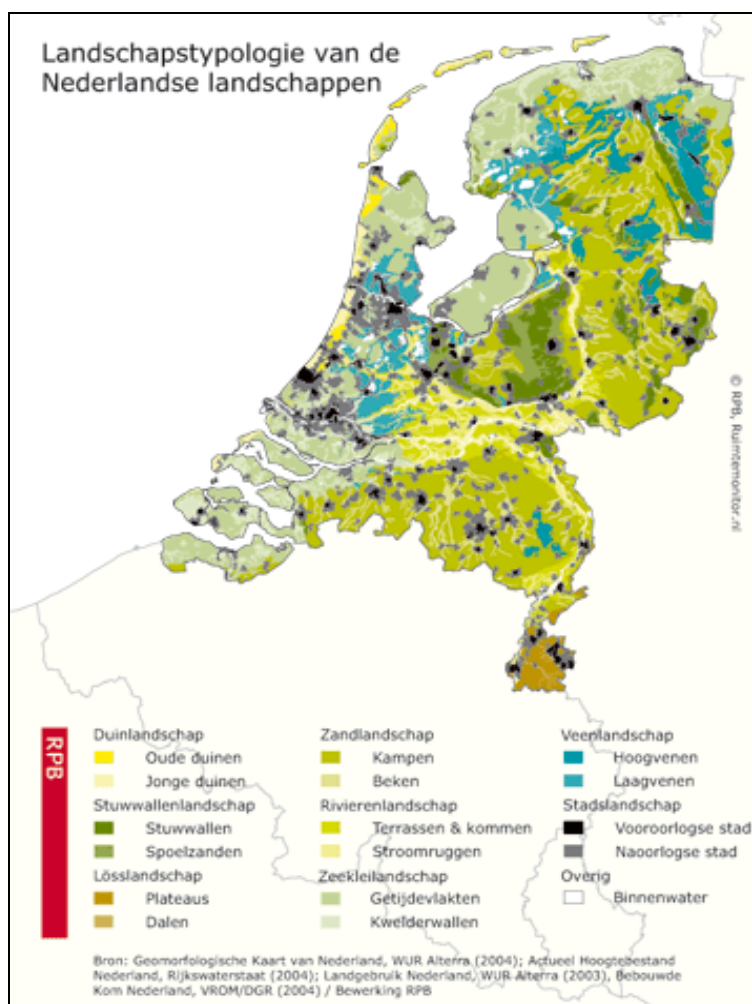
Om samenhangende landbouwgebieden te benoemen en ontwikkelingen te duiden wordt gebruik gemaakt van landschapstypen. Landschappen kunnen op grond van verschillende eigenschappen worden onderverdeeld in landschapstypen. Een landschapstype is een ruimtelijk eenheid waar de fysische gesteldheid (reliëf, bodem en water), de ontginningsgeschiedenis en / of de kenmerkende ruimtelijke rangschikking van landschapselementen gelijk is. Het gebruik van landschapstypen maakt het mogelijk om een aantal voorbeeldgebieden te benoemen, aan de hand waarvan de ontwikkelingen in de landbouw meer generiek kunnen worden beschreven.

Er bestaan verschillende soorten landschapstypologieën, het gebruik hiervan is niet eenduidig. Figuur 2 geeft een indeling op basis van fysisch-geografische eigenschappen. Deze indeling is bijvoorbeeld ook gehanteerd in het Structuurschema Groene Ruimte (SGR2) uit 2002. Dit is een vrij grove indeling. Met behulp van de ontginningsgeschiedenis kan hierop een verdere verfijning worden aangebracht, gebaseerd op historisch-landschappelijke informatie en een onderscheid tussen natuur- en cultuurlandschappen (zie Farjon *et al.*, 2001.)



Figuur 2 Landschapstypen naar fysisch geografische eigenschappen

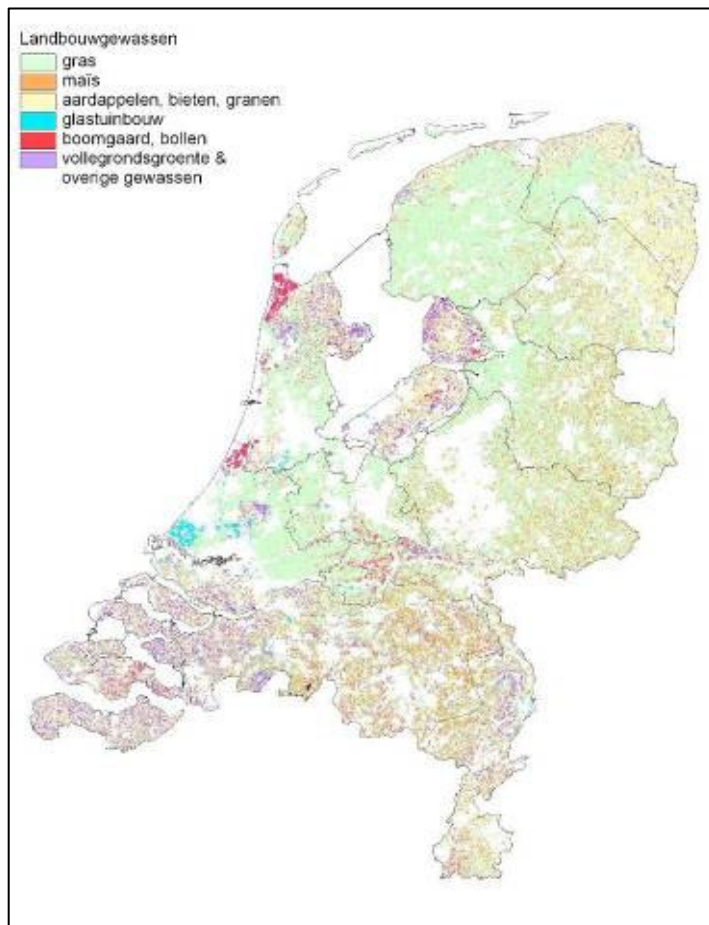
Een alternatieve indeling is weergegeven in figuur 3, deze wordt gebruikt in de Ruimtemonitor van het RPB. Hierin worden geomorfologie, hoogtekaart en landgebruik gecombineerd in een kaartbeeld.



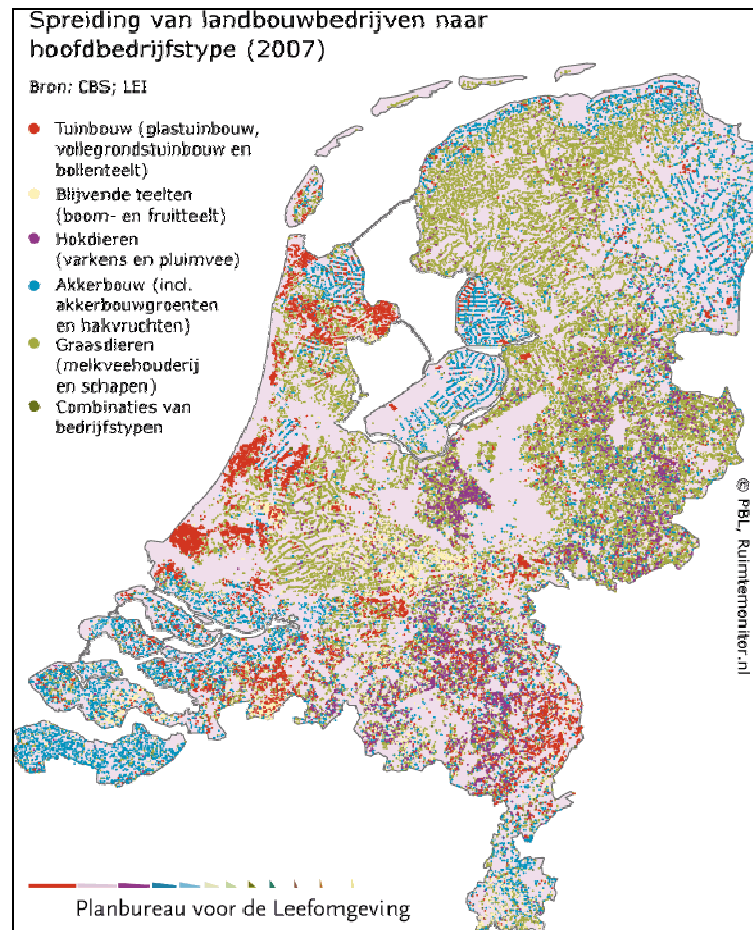
figuur 3 Landschapstypologie naar RPB

### 3.2 Bedrijfstypen- en gewassenkaart

De gevolgen van klimaatverandering zijn per gewas verschillend, zoals besproken in het vorige hoofdstuk. Om gevoel te krijgen voor de betekenis op regionale schaal is een gewassenkaart nodig. Figuur 4 geeft een overzicht van de belangrijkste landbouwgewassen in Nederland. Voor een meer algemeen begrip van ontwikkelingen is geeft een kaart met bedrijfstypen veel achtergrondinformatie, zie figuur 5.



Figuur 4 Landbouwgewassen in Nederland (Bron: Agricola, Alterra)



Figuur 5 Spreiding landbouwgewassen naar hoofdbedrijfstype (bron: CBS, LEI)

## 4 KLIMAATADAPTATIE

### 4.1 Adaptatiestrategieën

Verskillende adaptatiestrategieën zijn denkbaar om de landbouw aan te passen aan klimaatverandering. Bijlage 1 bevat een overzicht van adaptatiemaatregelen zoals ontwikkeld tijdens de expertsessies en de voorgesprekken. De maatregelen zijn ingedeeld naar actoren en rollen in 4 categorieën.

Categorie A bestaat uit maatregelen op bedrijfsniveau, deze kunnen door individuele landbouwers worden genomen al dan niet gestimuleerd door over overheden.

Categorie B betreft innovatie van teelten of rassen, hiervoor zijn ook individuele landbouwers nodig maar vaak gaat hieraan een innovatie initiatief van de (landelijke) overheid of grote bedrijven aan vooraf. De overstap en de risico's zijn anders voor een individuele landbouwer vaak te groot.

