



Boeren op weg naar klimaatbestendige productie

Resultaten van het project

Klimaat en landbouw

in Noord-Nederland

Verantwoording

Projectleiding

Naam: Ing. P. Prins
Instituut/organisatie: LTO-Noord
Postadres: Postbus 186, 9200 AD Drachten
Email: pprins@LTONoord.nl
Telefoonnummer: 088 - 888 66 66
Projectsecretariaat: Grontmij
Postbus 91
9200 PA Drachten
o.v.v. projectnummer 190722

Projectorganisatie

Projectleider Ing. P. Prins, LTO-Noord
Projectsecretariaat Ing. Y. Balkema, Grontmij
Projectbegeleiding Ing. J.R. Zoetendal, Grontmij

Onderzoeksgroep

Ing. D. Swart, Grontmij
Ir. J. de Wit, Grontmij
Ing. J.R. Zoetendal, Grontmij
Dr. ing. A. Verhagen MSc, Wageningen UR,
Plant Research International
Ir. B.F. Schaap, Wageningen UR,
Plant Research International
dr.ir. M. Blom-Zandstra, Wageningen UR,
Plant Research International
Ir. T. Hermans, Wageningen UR, Alterra

Stuurgroep

D. Hollenga (vz), Provincie Groningen
P. van Erkelens, Wetterskip Fryslân
G. Backx, HZPC
H. Konst, Provincie Fryslân
G.C. van Eck, Ministerie LNV, directie regionale zaken,
miv 14-10-2010 Ministerie ELI
R. van der Veen, Waterschap Velt en Vecht
H. Brink, LTO Noord
A.M. Michielsen, LTO Noord
J.W. Straatsma, Royal Friesland Campina
P. Prins (secr), LTO-Noord

Projectgroep

P. Prins (vz), LTO-Noord
Y. Balkema (secr), Grontmij
G.J.M. Steenbruggen, Provincie Fryslân
W. Huizing, Provincie Drenthe
P. Smale, Provincie Groningen
I. Oosting, Provincie Flevoland
R. Groen, Provincie Flevoland
P. Rozenbeek, Waterschap Reest en Wieden
P. Filius, Waterschap Velt en Vecht
B. Muntjewerf, Ministerie LNV, directie regionale zaken
miv 14-10-2010 Ministerie ELI
D. Swart, Grontmij
J.R. Zoetendal, Grontmij
T. Hermans, Alterra
J. Veraart, Alterra/BSIK
A. Verhagen, Plant Research International

Titel: *Boeren op weg naar klimaatbestendige productie*

Subtitel: *Resultaten van het project klimaat en landbouw in Noord-Nederland*

Datum: *Definitief 18 februari 2011*

Vormgeving: *Grontmij (C. Lukens)*

Eindredactie: *"Citaat" communicatie*

Foto's: *Penn Communicatie (M. Sandburg) Foto pagina's: 17, 19, 21, 25, 29, 31*



Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1 Inleiding	10
1.1 Achtergrond	10
1.2 Klimaatverandering en landbouw	10
1.2.1 <i>Klimaatverandering</i>	10
1.2.2 <i>Impact op de landbouw in Noord-Nederland</i>	11
1.2.3 <i>Adaptatie</i>	11
1.3 Onderzoek Klimaat en Landbouw Noord-Nederland	12
1.4 Leeswijzer	13
2 Regionale gevolgen in Noord-Nederland	14
2.1 Inleiding	14
2.2 Noordelijk zeeleigebied	15
2.3 De Veenkoloniën	19
2.4 Oldambt	22
2.5 Weidegebied	26
2.6 Flevoland en Noordoostpolder	30
2.7 Verspreide teelten	33
3 De gebiedsoverschrijdende thema's	37
3.1 Inleiding	37
3.2 Waterbeheer	37
3.3 Ziekten en plagen	39
3.4 Bodemstructuur	42
3.5 De strategie van het akkerbouwbedrijf	45
4 Doorkijk naar 2100	47
4.1 Doorkijk naar de langere termijn: 2100	47
4.2 Doorkijk naar de korte termijn	48
5 Conclusies en aanbevelingen	52
5.1 Conclusies Klimaat en landbouw Noord-Nederland richting 2040	52
5.2 Aanbevelingen	54
6 Rapporten en artikelen	56
7 Bronnen	57

Samenvatting

Introductie

Boeren en tuinders in Noord-Nederland hebben goede perspectieven, ook bij een veranderend klimaat. Zonder zich daar nadrukkelijk bewust van te zijn, treffen zij bij hun dagelijkse werkzaamheden maatregelen die het bedrijf meer klimaatbestendig maken. Maar de vraag is of met alleen die maatregelen de toekomst van de landbouw voldoende is veiliggesteld.

Om te inventariseren welke gevolgen klimaatverandering heeft voor boeren, de sector en overheden is LTO het project Klimaat en landbouw Noord-Nederland begonnen. De werkwijze in het project was uniek. Ondernemers speelden een centrale rol en werden nauw betrokken bij iedere stap in het project. De onderlinge uitwisseling van ervaringen werd gevoerd met kennis van deskundigen. In zogenaamde "Adaptatieateliers" bespraken boeren en tuinders in een sfeer van vertrouwen klimaatgerelateerde problemen met wetenschappers en andere deskundigen en kwamen zo tot uitvoerbare oplossingen. De nauwe samenwerking met specialisten van de Wageningen UR (Plant Research International, Alterra), Grontmij en overheden gaf discussies de goede diepgang. De leidende rol van landbouworganisatie LTO Noord maakte het mogelijk om een brug te slaan tussen de praktijk van de ondernemers en de wereld van wetenschap en beleid.

Niet eerder werd zo systematisch verkend op welke wijze agrarische ondernemers hun toekomst klimaatbestendig kunnen maken. Een goede toekomst begint bij een goed markt- en ontwikkelingsperspectief. Uit de modelstudie blijkt dat met name de teelt van pootaardappelen en melkveehouderij stevige pijlers onder de sector in Noord-Nederland zijn, onder gemiddelde weersomstandigheden. Vervolgens is de klimaatgevoeligheid van de bestaande teelten onder extreme weersomstandigheden getoetst. Ondernemers beoordeelden de mogelijke adaptatiemaatregelen. Tot slot werd per regio in kaart gebracht wat de gebiedsopgaven voor de komende jaren zijn.