Categorie C bestaat uit maatregelen in het waterbeleid, deze liggen qua uitvoering op het bord van de waterschappen en beleidsmatig bij de provincie en/of landelijk overheid.

Categorie D tenslotte betreft ruimtelijke maatregelen waarvoor primair de provincie verantwoordelijk is in overleg met belanghebbenden.

### 4.2 Ontwikkelingen in de voorbeeldgebieden

Niet alle adaptatiemaatregelen zijn overal van toepassing. Voor een tiental gebieden in Nederland is indicatief aangegeven welke maatregelen wel en niet van toepassing zijn. De resultaten hiervan zijn ter inspiratie voor anderen weergegeven in bijlage 2. De (beleids)ontwikkelingen en de belangrijkste klimaatproblemen en -kansen in de voorbeeldgebieden worden hieronder op hoofdlijnen weergegeven.

#### 4.2.1 Noord-Holland Noord

##### *Beleid en ontwikkelingen*

Het gebied boven de grens Hoorn-Alkmaar wordt door de provincie in haar structuurvisie aangeduid als landbouwproductiegebied. In het zuiden van de provincie is ruimte voor stedelijke verdichting, terwijl het in noorden de landbouw de ruimte krijgt. In Noord-Holland noord treffen we diverse vormen van intensieve landbouw aan zoals: glas, bollen, gras, intensieve veehouderij, akkerbouw (pootaardappelen) en bieten.

De verwachting is dat het glasareaal en de bollenteelt enorm zullen toenemen. De druk is hoog omdat nieuwe ruimte elders schaars is. Het zal dan met name gaan om glasgroenten in combinatie met grondgebonden groenteteelt. De bieten en consumptie aardappelen zullen naar verwachting verdwijnen terwijl de pootaardappelen juist toenemen. De bollen zullen blijven. Over de veehouderij vindt nog veel discussie plaats in het kader van megastallen.

##### *Klimaatproblemen en -kansen*

Aan de noordwestzijde in de Bollenstreek is sprake van enige **verziltning**. In de Wieringermeer is sprake van verzoeting, maar komen ook brakke gebieden voor die onder invloed van klimaatverandering mogelijk toenemen.

Kansrijk is de ontwikkeling van glas in de Wieringermeer omdat het klimaat hier **mild** is en weinig extremen in zomer of winter te verwachten zijn. Wel wordt gebruik gemaakt van IJsselmeerwater om in tijden van droogte voldoende zoetwater te hebben. In de toekomst zal een toenemend watertekort leiden tot keuzes, waardoor een verdere **verbrakking** mogelijk op plaatsen geaccepteerd zal moeten worden.

Voor de gietwatervoorziening zal dit geen problemen opleveren, omdat tuinders in hun eigen water kunnen voorzien en hiervoor gebruik kunnen maken van ondergrondse opslag.

Vooralsnog worden in Noord-Holland geen problemen in de glastuinbouw als gevolg van **hitte** verwacht. Wel zal mogelijk de koelbehoefte als gevolg van hittegolven toenemen. Voor de bollen worden problemen door wateroverlast voorzien. Bij hevige piekbuien moet het water zo snel mogelijk worden afgevoerd maar in tijden van droogte moet water aangevoerd worden.

De mate van toename van **ziekten en plagen** is moeilijk te voorspellen. Zeker is wel dat ze toenemen, maar omdat het af en toe de kop op steek kunnen er geen kwantitatieve en ook nauwelijks kwalitatief uitspraken over gedaan worden. Naast klimaatverandering spelen ook aspecten als globalisering een rol.

## 4.2.2 Noord-Brabant

### *Beleid en ontwikkelingen*

Het oostelijk en zuidelijk deel van de provincie kenmerken zich door zandgronden. Hier komt met name (intensieve) veehouderij voor. Dit zal in de toekomst naar verachting ook zo blijven. Op de vroegere ontginningsgronden komt naast de veehouderij ook akkerbouw voor. Het areaal aan bollen en aardappelen in de vorm van 'reizend circus' neemt toe. Richting de Biesbosch, op de zeekleigronden komt met name akkerbouw voor. Het noordwesten van de provincie kenmerkt zich door akkerbouw en vollegroondsgronden. Het overgangsgebied tussen klei en zand is voor de landbouw minder interessant. Het middengebied tussen de steden (Groene Woud) is veel kleinschaliger. Het is gelegen in het stroomgebied van de Dommel en daardoor veel natter dan de rest van Oost-Brabant. Het gebied is als aangewezen als landschapsgebied en verdere ontwikkeling van de landbouw is alleen mogelijk indien aangepast aan de mogelijkheden van het gebied. De focus ligt daarom op kleinschaligheid en streekproducten. Er zijn weinig mogelijkheden voor intensieve veehouderij. In de buurt van Zundert treffen we glas en boomteelt (containerteelt) aan. Dit is een economische belangrijke en daardoor groeiende sector. Het gebied ten zuiden van Breda ten slotte kenmerkt zich door intensieve groenteteelt. Ook in Brabant zijn de landbouw ontwikkelingsgebieden aan discussie onderhevig door de roep om een verbod op megastallen.

### *Klimaatproblemen en kansen*

Het Brabantse landschap kenmerkt zich door hoogteverschillen. Wateroverlast treedt op in de beekdalen, terwijl er op de hoge gronden juist sprake is van watertekorten. Dit vormt tevens een aanknopingspunt voor oplossingsrichtingen. Omdat het heel subtiele verschillen zijn, zijn de oplossingen niet te generaliseren en is lokaal maatwerk geboden. De landgebruikvormen hebben zich vaak al aangepast aan lokale omstandigheden.

De klimaatdiscussie focust zich met name op de **droogteproblematiek**. Er bestaan reeds grote watertekorten. Op de relatief droogtegevoelige zandgronden in het oosten vindt beregening plaats. Er zijn circa 10.000 vergunningen voor beregening afgegeven. Het gebruik van grondwater is punt van discussie. Het beleid is erop gericht om de grondwaterwinning te stabiliseren. Door het schaarser worden van zoetwater, in combinatie met eventueel langdurigere periodes van droogte (onder W+ en G+) kan watertekort in de toekomst een probleem worden. Niet alleen voor de landbouw, maar ook voor de in het gebied aanwezige natuurwaarden. De watervoorziening is ook punt van discussie in de boomteelt. Op de hoger gelegen gronden is het water moeilijk te krijgen. Uitgangspunt is dat de teelt het peil volgt.

In West-Brabant wordt door een verdere **verzilting** van de Zeeuwse delta en het Volkerak zoommeer reeds gezocht naar ander zoetwaterbronnen. In de klei gebieden is de watervoorziening goed geregeld.

**Wateroverlast** is met name te verwachten in het midden van Brabant en in (vlakke) kleigebieden. Op de hellingen stroomt water goed af. Voor de boomteelt geldt dat er incidenteel in beekdalen wateroverlast optreedt.

Voor wat betreft de **ziekten en plagen** zijn de boomteelt en groenteteelt het meest kritisch. Daarnaast is de aardappel een gevoelig gewas, ook voor ziekten en plagen. Maïs en gras zijn over het algemeen robuuster voor klimaat. Extremen in voor- en najaren zullen bepalend zijn voor de oogst.

### 4.2.3 Utrecht

De veenweidegebieden beslaan een derde van het grondgebruik van de provincie Utrecht en bedienen veel verschillende functies: recreatie, natuur, wonen en landbouw. Het oostelijk deel wordt beïnvloed door kweltoevoer uit Utrechtse Heuvelrug. Het westelijk deel is meer afhankelijk van externe watertoevoer.

#### *Klimaatproblemen en kansen*

In het Utrechtse deel van het veenweidegebied kampt men met zowel **watertekort** als **overlast**. In Overijsselse veenweide speelt het probleem van watertekort niet. Dit deel kent een andere hydrologie: het wordt anders bewaterd en ook de grondstromen zijn anders. Utrecht is afhankelijk van watertoevoer uit de grote rivieren, maar zit aan het einde van de lijn en kent bovendien geen rivieren met scheepvaart, waardoor het water in tijden van droogte niet als eerste naar de Rijn wordt gestuurd.

De klimaatdiscussie richt zich dan ook met name op de toekomstige watervoorziening en het ontstaan van mogelijk nieuwe watertekorten, ook in relatie tot veiligheid in verband met de vele veendijken. Het voorkomen van klink is voor de veenweidegebieden eerste prioriteit in de verdringingsreeks. Vraag is of in de toekomst de watervoorziening volgens de verdringreeks nog wel haalbaar is. Dit heeft ook gevolgen voor landbouw. Naast de regionale verdringingsreeks is ook de landelijke waterverdeling van belang. Om daarvan niet afhankelijk te hoeven zijn wordt onderzocht of lokale waterberging een oplossing kan vormen. Retentiegebieden zijn echter van invloed op de kwaliteit van de melk. Wanneer het gras lange tijd onder water heeft gestaan, wordt het te nutriëntenrijk. De compensatie die boeren daarvoor momenteel krijgen is onvoldoende. Ook de **waterkwaliteit** is aandachtspunt bij retentiegebieden. Blauwalg etc. zal onder invloed van klimaatverandering (hogere temperaturen) gaan toenemen. Daarmee neemt ook het watertekort toe. Vervuild water kan niet worden gebruikt of moet worden doorgespoeld.

Water is ook nodig om **zoutindringing** tegen te gaan. Dat kan leiden tot tekorten elders. In de toekomst zullen we gebieden dus misschien moeten laten verbraken om elders voldoende zoetwater te hebben.