Communicatie met de ondernemers vond onder meer plaats via de al genoemde adaptatieateliers, nieuwsbrieven, de agrarische pers en een groot aantal ledenbijeenkomsten. Agrariërs zijn zich zo bewuster geworden van de impact van klimaatverandering. Hun kennis over klimaatverandering kunnen zij de komende jaren laten meespelen in bedrijfsbeslissingen en risicomanagement.

De pootaardappel kan gezien worden als een 'icoon' van het project. Het gewas is een belangrijke pijler voor akkerbouwers in het zeeleigebied. Na de oogst worden de aardappelen over de hele wereld geëxporteerd als uitgangsmateriaal voor de teelt in uiteenlopende gebieden, droge woestijngebieden in het Midden-Oosten tot natte delta's in Azië. Het is dus van strategisch belang om ketenbreed (telers en

handelshuizen) te werken aan de ontwikkeling van nieuwe rassen die klimaatbestendig zijn, aan rassen die minder gevoelig zijn voor droogte of nattigheid of die juist een betere zouttolerantie hebben.

Tijdens het project werden ook de internationale parallellen steeds meer zichtbaar. Met een werkbezoek aan verschillende landbouwinstellingen in de Po-vlakte en de universiteit van Padua en tijdens de presentatie van het project tijdens de klimaatconferentie in Kopenhagen (2009) bleek er veel belangstelling voor de werkwijze en aanpak. Inmiddels hebben meerdere buitenlandse landbouworganisaties belangstelling getoond. Tijdens een internationale werkconferentie in 2011 zal worden nagegaan hoe de kennis van uit het project ook in andere gebieden kan worden toegepast.

Opzet project

In het project Klimaat en landbouw Noord-Nederland (2007 – 2010) zijn de concrete gevolgen van klimaatveranderingen aanpassingsmogelijkheden onderzocht voor het tijdsvenster tot 2040. Het project is in drie opeenvolgende fasen uitgevoerd. Beginnend op Europees niveau is er vervolgens specifiek ingezoomd op de in Noord-Nederland aanwezige gewassen, waarna de impact en adaptatiemaatregelen voor ondernemers in het noordelijk zeeleigebied, het Oldambt, de Veenkoloniën, het noordelijk weidegebied en Flevoland zijn onderzocht.

Fase I: Ruimtelijke effecten van klimaatverandering op de landbouw in Europa

In fase I van het project is een voorstudie uitgevoerd met daarin een verkenning naar de impact van markt- en klimaatverandering (stijging temperatuur en hogere CO₂-concentratie) op de landbouw in Europa tot 2050. Hierbij wordt uitgegaan van twee verschillende scenario's. Het A1-scenario is gericht op snelle economische groei en introductie van nieuwe en efficiënte technologie. Het B2-scenario gaat uit van lokale oplossingen voor economische en sociale duurzaamheid en een duurzame leefomgeving. Voor deze scenario's zijn op Europese schaal de perspectieven voor de aardappelteelt, graanteelt en melkveehouderij in beeld gebracht. De regio Noord-Nederland blijkt een gunstig gebied te zijn dat zich kan handhaven bij veranderende markt- en klimaatomstandigheden: de pootaardappelteelt en de melkveehouderij blijven sterke pijlers.

Fase II: Effecten van extremen

Naast een stijging van de temperatuur is als gevolg van klimaatverandering een toename in weersextremen te verwachten. Welke extremen dit zijn en wat de impact hiervan is, is uitgebreid onderzocht in fase II. Voor diverse gewassen en landbouwhuisdieren die in Noord-Nederland voorkomen, is de toename van risicovolle klimaatsextremen in beeld gebracht. Daarnaast zijn maatregelen geïnventariseerd die schade als gevolg van deze extremen kunnen beperken of voorkomen, de zogenoemde adaptatiemaatregelen.

Hieruit blijkt dat niet alleen hitte, droogte en wateroverlast schade veroorzaken. Ook de steeds warmer wordende winters en toenemende perioden met vochtig en warm zomerweer spelen een rol. Ieder gewas wordt hierdoor anders beïnvloed. Ondernemers krijgen bijvoorbeeld vaker te maken met hittegolven, wat in de aardappelteelt kan leiden tot een ongewenste oogstkwiteit zoals glazigheid en knolmisvorming. Gewassen als ui en peen krijgen meer last van droogte. Onvoldoende kieming en opbrengstderiving kunnen de gevolgen zijn. Wateroverlast is met name in de aardappelteelt en de teelt van peen en bloembollen een knelpunt. Vrijwel alle gewassen krijgen meer last van ziekten en plagen.

Uit fase II blijkt echter ook dat bepaalde weersextremen juist minder vaak optreden en dus minder aandacht van de boer vragen. Bovendien blijkt er voor de ondernemers een divers scala aan mogelijke adaptatiemaatregelen te zijn, waarmee zij kunnen inspelen op de klimaatverandering. Dit gebeurt ook al. Daarnaast blijkt uit fase II dat er in Noord-Nederland mogelijkheden zijn voor de teelt van nieuwe gewassen zoals de zonnebloem.

Fase III: Adaptatiemaatregelen

In de eerste twee fasen van het onderzoek stond de regio Noord-Nederland als geheel centraal. In fase III is sterk ingezoomd op regionale deelgebieden, wat heeft geleid tot uiteindelijke adaptatiescenario's en concrete actieplannen. Voor het noordelijk zeekleigebied, het Oldambt, de Veen-

koloniën, het noordelijk weidegebied en Flevoland zijn zogenoemde adaptatieateliers georganiseerd. De bijeenkomsten hebben zeer bruikbare informatie opgeleverd voor het uitwerken van de adaptatiescenario's en actieplannen. In deze fase zijn twee verschillende adaptatiescenario's beschouwd. In het eerste scenario "Dezelfde dingen anders doen" wordt gekeken hoe het huidige bouwplan kan blijven bestaan. Voor de verschillende stakeholders is aangegeven welke maatregelen nodig zijn om de huidige teelten in Noord-Nederland te laten voortbestaan.

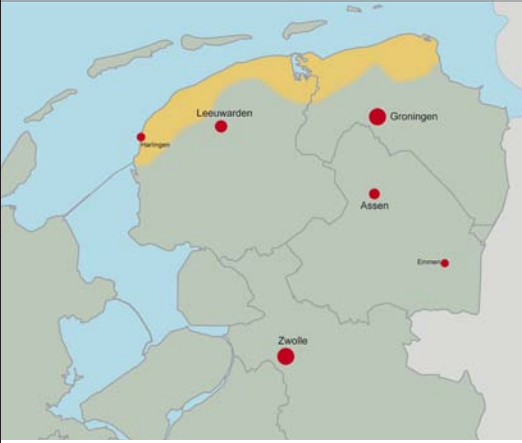
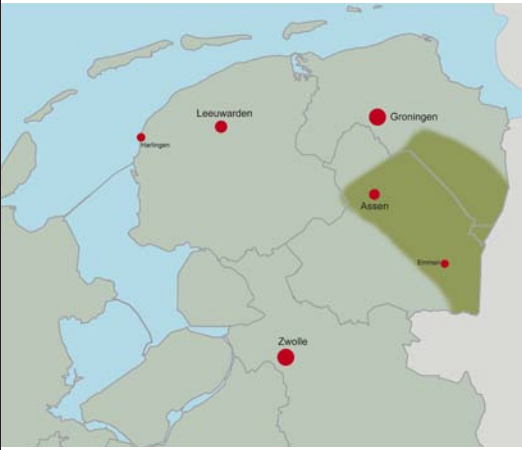
In het tweede scenario "Andere dingen doen" is onderzocht hoe maximaal kan worden ingespeeld op het veranderende klimaat. Ook in dit scenario is aangegeven wie wat moet gaan doen.

Tot slot zijn in fase III per deelgebied concrete actieplannen opgesteld waarin de adaptatiemaatregelen, en de daarbij behorende acties, zijn uitgewerkt voor de komende decennia.

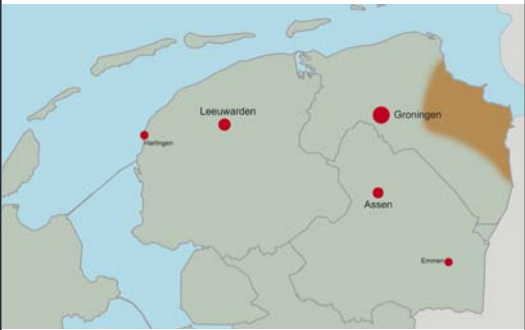
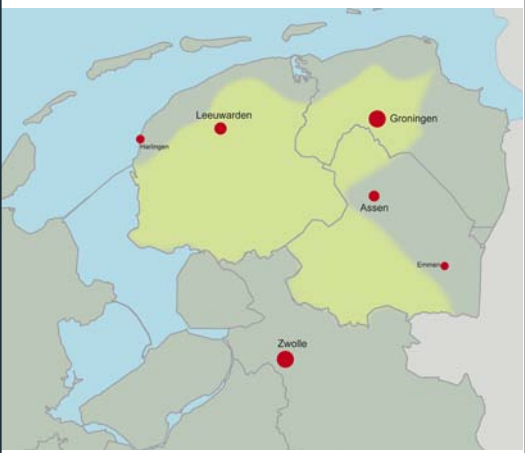

Voor alle fasen geldt dat er nadrukkelijk afstemming is gezocht met het werkveld. Werkende weg zijn tussenresultaten steeds getoetst aan de praktijk.

In de tabel op de volgende pagina is per onderscheiden deelgebied de belangrijkste klimaatrisico's en adaptatiemaatregelen genoemd.

Overzicht klimaatrisico's en adaptatiemaatregelen per deelgebied

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Noordelijk zeeleigebied</p>		<p>Bouwplan*</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Pootaardappel ● Consumptieaardappel ● Wintertarwe ● Suikerbiet ● Peen ● Zaaiui ● Bloembollen 	<p>Klimaatrisico's</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Hittegolven ● Langdurige droogte ● Warme winters ● Hevige neerslag 	<p>Adaptatiemaatregelen</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Zoet wateraanvoer in droge perioden ● Irrigatie peen en ui ● Aanpassing watersysteem ● Opschonen watergangen ● Verbetering bodemstructuur ● Greppels maken en bol leggen akkers ● Isolatie van de aardappel in de rug ● Koeling tijdens bewaring (aardappelen) ● Vervanging peen en ui ● Veredeling ● Scheiding zoete en zoute gebieden
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Veenkoloniën</p>		<p>Bouwplan*</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Zetmeelaardappel ● Suikerbiet ● Graanteelt ● Vezelhennep 	<p>Klimaatrisico's</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Hittegolven ● Langdurige droogte ● Warme winters ● Hevige neerslag ● Hevige regenval in combinatie met lager gelegen gebieden 	<p>Adaptatiemaatregelen</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Irrigatie zetmeelaardappel ● Verfijning van het waterbeheer ● Vergroten van gebiedseigen water ● Verbetering organische stof huishouding ● Preventie structuurbederf/opheffen bodemverdichting ● Grondruil melkveehouderij/akkerbouw ● Aanpassing teelttechniek zetmeelaardappel ● Ontwikkeling en toepassing droogtetolerante aardappelrassen ● Rassenkeuze ● Vervanging zetmeelaardappel ● Planontwikkeling kwetsbare gebieden