Naast het watertekort is ook **bodemdaling** een belangrijk probleem. Onderzoek heeft aangetoond dat de invloed van klimaatverandering op de snelheid van de bodemdaling aanzienlijk is. Klink is met name een oxidatieprobleem, met name in de niet-verzadigde delen van de bodem, waar de invloed van de mens op de afwatering het grootst is. Dat wordt versterkt als gevolg van temperatuurstijging. Momenteel wordt onderzocht hoe dit proces afgeremd kan worden. Het opzetten van het waterpeil stuit op veel discussie. Het zijn niet zo zeer de boeren die niet willen aanpassen, maar de publieke opinie wil een weiland met koeien. Daarom is het moeilijk om grote arealen om te vormen. Oplossing wordt gezocht in optimaliseren ruimtelijke ordening. Ook vinden proeven plaats met omgekeerd drainage. Naast dat de veenweidegebieden zeer kwetsbaar zijn voor klimaatverandering vormen ze ook een landschappelijk discussiepunt. De mogelijke oplossingen voor de veenweidegebieden kunnen niet worden gegeneraliseerd, maar moet locatiespecifiek worden bestudeerd, omdat de veenweidegebieden onderling sterk verschillen.

### 4.3 Beoordelingscriteria

De effectiviteit van de adaptatiestrategieën verschilt sterk per gebied. Ook bij de keuze van de meest wenselijke strategie zullen een aantal afwegingen moeten worden gemaakt. Hierbij spelen zowel inhoudelijke als ook beleidsmatige factoren een rol. De afwegingen tussen deze factoren hangen echter sterk samen met speerpunten binnen het beleid, belangen die binnen een regio spelen, (financiële) mogelijkheden en prioriteiten die in een bepaalde periode worden gelegd. De uiteindelijke keuze voor de ene strategie of de andere is dan ook een beleidskeuze.

In de bijeenkomsten is besproken welke factoren van belang zijn voor het maken van goede afgewogen keuzes en gezamenlijk een lijst met beoordelingscriteria opgesteld. Deze zijn hieronder weergegeven in de vorm van vragen.

#### *Inhoud*

- **Urgentie** (nu of kan het later?)
- Is de maatregel een **no regret** (geen spijt) maatregel?
- Hoe **snel** is realisatie mogelijk?

#### *Stakeholders*

- Hoe groot is de **complexiteit**, zowel inhoudelijk, als wat betreft het aantal stakeholders?
- Is er **draagvlak** te verwachten, te verkrijgen, zullen de benodigde partijen participeren?
- Welk **imago** en welke **beeldvorming** bestaat over het type maatregel of kan ontstaan?

#### *Economie*

- Wat zijn de **economische gevolgen**, en wie ondervindt deze?
- Wanneer is de maatregel (kosten) effectief?
- **Hoe zeker** is de klimaatontwikkeling waarop de maatregel een antwoord is, hoe zeker is de effectiviteit? Is er een risico op over- of onderinvestering?

#### *Doelen en effecten*

- Leidt de maatregel tot **afwenteling**, zijn er **neveneffecten**?
- Is **meekoppeling** van andere doelen mogelijk?
- Wat is de relatie met de gewenste **ontwikkeling van de regio**?

Van de adaptatiemaatregelen en de beoordelingscriteria kan een adaptatiematrix worden gemaakt, een voorbeeld hiervan is te vinden in bijlage 3. De adaptatiematrix is bij wijze van denkoefening indicatief toegepast op de voorbeeldgebieden om te kijken in hoeverre deze bruikbaar is en wat nodig is als volgende stap.



#### 4.4 Kansrijke adaptatiestrategieën voor vier landschapstypen

Voor vier landschapstypen is tijdens de expertsessies bij wijze van denkoefening een top 3 van adaptatiestrategieën samengesteld. Deze top3 en de bijbehorende overwegingen volgen hieronder.

*Droge zandgebieden (Kampen), zie figuur 3.*

- 1) Op bedrijfsniveau: verhogen organisch stofgehalte en duurzaam bodembeheer Urgentie is groot. Complex ja / nee: boeren moet het gewoon doen. Draagvlak is gekoppeld aan (kosten)effectiviteit. Zicht op wat het kost en wat het oplevert is voor de lange termijn onbekend. Neveneffect: positief voor nutriëntenbeschikbaarheid.
- 2) Vasthouden van water op verschillende niveaus. Urgentie zal binnen nu en 10 jaar duidelijk worden. Op bedrijfsniveau kan je snel wat doen, regionaal is het lastiger. Draagvlak op bedrijfsniveau is laag: kost grond. Besef over wat het oplevert is klein. Heeft wel positief effect op uitstraling. Onvoldoende inzicht in kosteneffectiviteit en risico's. Regionaal spelen meerdere actoren een rol.
- 3) Teelt volgt peil. Waterpeil als uitgangpunt genomen. Urgentie voor veel gebieden (natuur habitat) groot, moeten nu al maatregelen genomen worden. Geen risico, no regret maatregel. Snelheid waarmee te realiseren is afh (van kosten) van onteigening. Positief effect op uitstraling landbouw.

*Zeeklei (zie figuur 2)*

- 1) Op bedrijfsniveau: Irrigatie, efficiënter gebruik van zoet water bijvoorbeeld door druppelbevloeiing
- 2) Zouttolerantie van gewassen verhogen of zilte teelten
- 3) Beprijzing van zoet water (teelt water aanvoeren via waterleidingbedrijven, 'waterfabrieken' voor de landbouw)

Voor het zeekleigebied speelt verzilting een belangrijke rol. Op basis daarvan is de top 3 samengesteld. De maatregelen beprijzing en doorspoelen hangen met elkaar samen. De verwachting is dat voor veel gewassen de zouttolerantie veel hoger ligt dan nu aangenomen. De gegevens die nu gebruikt worden, dateren van 2003 en zijn bovendien niet op de Nederlandse situatie gebaseerd. Op basis van nieuwe gegevens zouden de normen aangepast kunnen worden. Koeien kunnen bijvoorbeeld goed tegen zout gras als ze maar zoet water kunnen drinken. De maatregel beprijzing van zoet water komt er als weinig kansrijk uit. Het efficiënt gebruik zoet water daarentegen vergt weinig investeringen. In veel gevallen is het een kwestie van ander beheer. Deze maatregel is daardoor relatief eenvoudig uit te voeren en kansrijk.

*Laagveengebieden (veenweiden)*

1. Op bedrijfsniveau is duurzaam bodembeheer kansrijk: relatief met eenvoudige maatregelen in te voeren: bijv. niet te vroeg met de tractor het land op. Roept weinig weerstand bij boeren op. Er zijn tussen verschillende boeren in hetzelfde gebied nog grote verschillen in resultaten, door benchmarking en kennisoverdracht kunnen best practices de nieuwe standaard worden.
2. Kiezen van geschikte variëteiten (beter benutten genetisch potentieel) in combinatie met het ontwikkelen van resistente teelten en andere rassen. Mogelijkheden voor grassoorten die beter tegen extremen kunnen. In combinatie met kleinere koeien zou je een robuuster systeem krijgen. Te implementeren in een periode van 10-30jr. Weinig problemen t.a.v. imago en draagvlak, maar wel economische consequenties voor de boeren (andere opbrengstverhouding).
3. Zoetwateraanvoer via pijpleidingen of kanalen in droge perioden in combinatie met teelt volgt plek en robuust maken van het watersysteem bij gebiedsontwikkeling. In gebiedsprocessen ruimtelijke ordening afstemmen op andere mogelijkheden die je wilt creëren.

*Gemengde gebieden (zie figuur 5) met diversiteit aan landschap en bedrijfstypen*

De meest kansrijke maatregelen zijn afhankelijk van het gebied en het beleid dat daar wordt gehanteerd. Voor de top 3 is gekeken naar het Groene Woud in Noord-Brabant en naar West-Friesland. Wat betreft het beleid is hier een essentieel verschil.

Voor het Groene Woud geldt dat het landschap in stand wordt gehouden door boeren en ondernemers die er zitten. Het kiezen van geschikte variëteiten, herintroductie van robuuste gewassen (zoals spelt of gerst) en plaagonderdrukking door meer agrobiodiversiteit en aangepast waterbeleid op basis van het landschap zijn hier kansrijke adaptatiemaatregelen.

Voor West-Friesland geldt als beleid dat de boeren de ruimte wordt gegeven met de beperking van het landschap (dus net andersom). Het aanpassen van de rotatieschema's en plaagonderdrukking door meer agrobiodiversiteit zijn hier kansrijke adaptatiemaatregelen.

## 5 KLIMAATEFFECTEN BIJ ZES SIGNAALGEWASSEN

### 5.1 Inleiding

Zoals al eerder aangegeven, wordt de keuze voor geschikte adaptatiemaatregelen en hun effectiviteit door meerdere factoren bepaald, zoals: hoe negatief pakt een klimaatverandering uit, voor welke gewassen speelt het probleem werkelijk een rol, wanneer speelt het probleem en hoe urgent is het eigenlijk, wat zijn de economische gevolgen, voor wie is de maatregel van belang, etc.? Om al deze vragen te kunnen beantwoorden is het goed om in te zoomen op de gevolgen van klimaatverandering op een aantal specifieke gewassen en daarbij ook de seizoensinvloeden te betrekken. In overleg met de provincies is voor deze rapportage gekozen voor een gedetailleerde uitwerking van enkele signaalgewassen, die voor de betreffende provincie van economisch belang zijn en ook een aanzienlijk areaal hebben. Het gaat om de volgende gewassen:

#### Noord Holland:

- Bollen (m.n. tulp van economisch belang)
- Pootaardappel (vooral op klei en zavel)

#### Overijssel:

- Gras (op zand)
- Consumptie – fabrieksaardappel (zandgrond)

#### Utrecht:

- Gras (op veengrond)

#### Nd Brabant

- Suikerbiet
- Zaaiui

Elk signaalgewas zal op basis van literatuur en expert oordeel in detail worden uitgewerkt (zie ook hiervoor: Schaap et al., 2009). Er zal worden ingegaan op mogelijke effecten en/of knelpunten van klimaatverandering. Vervolgens worden enkele klimaatfactoren hieruit gekozen en wordt berekend wat de kans hierop is in de periode van het jaar waarin het gewas specifiek gevoelig is voor deze klimaatfactor. De kans dat deze klimaatfactor voorkomt (op dit moment en in 2040) wordt berekend op basis van een 30 jaarsgemiddelde aan de hand van KNMI- modellen. Voor 2040 zullen getallen voor de 4 verschillende scenario's (G, G+, W, en W+) worden gepresenteerd en zo de toe- of afname van knelpunten bij klimaatverandering ten opzichte van de huidige situatie worden bekeken.

## 5.2 Tulp

### Algemeen

De Tulp (*Tulipa*) is een eenzaadlobbige plant, die behoort tot de familie van de lelie (*Liliaceae*). De plant komt oorspronkelijk uit Turkije. De naam 'tulp' is afkomstig van het Perzische woord 'tulipan' wat tulband betekent. Tulpen kunnen niet in een warm klimaat worden gekweekt, omdat ze in de winter koude nodig hebben om de bolrust te kunnen doorbreken. Tulpenbollen worden gewoonlijk in oktober en november geplant. De bloeiperiode loopt van april tot in juni. Nieuwe bollen worden gekweekt door in het najaar (oktober en november) tulpenbollen te planten. De knoppen tussen de bolrokken van deze bollen groeien uit tot nieuwe bollen waarbij de oude bol gebruikt wordt als voedsel. De knop die naast het groeipunt zit, de zogenaamde 'A' knop, groeit uit tot een grote bol. Deze wordt verkocht voor bloemproductie, of direct aan de consument. De geplante bol bevat naast de 'A' knop, tussen zijn bolrokken nog meer kleine groeiknoppen, de zogenaamde b, c, d en e knoppen, die uitgroeien tot kleine bolletjes (klisters). Deze klisters zitten aan de grote bol vast, en worden in de zomer tijdens het pellen van de grote bol afgehaald. In het najaar worden zij weer geplant op het land, om uit te groeien tot een grote bol. Naast de gecultiveerde tulp kent men ook de 'botanische tulp', die vooral geschikt is voor de tuin, omdat deze bollen in de grond kunnen blijven en het jaar daarop weer uitkomen. Ruim 75% van de gekweekte tulpenbollen is bestemd voor bloemproductie in binnen of buitenland. De rest wordt als bloembol verkocht aan de consument of belandt in parken en openbare tuinen. De maanden waarin de verschillende teelt- en groeifasen worden doorlopen zijn weergegeven in de tabel.

**Tabel 1** Teeltmomenten voor tulp

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pootbed bereiding									X			
Planten										X	X	
Rustfase	X	X									X	X
Groeifase loof		X	X									
Bloei				X	X							
Koppen bloemen					X							
Rooien						X	X					

### Knelpunten

Bij natte omstandigheden kan niet gespoten worden met gewasbeschermingsmiddelen. Wanneer het aantal natte perioden als gevolg van klimaatverandering toenemen zal daardoor de druk van ziekten en plagen toenemen.

De koudesom tussen november en februari, die nodig is voor het doorbreken van de bolrust vereist temperaturen < 5°C gedurende 9 weken. Door het mogelijk optreden van zachte winters door klimaatverandering wordt het risico groter dat deze koudesom niet wordt gehaald en productieverlies zal optreden.

In het voor- en najaar kan langdurige regenval natschade aan bollen veroorzaken. Hitte in de zomer kan schade veroorzaken tijdens het groeiproces. Hagel kan schade aan blad en bloem veroorzaken tijdens de ontwikkelingsfase en bloeifase. In warme, natte perioden kunnen schimmelziekten opkomen.

Gemiddelde temperatuurstijging in de wintermaanden verhoogt de druk van luizen en daarmee ook de overdracht van virussen.

### Huidig vóórkomen van klimaatfactoren en toekomstverwachtingen

Op drie klimaatfactoren en hun effect op het gewas wordt verder ingezoomd in tabel 2. Hierin wordt de klimaatfactor nader gedefinieerd en aangegeven in welke periode van het jaar het gewas hiervoor gevoelig is en wat de gevolgen zijn voor het gewas.

**Tabel 2** Geselecteerde klimaatfactoren en impact op het gewas

Weersituatie	Omschrijving klimaatimpact	Periode	Impact op het gewas
Hevige regenval	Neerslag van 60mm in 3 dagen	Maart-juli	Verdrinken bollen
Warm en nat	Minimaal op 50 % van de 14 aaneengesloten dagen met een temperatuur boven 20°C valt meer dan 0.5 mm regen	Mei - juli	Schimmelziekte Fusarium
Extreme hitte	Minimaal twee aaneengesloten dagen met een temperatuur van 35°C	Juni-juli	Groei stopt en tulp gaat afstervingsfase in

In tabel 3 staat aangegeven hoe groot de kans is dat de factoren op dit moment al voorkomen in de periode waarin het gewas gevoelig is. In tabel 4 is de verwachting voor 2040 weergegeven voor diezelfde periode, maar ingeschat voor de 4 verschillende scenario's G, G+, W en W+ (elk met een andere kleur aangeven).

**Tabel 3** Vóórkomen van weersituaties die in het huidige klimaat schade veroorzaken in Noord-Holland (weerstation De Kooy), klimaatdata (1976-2005) afkomstig van het KNMI (aantal maal in de gehele periode 1976-2005).

Klimaatfactor	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hevige regenval			3									
Warm en nat					199							
Extreme hitte						0						

**Tabel 4** Schatting van het voorkomen van de weersituaties in de periode 2026-2055 (rond 2040) in het **G**, **G+**, **W** en **W+** scenario (Bron: KNMI ).

Klimaatfactor	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hevige regenval			5	3	4	3						
Warm en nat					197	182	192	178				
Extreme hitte						0	0	0	0			

Uit de tabellen 3 en 4 kan duidelijk worden afgelezen dat in Noord Holland de hevige regenval momenteel in de berekende periode van maart t/m juli gemiddeld 3 keer voorkomt (op basis van gegevens over de afgelopen 30 jaar). De frequentie zal in diezelfde periode toenemen in het G- en W-scenario, wanneer de windrichting niet verandert. Perioden met 'warm en nat' komen momenteel zeer vaak voor (199 keer in 30 jaar), maar zullen echter voor alle scenario's waarschijnlijk afnemen. Perioden met extreme hitte vormen momenteel geen knelpunt en lijken dat in deze provincie ook in de toekomst niet vormen.

### 5.3 Pootaardappel

#### Algemeen

De aardappel (*Solanum tuberosum* L.) is een lid uit de Solanaceae-familie. Pootaardappelen vormen het uitgangsmateriaal voor de teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen in binnen- en buitenland. Hoge kwaliteit van dit uitgangsmateriaal is essentieel omdat de aardappelplant gevoelig is voor veel ziekten die via de verkoop gemakkelijk verspreid kunnen worden. 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 waardoor de ziektedruk minder is.

De aardappelplant bestaat uit loof, stolonen, wortels en knollen. Vocht en een temperatuur van meer dan 4°C is nodig voor de kieming. De kieming gebeurt kunstmatig voordat de poters de grond in gaan. Een hoge lichtintensiteit stimuleert de knolgroei. Bij het kiemen wordt de drogestof reserve van de moederknol aangesproken, evenals bij de vorming van wortels en stengels.

De aardappelplant is gevoelig voor de schimmelziekte *Phytophthora infestans*, de bacterieziekte *Erwinia*, aaltjes en virusziekten. *Phytophthora* kan zich onder weersomstandigheden met veel vocht en warmte in zeer korte tijd sterk verspreiden en blad en knol ernstig aantasten. *Erwinia* veroorzaakt natrot en stengelrot waardoor oogstbederf optreedt. Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen hiertegen is in Nederland groot, maar wordt in natte omstandigheden belemmerd doordat de schimmel door de trekker met spuit verspreid wordt.

De verschillende fasen in teeltvoorbereiding, groei en oogst en de maanden, waarin die plaatsvinden, zijn weergegeven in tabel 5.

**Tabel 5** Teeltmomenten

	Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	Pootbed bereiding en poten			x	X								
2	Rugopbouw en aanfrezen				X	x							
3	Bespuiten tegen <i>Fytophthora</i>					x	X	X	X	x			
4	Oogst							x	X	x			
5	Ploegen	X	X	x							x	X	X

#### Knelpunten

Een toenemende droogte bij klimaatverandering zal beperkingen veroorzaken bij de grondbewerking ter voorbereiding van het poten van de aardappel. Bij toenemende natte omstandigheden kan minder gespoten worden met gewasbeschermingsmiddelen, waardoor de ziektedruk zal toenemen. Wanneer velden onder water komen te staan kan niet worden geoogst of geploegd, omdat de machines niet over het veld kunnen rijden.

Voor het gewas kan de toename van hevige regenval door klimaatverandering een toename van het verrotten van een deel van de aardappeloogst veroorzaken.

Toenemende hittegolven kunnen meer doorwas veroorzaken. Hierbij groeit de aardappel te snel waardoor knollen buiten de hoofdknol gevormd worden.

Een toename van warm en nat weer vergroot het optreden van de bacterieziekte *Erwinia*. Door hitte kan dan de aardappelplant door hoge verdamping en verbranding afsterven

Bij aanhoudend nat weer is spuiten tegen Phythophthora niet mogelijk (vanwege verspreiding van ziekten), waardoor oogst verloren gaat. Aaltjes en luizen zullen onder invloed van hogere temperaturen meer cycli krijgen en zo ziekten kunnen overdragen en het gewas aantasten.

Door late vorst kunnen de aardappels in het voorjaar bevroren en komen ze niet meer op.

In te warme winters wordt de bewaring van aardappelen problematisch: de buitenlucht kan de aardappelen niet koelen en veroorzaakt verlies vocht en uitlopers en rot. Dit is desastreus voor pootaardappelen.

#### Huidig vóórkomen van weersituaties en toekomstverwachtingen

Op vier klimaatfactoren en hun effect op het gewas wordt verder ingezoomd in tabel 6. Hierin wordt de klimaatfactor nader gedefinieerd en aangegeven in welke periode van het jaar het gewas hiervoor gevoelig is en wat de gevolgen zijn voor het gewas.