* plan van teler met daarin aangegeven op welke akker welk gewas wordt geteeld

Oldambt		Bouwplan* <ul style="list-style-type: none"> • Wintertarwe • Suikerbiet • Koolzaad 	Klimaatrisico's <ul style="list-style-type: none"> • Kwakkelweer • Hevige regenval in combinatie met lager gelegen gebieden 	Adaptatiemaatregelen <ul style="list-style-type: none"> • Verbetering bodemstructuur • Rasontwikkeling en rassenkeuze • Verruiming bouwplan • Planontwikkeling kwetsbare gebieden
Weidegebied		Bouwplan* <ul style="list-style-type: none"> • Grasland • Mais 	Klimaatrisico's <ul style="list-style-type: none"> • Hittegolven • Langdurige droogte • Hevige neerslag 	Adaptatiemaatregelen <ul style="list-style-type: none"> • Irrigieren van grasland op zandgronden • Zoetwateraanvoer zandgronden • Optimalisatie af- en ontwatering percelen • Preventie structuurbederf • Inzaaien droogtetolerante rassen • Temperatuurbeheersing omgeving melk-koeien • Monitoring diergezondheid • Gebiedsgericht maatwerk in veenweidegebieden • Visie ontwikkeling kwetsbare veengebieden
Flevoland en Noordoostpolder		Bouwplan* <ul style="list-style-type: none"> • Pootaardappel • Consumptieaardappel • Suikerbiet • Wintertarwe • Zaaiui • Winterpeen • Bloembollen 	Klimaatrisico's <ul style="list-style-type: none"> • Hittegolven • Langdurige droogte • Warme winters • Hevige neerslag 	Adaptatiemaatregelen <ul style="list-style-type: none"> • Irrigatie peen en ui • Koeling van aardappelruggen • Zoetwateraanvoer tijdens droogte en hitte • Verbetering bodemstructuur • Grondruil melkveehouderij/akkerbouw • Isolatie van de aardappel in de rug • Temperatuurbeheersing in de bewaarhoop van suikerbieten • Ontwikkeling en toepassing technologie • Beproeven nieuwe rassen en teelten • Maatwerk in kwetsbare gebieden

Conclusies en aanbevelingen

Het onderzoek heeft waardevolle inzichten opgeleverd. Het toont dat de gevolgen van klimaatverandering per gewas behoorlijk variëren en dat ook de invloed van klimaatverandering in verschillende gebieden onderscheidend zijn. Dat betekent dat de landbouw in elk gebied anders moet anticiperen op de klimaatverandering.

De landbouw in Noord-Nederland heeft in Europa een sterke concurrentiepositie. Dit betekent dat ook in de komende decennia mag worden verwacht dat de regio een belangrijke producent zal zijn van bijvoorbeeld pootaardappelen en melk. Ook de teelt van tarwe kan zich naar verwachting handhaven. De marktomstandigheden blijken een grotere invloed te hebben dan de klimaatverandering.

De landbouw moet echter meer rekening houden met een toename van extreme weersomstandigheden. De belangrijkste zijn hitte, droogte en extreme regenval. De klimaatverandering manifesteert zich geleidelijk. Dit geeft de landbouw de tijd om hierop in te spelen.

Voor veel klimaatproblemen zijn adaptatiemaatregelen mogelijk. Veel van die maatregelen kunnen boeren en tuinders goed in hun bedrijf inpassen. Soms zijn aanvullende maatregelen nodig van de agrarische sector, de overige marktpartijen en de overheden (waterschappen, provincies, gemeenten). Over het effect van klimaatverandering op ziekten en

plagen is nog te weinig kennis om nu al uitspraken te kunnen doen.

Het verbeteren van de bodemstructuur helpt om zowel perioden van droogte als van grote wateroverlast te overbruggen. Met de verbetering van de landbouwmechanisatie (waaronder ook precisie-landbouw) kan veel effectiever op de lokale omstandigheden en met de beschikbare watervoorraden worden omgegaan. Een goede rassenkeus leidt tot gewassen die minder hitte- of droogtegevoelig zijn en die beter tegen natte omstandigheden kunnen. In een enkel geval bieden nieuwe gewassen wellicht uitkomst.

Een goede afstemming tussen de watergerelateerde maatregelen op het perceel en maatregelen in het watersysteem vereist een goede afstemming en samenwerking met het waterschap.

De bereidheid bij de landbouw om na te denken over nieuwe gewassen en andere bedrijfsconcepten kan alleen succesvol zijn als overheden en sector dit stimuleren en mogelijk maken.

Mede door de klimaatverandering wordt de teelt van nieuwe gewassen mogelijk. Het ligt echter niet voor de hand dat er op korte termijn als gevolg van de klimaatverandering belangrijke verschuivingen in het bouwplan ten gunste van die nieuwe gewassen optreden. Alleen in gebieden waar geen andere klimaatadaptatiemaatregelen mogelijk zijn, treedt wellicht een versnelde verschuiving op naar gewassen die beter

zijn aangepast aan de nieuwe lokale omstandigheden.

De mogelijkheden die nieuwe gewassen bieden kunnen echter ook worden gebruikt voor een overgang naar een meer klimaatbestendige landbouw in Noord-Nederland.

Gewassen die dan in aanmerking komen zijn meer zoutresistent of minder droogte- en hitte-gevoelig. Deze gewassen kunnen een vervanging zijn voor de teelt van ui en peen in het zeeleigebied of de teelt van zetmeelaardappelen in de Veenkoloniën. Mogelijke opties zijn zonnebloemen en soja voor de Veenkoloniën. Maar wellicht ook saffraanbollen.

Klimaatverandering treft zowel akkerbouwers als veehouders. Beiden hebben te maken met invloed op de gewasproductie. De akkerbouwers krijgen daarnaast te maken met problemen met het bewaren van hun gewassen, een hogere onkruiddruk en de opslag van achtergebleven aardappelen. Melkveehouders ondervinden meer hinder door hittestress bij melkvee en een toenemende ziekten- en plagendruk.

Bij de mogelijkheden om het hoofd te bieden aan de klimaatverandering spelen de lokale omstandigheden in de verschillende onderscheiden regio's een belangrijke rol. De grootschalige teelt van zetmeelaardappelen in de Veenkoloniën is van alle onderzochte gewassen en regio's waarschijnlijk het meest kwetsbaar.

Binnen deze regio's zijn evenwel deelgebieden waar, door de zeer lokale omstandigheden (een deel van) de gewenste maatregelen niet kunnen worden genomen. Dit zijn de voor klimaatverandering kwetsbare gebieden. Het betreft zeer lokale zoute gebieden in een zone langs de kust van het noordelijk zeeleigebied, de laaggelegen delen in het Oldambt en de Veenkoloniën en de laaggelegen delen van het veenweidegebied.

Tot nog toe was de totale impact die de klimaatverandering op de bedrijfsvoering zou kunnen hebben niet algemeen bekend. Binnen de bedrijfsvoering werd er dan ook maar in beperkte mate, vaak op onderdelen, op gestuurd. Mede door deze studie is daarin een kentering gekomen. Er is nu een duidelijke bereidheid om samen met de sector en met overheden te werken aan de klimaatadaptatie van de landbouw.

Hoewel de studie veel waardevolle informatie en inzichten heeft opgeleverd konden niet alle vragen worden beantwoord. Nader onderzoek is daarom nodig. Een belangrijk aandachtspunt daarbij zijn de ziekten en plagen. De verwachting is dat onder invloed van hogere temperaturen en hogere luchtvochtigheid de ziekte- en plagendruk toe zal nemen en nieuwe ziekten en plagen hun intrede doen.

Ditzelfde geldt voor zowel de akkerbouw als de melkveehouderij. Door een optimale plantenvoeding en een goede bedrijfshygiëne kan worden voorkomen dat ziekten en plagen de planten aantasten en zich verder verspreiden. Daar is echter nog te weinig kennis over om hier in het kader van dit onderzoek uitspraken over te kunnen doen.

Naast kennis ontbreekt soms ook ervaring. Juist die praktijkervaring is van belang om maatregelen te kunnen implementeren. Praktijkprojecten op bedrijfsniveau zijn daarom nodig.

Met het project Klimaat en landbouw hebben alle betrokken noordelijke partijen een belangrijke stap voorwaarts gezet op weg naar het klimaatbestendig maken van de Noord-Nederlandse landbouw. Elk van de partijen zal ook aan het vervolg een bijdrage moeten leveren. Zonder daarin samen te werken lukt dat niet. De Stuurgroep wordt geadviseerd een coördinerende rol te blijven vervullen en de randvoorwaarden mogelijk te maken voor het uitvoeren van de noodzakelijke onderzoeksprojecten. Het zou zeer waardevol zijn als deze bijzondere samenwerking ook uitgangspunt is bij het vormgeven van een vervolgprogramma, waarin adaptatiemaatregelen in de praktijk worden getest.



1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Binnen het onderzoeksprogramma Klimaat voor Ruimte is in 2007 het praktijkgerichte project Klimaat en landbouw in Noord-Nederland opgestart. Landbouw is een belangrijke pijler onder de Noord-Nederlandse economie en bepaalt in grote mate het landschap. De verandering van het klimaat kan grote gevolgen hebben voor de landbouw, niet alleen vanwege veranderende omstandigheden voor de huidige gewassen, maar ook ten aanzien van ziekten en plagen, behoeften aan nieuwe teelten en risico's van bedrijfsvoering (oogstzekerheid).

De noordelijke overheden zijn zich bewust van het (grote) belang van de landbouw voor de lokale economie. De overheden willen daarom inzicht in maatregelen die nodig zijn om de positie van de landbouw voor langere termijn veilig te stellen, rekening houdend met veranderingen in het klimaat. Alle reden dus om nadrukkelijk te kijken naar de mogelijke gevolgen van de klimaatverandering en de wijze waarop daarop kan worden ingespeeld.

1.2 Klimaatverandering en landbouw

1.2.1 Klimaatverandering

Door de veranderende chemische samenstelling van de atmosfeer (naar de inzichten van IPCC) warmt de aarde op door een toename aan broeikasgassen. Het gebruik van fossiele brandstoffen waarbij onder

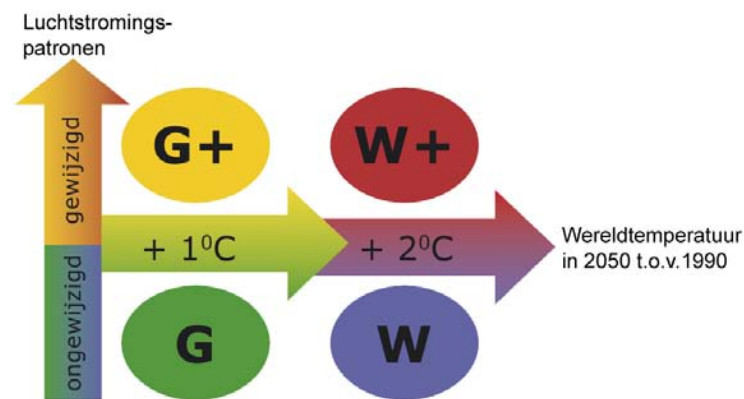
andere CO₂ vrijkomt, is een van de belangrijkste oorzaken van de verandering in de atmosferische samenstelling. Daarnaast is de landbouw een belangrijke bron van broeikasgassen, met name N₂O en CH₄.

Klimaatverandering beperkt zich niet alleen tot een verandering in temperatuur, maar ook neerslagpatronen en weersextremen veranderen over regio's en

in de tijd.

Om de verandering voor Nederland beter in beeld te krijgen zijn door het KNMI klimaat-scenario's ontwikkeld (zie fig. 1). Klimaat-scenario's zijn consistente en plausibele beelden van het toekomstige klimaat. Ze zijn bedoeld als hulpmiddel bij klimateffectstudies en het bepalen van adaptatiemaatregelen. De KNMI'06-scenario's geven een beeld van klimaatverandering in

Nederland rond 2050 en 2100. Voor de periode tot 2050 zijn de verschillen tussen de scenario's relatief klein. Bij het bepalen van de effecten van klimaatverandering op de landbouw in Noord-Nederland is uitgegaan van de extreme klimaat-scenario's G+ en W+.