**Tabel 6** Geselecteerde weersituaties en impact op het gewas

Weersituatie	Omschrijving klimaatimpact	Periode	Impact op het gewas
Hevige regenval	Neerslag van 45 mm in 1 dag of 60mm in 3 dagen	Maart-juli	Verrotten van groot deel van de aardappeloogst
Hittegolf	Hittegolf (min. 3 dagen > 30°C in periode van min. 5 dagen > 25°C)	Juni-juli	'Doorwas'
Vorst	Periode van minimaal 2 dagen met een max. dagtemperatuur < - 2°C	April-mei	Aardappels bevroren en komen niet op
Warme winter	Periode van minimaal 14 dagen met dagtemperatuur > 10°C in maand 11 t/m 3	Dec-jan	Bewaring van aardappelen problematisch

In tabel 7 staat aangegeven hoe groot de kans is dat de factoren op dit moment al voorkomen in de periode waarin het gewas gevoelig is. In tabel 8 is de verwachting voor 2040 weergegeven voor diezelfde periode, maar ingeschat voor de 4 verschillende scenario's G, G+, W en W+ (elk met een andere kleur aangeven).

**Tabel 7** Voorkomen van weersituaties die in het huidige klimaat schade veroorzaken in Noord-Holland (weerstation De Kooy), klimaatdata (1976-2005) afkomstig van het KNMI (aantal maal in de gehele periode 1976-2005).

Weersituatie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hevige regenval			3									
Hittegolf						0						
Vorst			24									
Warme winter	0											0

**Tabel 8** Schatting van het voorkomen van toekomstig weersituaties rond 2040 voor Noord-Holland zoals is berekend in de periode 2026-2055 (rond 2040) in het G, G+, W en W+ scenario (Bron: KNMI).

Weersituatie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hevige regenval			5	3	4	3						
Hittegolf						1	1	1	6			
Vorst			17	16	13	12						
Warme winter	3	6										2

Uit de tabellen 7 en 8 kan duidelijk worden afgelezen dat in Noord-Holland de hevige regenval, die op dit moment gemiddeld 3 keer in de periode tussen maart en juli voorkomt (op basis van gegevens van de afgelopen 30 jaar), zal toenemen in het G- en W-scenario. Hittegolven (die momenteel nog geen knelpunt vormen) zullen in de toekomst waarschijnlijk wel gaan voorkomen. In het W+ scenario is die toename het grootst. De vorst neemt voor alle 4 scenario's duidelijk af. Dit gaat gepaard met een zeer significante toename van het aantal warme winters, vooral in het W+-scenario.

## 5.4 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 met als gevolg hoge melkproductie. Engels raaigras kan op vele gronden geteeld worden. Op kleigronden en goed ontwaterde en goed vochthoudende zandgronden komt het praktisch in monocultuur voor. Op veengronden is 60% Engels raaigras in de grasmat het maximaal haalbare. Gras heeft voldoende nutriënten en water nodig. Groei vindt grotendeels plaats van maart tot en met september. Maaien in de intensieve teelt kan ongeveer ieder zes weken plaatsvinden tussen maart en oktober. 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. Er zijn weinig insecten die schade berokkenen aan de grasmat. Gras kan schade ondervinden van stevige vorst in combinatie met betreding.

Graslanden worden in de intensieve teelt ongeveer eens in de vijf zes jaar opnieuw ingezaaid, maar kunnen veel langer worden gebruikt. Deze praktijk heeft te maken met het melkquotum (70% grasland is voldoende voor melkproductie) en de derogatie (250 kg N uit dierlijke mest toegelaten op bedrijven met meer dan 70% grasland, terwijl 170 kg uit dierlijke mest toegelaten is op alle andere bedrijven. Voorlopig derogatie toegestaan tot en met 2009). Herinzaaien van grasland op zandgrond is alleen toegelaten tussen 1 februari en 15 mei en niet in het najaar. Op klei en veengronden is het toegelaten tot 15 september. Op zandgronden wordt grasland in rotatie geteeld met vooral maïs. De maanden waarin de verschillende fasen van de teelt worden doorlopen, zijn weergegeven in tabel 9.

**Tabel 9** Teeltmomenten

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Inzaaimomenten			X	X					X	X		
Grasland is beweidbaar			X	X	X	X	X	X	X	X		
Maaien			X	X	X	X	X	X	X	X		



### Knelpunten

Toenemende vernatting als gevolg van klimaatverandering kan tot gevolg hebben dat koeien bij 'plasdras'-situaties uit de wei moeten worden gehaald om vertrapping van gras te voorkomen. Bij warme en natte perioden neemt de druk van schimmels toe. Bij langdurige schimmeldruk gaat het gras dood.

Langdurige droogte vermindert geleidelijk de zodekwaliteit en productie, al is niet aan te geven hoe groot hierdoor het productieverlies zal worden.

Ook door zeer strenge vorst gaat Engels raaigras dood. Soorten als timothee (*Phelum pratense*) kunnen hierbij wel overleven en worden daarom wel in grasmengsels opgenomen. Naarmate er meer tijd is verstreken sinds een winter met kale strenge vorst, laten boeren timothee weer weg uit mengsel.

Bij aanhoudende hitte kunnen planten afsterven waardoor de grasmat verslechterd, vooral als hoge temperatuur samengaat met suboptimaal management.

### Huidig vóórkomen van weersituaties en toekomstverwachtingen

Op vier klimaatfactoren en hun effect op het gewas wordt verder ingezoomd in tabel 10. Hierin wordt de klimaatfactor nader gedefinieerd en aangegeven in welke periode van het jaar het gewas hiervoor gevoelig is en wat de gevolgen zijn voor het gewas.

**Tabel 10** Geselecteerde weersituaties en impact op het gewas

Weersituatie	Omschrijving klimaatimpact	Periode	Impact op het gewas
Tropisch en nat	Minimaal op 90 % van de 4 aaneengesloten dagen met een temperatuur boven 25°C valt meer dan 0 mm regen.	mei – juli	Schimmels, groeireductie en afsterven van het gras
Langdurig droog	Te droge periode van 10 dagen als neerslag < 1 mm in maand 3 t/m 10.	mrt – okt	Afname zodekwaliteit en (sterke) groeireductie
Zeer strenge vorst	(Strenge) nachtvorst, lager dan -20°C op willekeurige datum.	nov- febr	Afsterven Engels raaigras
Aanhoudende hitte	Minimaal 3 aaneengesloten dagen met een temperatuur van 30°C of hoger	juni – juli	Engels raaigras sterft af

In tabel 11 staat aangegeven hoe groot de kans is dat de factoren op dit moment al voorkomen in de periode waarin het gewas gevoelig is. In tabel 12 is de verwachting voor 2040 weergegeven voor diezelfde periode, maar ingeschat voor de 4 verschillende scenario's G, G+, W en W+ (elk met een andere kleur).

**Tabel 11** Voorkomen van weersituaties die in het huidige klimaat schade veroorzaken in Utrecht (weerstation De Bilt), klimaatdata (1976-2005) afkomstig van het KNMI (aantal maal in de gehele periode 1976-2005).

Weersituatie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tropisch en nat						0						
Langdurig droog							133					
Zeer strenge vorst		0										0
Aanhoudend hete dagen							5					

**Tabel 12** Schatting van het voorkomen van weersituaties in Utrecht zoals berekend in de periode 2026-2055 (rond 2040) in het **G**, **G+**, **W** en **W+** scenario (Bron: KNMI).

Weersituatie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tropisch en nat					0	0	0	1				
Langdurig droog			135		147		143	165				
Zeere strenge vorst	0	0									0	0
Aanhoudend hete dagen					11	18	19	30				

Uit de tabellen 11 en 12 kan duidelijk worden afgelezen dat in de provincie Utrecht klimaatsomstandigheden van 'tropisch en nat' in de periode tussen mei en juli momenteel nog niet voorkomen, evenmin als omstandigheden met zeer strenge vorst. Alleen in het W+-scenario neemt de waarschijnlijkheid op 'tropisch en natte omstandigheden' voor 2040 toe. Zeer strenge vorst zal niet toenemen, in geen van de scenario's. Langdurige droogte komt momenteel al veelvuldig voor (133 keer op basis van een 30-jaarsgemiddelde) en zal waarschijnlijk toenemen, met name in het G+ en W+ scenario. Strenge vorst komt momenteel niet voor en dat zal in 2040 evenmin het geval zijn. Daarentegen zal het voorkomen van het optreden van een drie aaneensluitende hete dagen (waarvan de kans momenteel 5 bedraagt op basis van het 30-jaars gemiddelde) wel toenemen in alle scenario's. In het W+ scenario is deze toename het grootst.

Het is interessant om deze uitkomsten te vergelijken met de situatie in de provincie Overijssel, waar gras eveneens een belangrijk gewas is. Daarom worden ter vergelijking hieronder ook de getallen gegeven voor deze provincie. Hier is het weertype anders dan in Utrecht en dit levert ook een andere verwachtingen voor 2040 op. In de tabellen 13 en 14 staan respectievelijk de huidige situatie en die in 2040 weergegeven.

**Tabel 13** Frequentie van voorkomen van weersituaties in Overijssel (weerstation Twenthe) gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 (Bron: KNMI)

Weersituatie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tropisch en nat						0						
Langdurig droog			147									
Zeere strenge vorst	3										3	
Aanhoudend hete dagen						4						

**Tabel 14** Verandering in de frequentie van het voorkomen van weersituaties in Overijssel zoals berekend in de periode 2026-2055 (rond 2040) in het G, G+, W en W+ scenario (Bron: KNMI).

Weersituatie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tropisch en nat					0	0	0	0				
Langdurig droog			151		163		162		180			
Zeer strenge vorst	0	0									2	1
Aanhoudend hete dagen					12	13	16	27				

Een interessant verschil met de situatie in Utrecht is dat langdurige droogte in deze provincie momenteel al vaker voorkomt en in de toekomst ook verder toeneemt. Ook is in deze regio – anders dan in Utrecht – momenteel al af en toe sprake van zeer strenge vorst (3 keer op basis van het 30 jaars gemiddelde). Dit zal in 2040 echter afnemen in de G en G+ scenario's en zelfs helemaal verdwijnen in de W en W+ scenario's. De aanhoudende hete dagen nemen – evenals in de provincie Utrecht – toe.