G	Gematigd	1°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 geen verandering in luchtstromingspatronen in West Europa
G+	Gematigd +	1°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 + winters zachter en natter door meer westenwind + zomers warmer en droger door meer oostenwind
W	Warm	2°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 geen verandering in luchtstromingspatronen in West Europa
W+	Warm +	2°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 + winters zachter en natter door meer westenwind + zomers warmer en droger door meer oostenwind

Fig. 1 Schematisch overzicht van de vier KNMI'06- klimaat-scenario's met toelichting

1.2.2 Impact op de landbouw in Noord-Nederland

De lijst van mogelijke gevolgen die klimaatverandering heeft, is lang. Voorbeelden zijn zeespiegelstijging, toename van zoute kwel, te veel en te weinig water, hittegolven en veranderingen in het optreden van ziekten en plagen. Niet alle veranderingen hebben een negatieve impact op de landbouw. Een lichte toename van de temperatuur en de CO₂-concentratie zijn bijvoorbeeld relatief gunstig voor Nederland. Bovendien nemen perioden met strenge vorst en aanhoudend nat weer af. Over het algemeen zal het weer in de toekomst grilliger zijn en op de lange termijn zijn de effecten overwegend negatief.

Enkele mogelijke effecten van klimaatverandering voor de landbouw in Noord-Nederland zijn:

- hogere, maar soms ook lagere opbrengst door een hogere temperatuur of langer groeiseizoen;
- zaai- en oogstproblemen en glas- en gewaschade door extreme regen (ook met hagel);
- oogstverliezen door insecten- en schimmelplagen;
- nachtvorstschade, vooral van belang voor de fruitteelt;
- niet gelijk oplopen van gewasontwikkeling en bestuiving door insecten;
- problemen met verzilting van grond- en oppervlaktewater;
- relatieve gunstige positie ten opzichte van zuidelijk gelegen landen.

Al deze effecten kunnen in meer of mindere mate optreden waarbij de frequentie sterk kan verschillen. De effecten kunnen sterk lokaal, maar zich ook over grote gebieden uitstrekken in zowel droge als natte delen van het land. De effecten kunnen één of meerdere landbouwsectoren treffen en al dan niet leiden tot economische schade die de draagkracht overstijgt.

Omdat de landbouw ook sterk op economische impulsen reageert, kunnen de effecten van klimaatverandering niet apart worden bekeken, maar in samenhang met lokale verschillen en veranderingen in de markt.

1.2.3 Adaptatie

Om de veranderingen het hoofd te kunnen bieden of kansen te benutten, is aanpassing van de landbouw aan deze omstandigheden nodig (adaptatie). Klimaatbeheersingsmaatregelen zijn nodig om de effecten van hittegolven te minimaliseren. Zo kunnen ingrepen in de bodem- en waterhuishouding noodzakelijk zijn. Ook kunnen aanpassingen aan gewassen, via veredeling, problemen zoals hitte- en zouttolerantie deels wegnemen. Duidelijk is dat het bedrijfsmanagement zich moet aanpassen.

Het is van belang dat in de noodzakelijk te nemen maatregelen coherente keuzes worden gemaakt. De maatregelen hebben namelijk voor elk gewas zowel op bedrijfs- als gebiedsniveau

een zekere impact. Bovendien is de toekomstige ontwikkelingsrichting van eminent belang. Willen de ondernemers koste wat kost de huidige gewassen in Noord-Nederland in de nieuwe klimatologische omstandigheden (rendabel) kunnen blijven telen? Of is het noodzakelijk en denkbaar de landbouw optimaal in te laten spelen op het klimaat door aanpassing van het bouwplan (plan van teler met daarin aangegeven op welke akker welk gewas wordt geteeld) en bijvoorbeeld nieuwe gewassen te telen? Binnen deze ontwikkelingsrichtingen is het van belang dat inzichtelijk wordt welke maatregelen en activiteiten van de betrokken stakeholders worden verwacht. Zo is niet alleen de boer straks aan zet, maar moeten ook de lokale overheden (het waterschap en de provincie) en de sector (bedrijfsleven, onderzoek en voorlichting) concrete maatregelen nemen.

De uitwerking en invulling van deze zogenoemde adaptatiestrategie is afhankelijk van de ontwikkelingsrichting en de fysieke uitgangssituatie (lokale bodem- en waterhuishouding en het lokale klimaat).

1.3 Onderzoek Klimaat en landbouw Noord-Nederland

Het voorliggende rapport betreft het eindrapport van het onderzoek Klimaat en landbouw Noord-Nederland. Dit onderzoek is gefaseerd uitgevoerd. Per onderzoeksfase zijn de methodiek en resultaten afzonderlijk in rapportages opgenomen (zie overzicht rapportages aan het einde van het rapport).

In **fase I** is via een deskstudie een verkenning uitgevoerd naar de impact van markt- en klimaatverandering op de landbouw in Europa tot 2050. Voor twee klimaat-marktscenario's is voor de aardappel- en graanteelt en de melkproductie uitgezocht in welke Europese regio's deze vormen van landbouw op termijn perspectief hebben.

Uit deze eerste fase is gebleken dat de landbouw in de regio Noord-Nederland kan blijven bestaan bij veranderende markt- en klimaatomstandigheden. In deze verkenning is wat betreft klimaatverandering rekening gehouden met een toename van de temperatuur en CO₂-concentratie.

Naast de stijging van de temperatuur en de CO₂-concentratie is een toename van extreme weersomstandigheden (voorbeelden zijn hittegolven, langdurige droogte, heftige clusterbuien) te verwachten. Deze extremen zijn in **fase II** van het onderzoek beschouwd. In deze fase is specifiek ingezoomd op de gewassen en klimatologische veranderingen in

Noord-Nederland (provincies Groningen, Friesland, Drenthe en Flevoland). Voor vijftien verschillende land- en tuinbouwgewassen zijn de klimaatfactoren die impact hebben op het gewas geïdentificeerd en gekwantificeerd. Dat is gebeurd voor de huidige situatie en toekomstige tijdsvensters (2040 en 2100). Daarnaast is een schatting gemaakt van de mogelijke oogstreductie of kwaliteitsafname (schade) indien een weersextreem optreedt. Ook is gekeken naar het effect op melkkoeien en scharrelvarkens.

In deze tweede fase is daarnaast een inventarisatie gemaakt van de mogelijke adaptatiemaatregelen. De maatregelen zijn gericht op het voorkomen en/of beperken van de schade als gevolg van het optreden van de weersextremen.

De resultaten van deze fase zijn tijdens een bijeenkomst onder andere getoetst door experts (gewassen) en agrarisch ondernemers.

Uit deze onderzoeksfase is naar voren gekomen dat er verschillende weersextremen zijn die (grote) schade kunnen veroorzaken en die in het nieuwe klimaat vaker optreden, zoals de hittegolf. Elk gewas krijgt te maken met de toename van extremen. Echter zijn er ook extremen die juist minder frequent optreden en dus minder problemen opleveren. Ondernemers kunnen bovendien voldoende maatregelen nemen om in te spelen op de klimaatverandering. In deze fase is geen rekening gehouden met regionale verschillen in het klimaat en bodem- en waterhuishouding. Deze aspecten zijn meegenomen in fase III.

In **fase III** is Noord-Nederland in verschillende deelgebieden (noordelijk zeeleigebied, Oldambt, Veenkoloniën, Flevoland en het weidegebied) opgeknipt. De landbouwkundige situatie en fysieke omstandigheden van deze gebieden zijn nader beschouwd. In elk deelgebied zijn aansluitend zogenoemde adaptatieateliers georganiseerd. In deze ateliers zijn de uitkomsten van het onderzoek op tafel gelegd en met agrarische ondernemers uit het gebied bediscussieerd. Ook het waterschap, de provincie en de sector (praktijkonderzoek, voorlichting) zaten aan de adaptatietafel en verzorgden de gewenste inbreng.

Over het thema "klimaatverandering en ziekten en plagen" is een apart adaptatieatelier georganiseerd. Met partners vanuit de sector en het onderzoek zijn de problemen en het toekomstig onderzoek over dit onderwerp in kaart hebben gebracht.

Aan de hand van de resultaten van de onderzoeken en de adaptatieateliers zijn per deelgebied adaptatiestrategieën opgesteld. Hierin is voor de verschillende stakeholders aangegeven welke maatregelen nodig zijn om op termijn bestand te zijn tegen het veranderende klimaat.

In de beschrijving van de maatregelen wordt primair naar de agrariër zelf gekeken, maar wordt ook aan gegeven wat van de andere partijen zoals het waterschap, de provincie of de agribusiness verwacht wordt.

Ook na 2040 zet de klimaatverandering door. Daarom wordt er ook een doorkijk naar het jaar 2100 gegeven. Op basis van de huidige inzichten is er dan een zorgelijke situatie. Rond 2100 zijn er ieder jaar bijvoorbeeld vaker hittegolven. De adaptatiemaatregelen moeten dan veel verder gaan dan nu voor de komende decennia noodzakelijk wordt geacht.



De conclusie die op basis van het onderzoek getrokken kan worden is dat op de korte termijn voor alle deelgebieden binnen de huidige bedrijfsvoering over het algemeen voldoende maatregelen genomen kunnen worden, maar dat op langere termijn belangrijke nieuwe aanpassingen nodig zijn.

Op basis van het geheel aan adaptatiemaatregelen en de beide scenario's zijn de meest relevante adaptatiemaatregelen benoemd en uitgewerkt in een actieplan. De lijst met maatregelen in het actieplan is niet uitputtend. In principe kunnen er meer maatregelen worden benoemd of verder worden gedetailleerd. De

onderzoeksgroep heeft daarin keuzes gemaakt en de meest relevante adaptatiemaatregelen uitgewerkt. In de keuze is nadrukkelijk rekening gehouden met informatie van de ondernemers die tijdens de adaptatieateliers is ingebracht. Het actieplan bestaat uit een overzicht van geselecteerde adaptatiemaatregelen die op een systematische wijze zijn uitgewerkt en per thema zijn gerubriceerd (water, bodem, teelttechniek, gewas, beleid) en in overzicht in een tijdsvenster uitgezet. Voor de actieplannen wordt verwezen naar de rapportage van fase III.

De verschillende onderzoeksresultaten brengen de grootste knelpunten en uitdagingen voor Noord-Nederland in beeld.

Naast adaptatie speelt mitigatie in het klimaatvraagstuk een belangrijke rol. Door de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen en koolstof vast te houden in de bodem, kan de landbouw een bijdrage leveren aan de mitigatieagenda. Deze studie is gericht op de adaptatieagenda en niet op de mitigerende rol van de landbouw. Wel is binnen de actieplannen voor de verschillende adaptatiemaatregelen zijdelings het effect op de mitigatie bekeken. Zo heeft bijvoorbeeld een veranderend bodembeheer gericht op een betere bodemstructuur ook gevolgen voor de organische-stofhuishouding van de bodem (en daarmee de vastlegging van koolstof in de bodem).

1.4 Leeswijzer

Na de inleiding wordt in hoofdstuk 2 ingegaan op regionale gevolgen van klimaatverandering in Noord-Nederland. In hoofdstuk 3 worden de gebiedsoverschrijdende thema's uitgewerkt. Hoofdstuk 4 werpt een blik op de situatie richting 2100. Tot slot volgen de conclusies en aanbevelingen.

Aan het einde van het rapport is per hoofdstuk aangegeven welke bronnen zijn geraadpleegd.

2.1 Inleiding

De invloed van de klimaatverandering op de landbouw is niet overal hetzelfde. De eventueel te nemen maatregelen dus ook niet. Op de kaart zijn vijf geografisch verschillende deelgebieden onderscheiden. De gebieden zijn onderscheiden op basis van het voorkomende bouwplan en regionale verschillen zoals het voorkomende bodemtype, het watersysteem en de geografische ligging waardoor het klimaat sterk wordt beïnvloed (zoals de ligging aan de kust).