## 5.5 Consumptie- en zetmeelaardappel

### Algemeen

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

De morfologie en fysiologie is in z'n algemeenheid dezelfde als voor pootaardappelen. Deze aardappelen zijn uiteraard bedoeld als eindproduct voor de consumptie of verwerking. De belangrijkste gebieden voor teelt van consumptie/zetmeelaardappelen liggen op de zandgronden. De gevoeligheid voor ziekten en plagen is voor de consumptie- en zetmeelaardappel hetzelfde als voor de pootaardappel. De fasen in teeltvoorbereiding, groei en oogst en de maanden, waarin die plaatsvinden, zijn weergegeven in tabel 15.

**Tabel 15** Teeltmomenten

	Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	Pootbed bereiding en poten			x	X								
2	Rugopbouw en aanfrezen				X	x							
3	Bespuiten tegen Fythophthora					x	X	X	X	x			
4	Oogst									x	X	x	
5	Ploegen	X	X	x								x	X

### Knelpunten

De knelpunten voor de consumptie/zetmeelaardappel zijn dezelfde als voor de pootaardappel (zie voorgaand).

### Huidig vóórkomen van weersituaties en toekomstverwachtingen

Hier is de zelfde vier klimaatfactoren en hun effect op het gewas verder ingezoomd als in het geval van de poot aardappel (zie tabel 16). Hierin wordt de klimaatfactor nader gedefinieerd en aangegeven in welke periode van het jaar het gewas hiervoor gevoelig is en wat de gevolgen zijn voor het gewas.

**Tabel 16** Geselecteerde weersituaties en impact op het gewas

Weersituatie	Omschrijving klimaatimpact	Periode	Impact op het gewas
Hevige regenval	Neerslag van 45mm in 1 dag of 60mm in 3 dagen	mei - sept	Verrotten van groot deel van de oogst
Hittegolf	Hittegolf (KNMI-def. min. 3 dagen > 30°C in periode van min. 5 dagen > 25°C)	juli - sept	'Doorwas'
Warm en nat	Minimaal op 75 % van de 8 aaneengesloten dagen met een temperatuur > 20°C valt meer dan 0 mm regen	Mei - juli	Voorkomen Erwinia
Warme winter	Per maand gemiddelde temperatuur 1°C hoger dan huidige gemiddelde maand-temperatuur	dec - jan	Verhoogde luizendruk en druk van cysteaaltjes

In tabel 17 staat aangegeven hoe groot de kans is dat de factoren op dit moment al voorkomen in de periode waarin het gewas gevoelig is. In tabel 18 is de verwachting voor 2040 weergegeven voor diezelfde periode, maar ingeschat voor de 4 verschillende scenario's G, G+, W en W+ (elk met een andere kleur aangeven).

**Tabel 17** Voorkomen van weersituaties die in het huidige klimaat schade veroorzaken in Overijssel (weerstation Twente), klimaatdata (1976-2005) afkomstig van het KNMI (aantal maal in de gehele periode 1976-2005).

Weersituatie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hevige regenval					4							
Hittegolf						7						
Warm en nat					5							
Aanhoudend warme winter	1											

**Tabel 18** Schatting van het voorkomen van weersituaties in de periode 2026-2055 (rond 2040) in het G, G+, W en W+ scenario (Bron: KNMI ).

Weersituatie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Hevige regenval					6	4	8	8				
Hittegolf						14	14	16	27			
Warm en nat					9	11	11	15				
Aanhoudend warme winter	2	3										2

Uit de tabel 17 kan worden afgelezen dat de hevige regenval in Overijssel op dit moment al een knelpunt vormt en waarschijnlijk zal toenemen (tabel 18) in het G, W en W+-scenario. In die laatste twee scenario's zien we zelfs een verdubbeling van de mogelijke incidentie. De hittegolven, die momenteel gemiddeld (op basis van de afgelopen 30 jaar) al 7 keer in de berekende periode voorkomen, nemen in alle scenario's ook fors toe. Ook de perioden met warme en natte dagen nemen toe, evenals het aantal aanhoudende warme winters.

## 5.6 Suikerbiet

### Algemeen

Suikerbiet (*Beta vulgaris*) wordt vooral in de gematigde streken geteeld voor de productie van suiker. 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 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 gepilleerd: de zaden worden omhuld en behandeld met gewasbeschermingsmiddel zodat ze maximale bescherming hebben en zeer nauwkeurig gezaaid kunnen worden.

Suikerbieten worden in principe in heel NL geteeld. Echter, zware kleigronden zijn minder geschikt, omdat deze gevoelig zijn voor structuurverlies. De verschillende fasen in de teelt van suikerbiet zijn: de voorbereiding van het pootbed en inzaai, de groeifase en knolvorming en het rooien van de knollen, waarna het veld wordt geploegd voor het volgende jaar. De maanden waarin de verschillende fasen worden doorlopen zijn weergegeven in tabel 19.

Het ploegen gebeurt in principe in het najaar. Op lichte gronden wordt soms van december tot jan / feb (of zelfs maart) geploegd.

**Tabel 19** Teeltmomenten

Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pootbedbereiding		x	X									
Groeifase				X	X	X	X	X	X			
Roofase									X	XXX	x	
Ploegen										x	X	X

### Knelpunten

Klimaatverandering kan voor de teelt van suikerbiet de volgende problemen opleveren:

De pootbed bereiding en zaai kunnen door een natte winter worden belemmerd. Dit kan leiden tot noodgedwongen uitstel van het zaaitijdstip. Ook het rooien kan bij natte omstandigheden worden belemmerd.

Voor de gewasgroei kan langdurige droogte problemen opleveren bij de opkomst.

Wisselvallig nat weer kan een laag suikergehalte tot gevolg hebben. Bij aanhoudend nat weer en slechte ontwatering kan in de bodem de schimmelziekte Rhizomanie optreden.

Een aanhoudend warme winter kan bij de bewaring van de bieten lijden tot verlies van suikergehalten.

Bij plotselinge nachtvorst in het vroege voorjaar kunnen de opkomende kiemplantjes doodvriezen

### Huidig vóórkomen van weersituaties en toekomstverwachtingen

Op vier klimaatfactoren en hun effect op het gewas wordt verder ingezoomd in tabel 6. Hierin wordt de klimaatfactor nader gedefinieerd en aangegeven in welke periode van het jaar het gewas hiervoor gevoelig is en wat de gevolgen zijn voor het gewas.

**Tabel 20** Geselecteerde weersituaties en impact op het gewas

Weersituatie	Omschrijving klimaatimpact	Periode	Impact op het gewas
Langdurig droog	Te droge periode van 30 dagen als neerslag < 5 mm in maand 3 t/m 4	Mrt - april	Problemen bij opkomst
Aanhoudend nat weer	Minimaal op 75 % van de 14 dagen meer dan 0 mm regen in maand 4 t/m 7	April - juli	Kans op Rhizomanie
Aanhoudend warme winter	Periode van minimaal 14 dagen met dagtemperatuur > 10°C in maand 12 t/m 1	Dec-jan	Verlies suikergehalten in opgeslagen bieten
Nachtvorst	Periode van minimaal 1 dag(en) met min.nachttemperatuur < -3°C in maand 3 t/m 4	Maart-april	Doodvriezen van kiemplantjes

In tabel 21 staat aangegeven hoe groot de kans is dat de factoren op dit moment al voorkomen in de periode waarin het gewas gevoelig is. In tabel 22 is de verwachting voor 2040 weergegeven voor diezelfde periode, maar ingeschat voor de 4 verschillende scenario's G, G+, W en W+ (elk met een andere kleur aangeven).

**Tabel 21** Voorkomen van weersituaties die in het huidige klimaat schade veroorzaken in Noord-Brabant (weerstation Gilze Rijen), klimaatdata (1976-2005) afkomstig van het KNMI (aantal maal in de gehele periode 1976-2005).

Weersituatie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Langdurig droog				3								
Aanhoudend nat weer				169								
Aanhoudend warme winter	1											
Nachtvorst				22								

**Tabel 22** Schatting van het voorkomen van weersituaties rond 2040 in Noord-Brabant, gebaseerd op data in de periode 2026-2055 (rond 2040) in het **G**, **G+**, **W** en **W+** scenario (Bron: KNMI ).

Weersituatie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Langdurig droog			3	3	3	4						
Aanhoudend nat weer				180	166	178	150					
Aanhoudend warme winter	2	3	5	8								
Nachtvorst			14	13	13	10						

Uit de tabellen 21 en 22 kan duidelijk worden afgelezen dat het aantal perioden van langdurige droogte tussen maart en mei in Noord-Brabant (dat momenteel zo'n 3 bedraagt) niet sterk zal veranderen tot 2040 onder de KNMI'06 scenario's. Het toekomstbeeld voor het aantal perioden van aanhoudend natte weer tussen april en eind juli hangt sterk af van het scenario. In G+ en W+ (dus bij verandering van de windrichting) zal mogelijk een lichte afname optreden, terwijl bij de G en W scenario's juist enige toename te verwachten is. Perioden met nachtvorst nemen ook voor Noord-Brabant – evenals elders in het land – af in alle scenario's.

## 5.7 Zaaui

### Algemeen

De ui is een tweejarige plant. In het eerste jaar vindt de bolvorming en het strijken van het loof plaats. In het tweede jaar vindt de bloei plaats. De teelt van zaauien betreft alleen het eerste jaar.

De belangrijkste factoren voor de bolvorming van de ui zijn: daglengte en temperatuur. Hoe hoger de temperatuur is des te sneller vindt bolvorming plaats. In warme jaren rijpen uien dus sneller af. Naarmate de bolvorming vordert, wordt de hals van de ui zwakker en gaat het loof (door toedoen 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 - 25°C bevindt. Vocht in de bewaar ruimte kan ook het uitlopen stimuleren. In een periode van relatieve koude in mei (7-13 °C) kunnen uien gaan bloeien. Hierdoor verslechtert de kwaliteit aanzienlijk.

Tijdens het inzaaien moet de bodem goed droog zijn. De ui ontwikkelt zich in het begin traag met weinig bladgroei en is daardoor erg gevoelig voor onkruidruk, met name breedbladig onkruid. Uien wortelen ondiep (slechts 18 cm), maar zijn vrij droogtetolerant. Dat wil zeggen, dat de plant zelf niet snel dood gaat, maar er vindt wel snel opbrengstderving plaats.

Uien kunnen bij optimale bodemstructuur en -waterhuishouding op een breed scala van bodems geteeld worden, met een lichte voorkeur voor lichte klei- en zavelgronden, mits het land tijdens de oogst goed bewerkbaar is. De machinerie, de gevoeligheid van uien voor schimmels en de drogingcapaciteit van de opslagruimtes vereisen dit. Uien vergen een rotatie van 1 op 5 of ruimer. Uien kunnen niet geteeld worden na gescheurd grasland en 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 met witrot, stengelaaltjes, noordelijk wortelknobbelaaltjes, graswortelknobbelaaltjes of Trichodus-soorten kunnen grote schade aanrichten bij de uienteelt. Trips (Thrips tabaci) kan schade aan het blad van planten toebrengen. De uienboorsnuitkever en uienmineervlieg brengen via larven schade toe aan het uienblad. De uienvlieg brengt via larven schade toe aan de gehele plant. De belangrijkste loofschimmels zijn: bladvlekkenziekte (Botrytis) en valse meeldauw (Peronospora) en in mindere mate papierenvlekkenziekte (Phytophthora),

purpervlekkenziekte (*Alternaria*), *Stemphylium*, witrot (*Sclerotium*) en *Fusarium*. De maanden waarin de verschillende fasen van de teelt worden doorlopen zijn weergegeven in tabel 23.

**Tabel 23** Teeltmomenten

	Teeltmomenten	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	Zaaien		X	X	X								
2	Blad boven de grond					x	X	X					
3	Bol vullen							X	X				

#### Knelpunten

Het inzaaien kan alleen plaatsvinden bij een droge ondergrond. Toename in de natte weersomstandigheden als gevolg van klimaatverandering kan de inzaai onmogelijk maken.

Langdurige droogte in de lente kan leiden tot plantsterfte. Als erg vroeg gezaaid is kan de oogstproductie worden voorkomen door opnieuw in te zaaien of extra dik inzaaien en eventueel dunnen, waardoor genoeg planten worden overgehouden. Langdurige droogte in de zomer kan leiden tot verminderde groei met mogelijke oogstproducties van 30-40%.

Wanneer de bodem in de oogst periode enkele weken blank staat, kan niet gerooid worden. De kwaliteit van de uien gaat snel achteruit (door opkomende schimmelinfecties) en daarmee ook de prijs.

Bij het optreden van zware buien kunnen vanuit de bodem bacteriën opspatten met de gronddeeltjes en infecties in de bol veroorzaken. Oogstproducties zijn dan mogelijk van 50%.

Bij warm en vochtig weer kunnen schimmels het blad infecteren. Oogstproducties zijn mogelijk van 50-60%.

#### Huidig vóórkomen van weersituaties en toekomstverwachtingen

Op vier klimaatfactoren en hun effect op het gewas wordt verder ingezoomd in tabel 6. Hierin wordt de klimaatfactor nader gedefinieerd en aangegeven in welke periode van het jaar het gewas hiervoor gevoelig is en wat de gevolgen zijn voor het gewas.

**Tabel 24** Geselecteerde klimaatfactoren en impact op het gewas

Weersituatie	Omschrijving klimaatfactor	Periode	Impact op het gewas
Langdurig droog (lente)	Te droge periode van 30 dagen als neerslag < 5 mm in maand 2 t/m 4	febr – mrt	Plantsterfte.
Bodem staat blank; enkele weken	Neerslag van 25mm/dag in 1 dag of 100mm in 3 dagen	mrt – juli	Rooien niet mogelijk; achteruitgang kwaliteit (schimmelinfecties).
Zware buien	Neerslag van in 1 dag of 25mm/dag in 3 dagen	mei – juli	Opspatten bacteriën met gronddeeltjes: infecties in de bol.
Warm en vochtig	Minimaal op 50 % van de 10 aaneengesloten dagen met een temperatuur boven 20°C valt meer dan 1 mm regen.	mei – juli	Schimmels infecteren het blad.



In tabel 25 staat aangegeven hoe groot de kans is dat de factoren op dit moment al voorkomen in de periode waarin het gewas gevoelig is. In tabel 26 is de verwachting voor 2040 weergegeven voor diezelfde periode, maar ingeschat voor de 4 verschillende scenario's G, G+, W en W+ (elk met een andere kleur aangeven).

**Tabel 25** Frequentie van voorkomen van weersituaties in Noord-Brabant gemeten door het KNMI in de periode 1976-2005 (aantal maal in de gehele periode 1976-2005; Bron: KNMI ).

Weersituatie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Langdurig droog (lente)			6									
Bodem staat enkele weken blank			16									
Zware buien					2							
Warm en vochtig					4							

**Tabel 26** Schatting van het voorkomen van weersituaties zoals berekend in de periode 2026-2055 (rond 2040) in het G, G+, W en W+ scenario (Bron: KNMI ).

Weersituatie	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Langdurig droog (lente)		6	6	6	6							
Bodem staat blank; enkele weken			25	18	30	22						
Zware buien					2	2	0	2				
Warm en vochtig					7	6	11	13				

Langdurige droogte in de lente is een knelpunt die nu al voorkomt en volgens de berekeningen waarschijnlijk niet zal toe- of afnemen. Uit de tabellen 25 en 26 blijkt dat het aantal perioden waarin de velden blank staan (momenteel al een knelpunt tussen maart en eind juli), zullen toenemen, vooral in het W scenario. Ook de perioden met warm en vochtig weer nemen waarschijnlijk substantieel toe, vooral in het W+ scenario.

## 5.8 Methodiek van de berekeningen

Voor de berekening van de verandering in de frequentie van het voorkomen van weersituaties voor de periode 2026-2055 (rond 2040) in het **G**, **G+**, **W** en **W+** scenario is de volgende methodiek is gehanteerd:

De getallen geven hoe vaak er aan het criterium wordt voldaan in een periode van 30 jaar. Dus de hoogte van het getal geeft aan hoe vaak een bepaalde weersituatie voorkomt. Hoe hoger het getal, des te vaker komt het voor en des te 'gewoner' is dit weertype.

De getallen zijn gebaseerd op de reeksen die met een transformatieprogramma zijn gegenereerd op basis van historische reeksen. Getransformeerde tijdreeksen voor de toekomst zijn gemaakt op basis van historische tijdreeksen die zo zijn aangepast dat ze passen bij een bepaald klimaatscenario en een bepaalde tijdshorizon. De tijdreeksen voor de toekomst bevatten daarom nog allerlei eigenschappen van de historische reeks, zoals de opeenvolging van warme en koude dagen. Deze volgorde kan in de toekomst echter veranderen, zonder dat de kansverdeling van de tijdreeks anders wordt. Bij veel van de in dit rapport genoemde weersituaties is de volgorde belangrijk. Juist hierover bestaat er meer onzekerheid. De getallen voor de toekomst moeten dus ook met voorzichtigheid worden geïnterpreteerd: het zijn eerste schattingen, die wel de juiste richting aangeven.

Voorzichtigheid is vooral geboden bij sequenties die weinig voorkomen: daar speelt het toeval (de toevallige opeenvolging van dagen met bepaalde condities in het verleden) een grotere rol.

Ook is voorzichtigheid geboden met de interpretatie van criteria waarbij een combinatie is gemaakt van temperatuur en neerslag, want in de berekeningen worden de tijdreeksen voor neerslag en temperatuur onafhankelijk van elkaar getransformeerd.

Voor meer info over de berekeningen, zie:

[http://climexp.knmi.nl/Scenarios\\_monthly/transtoelichting.shtml#voordelen](http://climexp.knmi.nl/Scenarios_monthly/transtoelichting.shtml#voordelen)

Met name onder 'voordelen en beperkingen' wordt toelichting gegeven over waarvoor de getransformeerde tijdreeksen wel en minder goed bruikbaar zijn. In situaties waarvoor de tijdreeksen minder goed bruikbaar zijn, moet men voorzichtiger zijn met conclusies op basis van de getallen.

## 6 RESULTATEN

### 6.1 Aanpak

In voorgaande hoofdstukken is op twee verschillende abstractieniveaus gekeken naar landbouw en klimaatverandering in de voorbeeldgebieden Noord-Holland Noord, Noord-Brabant, Utrecht West en Overijssel.

- Vanuit algemene kennis over klimaateffecten en de huidige (landbouw) ontwikkelingen in de voorbeeldgebieden is gekeken naar generieke knelpunten, mogelijke adaptatiemaatregelen en beoordelingscriteria. De adaptatiemaatregelen zijn ingedeeld naar de actor die hiervoor primair verantwoordelijk is.
- Meer in detail is gekeken naar de klimaateffecten voor een zestal signaalgewassen verdeeld over de verschillende gebieden. Voor deze gewassen zijn besproken: de verschillende stadia in de groeicyclus, de perioden in het jaar waarin deze aan de orde zijn en klimaat gerelateerde knelpunten die hierbij kunnen optreden. Vervolgens is gekeken naar de huidige kans van optreden van deze knelpunten en dit is vergeleken met de situatie rond 2040 in vier klimaatscenario's.

Beide benaderingen vullen elkaar aan en zijn een goede manier om een breder beeld van een gebied te combineren met specifieke voorbeelden. Om kwantitatief onderbouwde uitspraken te kunnen doen is inzoomen tot op het gewasniveau noodzakelijk. De huidige en toekomstige klimaatgerelateerde knelpunten zijn per gewas verschillend. Ook zijn er duidelijk regionale verschillen binnen Nederland.

### 6.2 Belangrijkste conclusies

1. *Ziekten en plagen* zijn nu al een probleem; aandacht voor (natuurlijke) plaagonderdrukking is ook vanuit het perspectief van klimaatverandering van belang. Voorbeelden:
  - De kans op warme en natte omstandigheden in de maanden mei – juli zal in Overijssel tussen nu en 2040 2 tot 3 keer zo groot worden. Dit vergroot bij consumptie/zetmeelaardappelen de kans op de bacterieziekte Erwinia. Daarnaast wordt de kans op een aanhoudend warme winter en daarmee een verhoogde druk van luizen en cystaltjes aanzienlijk groter.
  - Perioden met warm en nat weer die kunnen zorgen voor de schimmelziekte Fusarium bij tulpen komen in Noord-Holland noord nu al vrij vaak voor (199 keer tussen 1996 en 2005). Tussen nu en 2040 zal in alle vier de klimaatscenario's dit aantal nagenoeg gelijk blijven of iets afnemen.
  - Het aantal perioden dat de velden in Noord-Brabant in het voorjaar enkele weken blank staan zal tussen nu en 2040 fors toenemen, vooral in het W-scenario. Hierdoor is het rooien van zaai in deze perioden niet mogelijk en gaat de kwaliteit van de uien snel achteruit door schimmelinfecties.
2. *Hevige regenval* (bijv. 60 mm in 3 dagen) in het voorjaar of in de zomer vormt nu in sommige jaren een knelpunt. Met name in de G en W scenario's, wanneer de winrichting gelijk blijft, neemt dit overal in Nederland toe. Dit vergoot de kans dat in sommige jaren tulpenbollen verdrinken en dat de oogst van poot- of consumptie aardappelen voor een deel verrot.

3. *Vorstgerelateerde schade*, die nu in oost en zuid Nederland nog incidenteel voorkomt zal in alle scenario's afnemen. Bijvoorbeeld, het afsterven van Engels raaigras bij zeer strenge vorst komt nu in Overijssel in sommige winters nog voor (3 keer in 30 jaar). Dit zal in 2040 afnemen in de G en G+ scenario's en in de W-scenario's helemaal verdwijnen. Overigens is in Utrecht zeer strenge vorst (lager dan 20°C) in de afgelopen periode 1976-2005) al niet meer voorgekomen.
4. *Langdurige droogte in de zomer* komt ook nu al veelvuldig voor en dit zal in alle scenario's verder toenemen, tot ruim 15% extra in 2040. Voor gras leidt dit tot afname van de zodekwaliteit en (sterke) groeireductie. De zoetwatervraag van de landbouw leidt nu al in veel gebieden tot spanningen tussen verschillende functies, zoals tussen landbouw en natuur. Dit wordt in de toekomst sterker.
5. *Langdurige droogte in de lente* die nu bijvoorbeeld in Brabant incidenteel voorkomt zal rond 2040 in alle scenario's niet of nauwelijks zijn toegenomen. De opkomst van zaaiui of suikerbiet wordt hier niet door bedreigd.

### 6.3 Suggesties voor nader onderzoek en vervolgstappen

Of klimaateffecten op langere termijn van significante betekenis zijn in relatie tot de mogelijkheden van de betreffende teelt in NL wordt door meerdere factoren bepaald. Belangrijk hierbij zijn de concurrentiepositie in vergelijking met landbouwstreken in dezelfde en in andere klimaatzones, gekoppeld aan de wereldvoedselvraag en de wereldvoedselprijzen. Hieraan is in dit project geen aandacht besteed en de inzichten hierover verschillen. In het algemeen zijn in concurrentie analyses de effecten van klimaatverandering nog niet meegenomen en het verdient aanbeveling om dit wel te doen.

Hoe meer op het maximale van de mogelijkheden wordt geteeld, hoe gevoeliger een teelt voor kleine veranderingen of regionale verschillen gerelateerd aan het klimaat. Bijvoorbeeld bij de teelt van tomaten onder glas is het aantal zonuren van groot belang voor de concurrentiepositie. Of, en in welke mate de klimaatontwikkelingen van significante betekenis en of, en wanneer dit maatregelen vraagt is dan ook een kwestie van overleg met de betrokken sector.

Voor de signaalgewassen is in kwantitatieve zin aandacht besteed aan knelpunten. In de gebiedsbeschouwingen zijn ook kansen voor de huidige gewassen en voor andere teelten nadrukkelijk onderwerp geweest van gesprek. Inhoudelijke en beleidsmatige vragen zijn aan de orde geweest als:

- "Weegt de verlenging van het groeiseizoen voor gras op tegen een mogelijke opbrengstderving door de verhoogde kans op aanhoudende droogte in de zomer?"
- "Wanneer gaat het lonen om meer kwetsbare gewassen zoals zaaiuien in rotatie te vervangen door meer robuuste of meer zuidelijke gewassen en door welke dan?"
- "Moeten sterk watervragende gewassen of kwetsbare gewassen in gebieden die gevoelig zijn voor wateroverlast actief worden ontmoedigd, bijv. via de ruimtelijke ordening? Hoe urgent is dit? Wat zijn hiervan de maatschappelijke kosten en baten?"

In een vervolgonderzoek is het aan te bevelen een manier te vinden om hier zowel kwantitatief als inspirerend aandacht aan te besteden, bijvoorbeeld via backcasting vanuit een aantal te definiëren extreme toekomstbeelden in voorbeeldgebieden.

## LITERATUUR

- Ben Schaap, Greet Blom-Zandstra, Ilze Geijzendorfer, Tia Hermans, Rob Smidt en Jan Verhagen, 2009, Nota: Project Klimaat en Landbouw Noord-Nederland Fase 2, Interne nota, Alterra, Plant research International
- Bus, C.B., van Loon, C.D., Veerman, A., 2003. Teelt van pootaardappelen. Praktijkonderzoek plant en omgeving
- de Kock, M., Lemmers, M., Pham, K., 2009. Vroege virusoverdracht door bladluizen in tulp : thema: Fytosanitair beleid BO-06-005-001.07. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lisse
- A. Verhagen, M. Blom-Zandstra, P.J. Kuikman, E. den Belder, W.A. Brandenburg, J. Elderson, C.M.L. Hermans, B.F. Schaap, J.J.H. van den Akker, T.V. Vellinga & C. Waalwijk, 2009, Naar een klimaatbestendiger landbouw in Nederland. Quickscan en agendering van onderzoek1, Plant research International, Nota 613, Pp. 14
- Greet Blom, Maurice Paulissen, Claire Vos & Herman Agricola, 2008, Effecten van klimaatverandering op landbouw en natuur, Nationale Knelpuntenkaart en Adaptatiestrategieën, PRI Rapport 182, pp 38 + bijlagen.
- Greet Blom, Maurice Paulissen, Willemien Geertsema & Herman Agricola, 2009, Klimaatverandering in 3 casestudiegebieden. Integratie van adaptatie strategieën voor landbouw en natuur. Wageningen UR Rapport 255, Pp 74.
- Margaretha Blom-Zandstra & Maurice Paulissen, 2009, How will climate change affect spatial planning in agriculture and nature? In preparation.

---

Opdrachtgever : Interprovinciaal Overleg, Klimaat voor Ruimte, Kennis  
voor Klimaat, Ruimte voor Geoinformatie, Waterdienst

Auteur : Greet Blom, Marjan den Braber, Janette Bessembinder  
Bijdrage : Monique Groot  
Datum : 22 juni 2009

## BIJLAGE 1 OVERZICHT ADAPTATIEMAATREGELEN

### **A Maatregelen op bedrijfsniveau**

#### *Teelten*

- 1 Aanpassen rotatieschema's (meer rotaties; van 3 naar 5 tot 7)
- 2 Aanpassen zaai- en oogstdata (verkorting groeiseizoen)
- 3 Kiezen van geschikte variëteiten (beter benutten genetisch potentieel)

#### *Lokale inrichting*

- 4 Plaagonderdrukking door meer agrobiodiversiteit (aanleg bloemrijke akkerranden en/of houtwallen)

#### *Bodem*

- 5 Verhogen organisch stofgehalte (achterlaten gewasresten)
- 6 Duurzaam bodembeheer overig (...)

#### *Water*

- 7 Irrigatie, efficiënter gebruik zoet water (bijv. door druppelbevloeiing)
- 8 Zoetwaterbassins (op perceelsniveau)
- 9 Brak water gebruiken voor irrigatie (aanpassen aan verzilting)
- 10 Klimaatonafhankelijk worden (tunnels, vloeren, onder glas, op stal ..)

### **B Innovatie van teelten of rassen**

- 1 Ontwikkelen van resistente rassen (ziekten en plagen, extremen)
- 2 Introductie van bio-energiegewassen (koolzaad, riet, wilgen, etc.)
- 3 Introductie van gewassen uit zuidelijker streken (druiven, zonnebloem, artisjok, ..)
- 4 Herintroductie van robuuste gewassen (gerst, spelt, ..)
- 5 Introductie van aquacultuur (algen, eendenkroos, vis, ..)
- 6 Introductie van zilte teelten (lamsoor, ..)
- 7 Introductie van andere rassen (kleinere koeien, ..)

### **C Waterbeleid**

#### *Watertekort*

- 1 Beprijzing van zoet water (teeltwater aanvoeren via waterleidingbedrijven, 'waterfabrieken' voor de landbouw)
- 2 Accepteren van droogte, 'niets doen'
- 3 Voorraadberging via oppervlaktewater (regionale bekkens, ...)
- 4 Voorraadberging via grondwater (versterken infiltratie bovenstrooms, ..)
- 5 Vertragen afvoer (stuwbeheer door agrariërs, dempen sloten, beekherstel, ..)
- 6 Zoetwateraanvoer via kanalen, pijpleidingen o.a.

#### *Wateroverlast*

- 7 Retentiebekkens (regionaal)
- 8 Accepteren van overlast (plas dras op veenweidegebieden, ..)
- 9 Versnellen afvoer (verbreden sloten, gemaalcapaciteit, ..)

### **D Regionale ruimtelijke ontwikkeling**

- 1 Teelt volgt plek (stimuleren robuuste ruimtelijke inrichting)
- 2 Robuust maken watersysteem bij gebiedsontwikkeling
- 3 Land uit productie nemen, andere functies  
*Bedrijfsverbreding i.r.t. mitigatie: landbouw als energieproducent -*
- 4 Toestaan of stimuleren mestvergisting nabij woonbebouwing
- 5 Toestaan of stimuleren windmolens en zonnepanelen