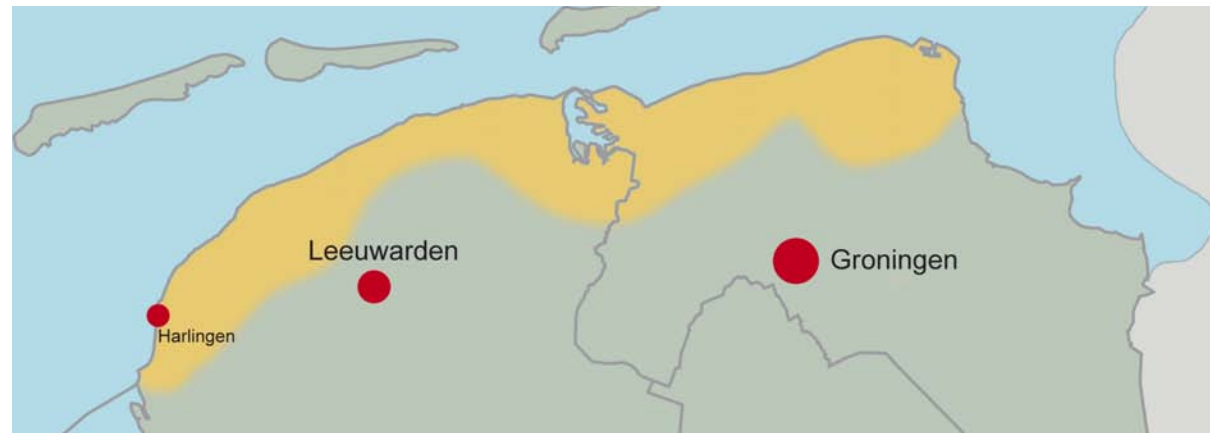
Voor elk van de gebieden worden in dit hoofdstuk twee verschillende adaptatiescenario's uitgewerkt. In het eerste scenario met de titel "**Dezelfde dingen anders doen**" wordt de aandacht gericht op het handhaven van het huidige bouwplan. In het tweede scenario met de titel "**Andere dingen doen**" wordt aangegeven hoe maximaal kan worden ingespeeld op het veranderende klimaat. Door de klimaatverandering veranderen de natuurlijke omstandigheden. Het huidige bouwplan is in belangrijke mate bepaald door de omstandigheden van enkele decennia geleden. In dit laatste scenario wordt nagegaan op welke wijze de landbouw in haar teeltkeuze en bedrijfsvoering maximaal gebruik kan maken van nieuwe omstandigheden. In beide scenario's wordt gekeken naar het jaar 2040. Dat is de periode waarin de klimaatverandering en de te nemen maatregelen redelijk te overzien zijn.

De economische haalbaarheid van de adaptatiemaatregelen, de nieuwe teelten en functies is in het onderzoek niet meegenomen. Dit vanwege de grote verschillen in typen agrarische bedrijven en de omvang van relevante klimaatextremen en adaptatiemaatregelen.

De per deelgebied weergegeven maatregelen zijn primair op de agrariër gericht. Met een boodschappenlijstje wordt aangegeven wat van de andere partijen zoals het waterschap, de provincie of de agribusiness wordt verwacht.

Per deelgebied wordt tot slot een visie gegeven met de grootste knelpunten en de benodigde adaptatiemaatregelen die de eerste prioriteit hebben en in beide scenario's noodzakelijk zijn. Dit zijn de belangrijkste uitdagingen in het betreffende gebied.

2.2 Noordelijk zeeleigebied



In het noordelijk zeeleigebied zorgt de zeewind voor demping van de klimaatextremen. De aardappelteelt, die in dit gebied erg belangrijk is, krijgt desalniettemin vaker te maken met hittestress door hittegolven. Aardappelen, maar ook peen en suikerbieten, krijgen te maken met wateroverlast in het groeiseizoen door het vaker voorkomen van clusterbuien en in het najaar door lange perioden van regen. Daarnaast zijn er juist in het voorjaar extremere droogteperioden die voor problemen zorgen bij de teelt van ui en winterpeen. Naast deze factoren, die de opbrengst van het hele gewas teniet kunnen doen, is er nog een aantal andere klimaatgevolgen die aandacht van de ondernemer vergen.

Zo treedt er juist in dit gebied, onder andere door bodemdaling en bijbehorende peilverlagingen, lokaal verzilting op¹. De zeespiegelstijging als gevolg van de klimaatverandering werkt dit proces verder in de hand. In de gebieden waar geen geschikt zoet water voorhanden is, zal beregening in droge perioden niet mogelijk zijn.

Voor de beperking van beregening is een probleem voor de grovere tuinbouw en bloembollenteelt. Het beperkt daarmee de alternatieven voor het noordelijk zeeleigebied aanzienlijk.

¹ Verzilting als gevolg van klimaatverandering in Noord-Nederland is in een nevenproject onderzocht (zie §3.2)

Boodschappenlijstje 'Dezelfde dingen anders doen'

Waterschap:

- Aanvoer van zoet water naar te beregenen percelen
- Adequaate peilbeheer ten behoeve van voldoende waterafvoer natte perioden

Provincie:

- Veilig stellen oppervlaktewateraanvoer in perioden van droogte in verdringingsreeks in provinciaal waterhuishoudingplan

Sector:

- Ontwikkeling landbouwmechanisatie gericht op verbetering van bodemstructuur en bredere ruggen
- Ontwikkeling meer hitte- en droogteresistente rassen (onder andere aardappel)

Scenario 'Dezelfde dingen anders doen'

Investeren in een goede bodemstructuur kan zowel schade door droogte als schade door wateroverlast verminderen. Het vergroot het vochtleverend vermogen en het waterbergend en doorlatend vermogen (zie ook § 3.4). Daarmee is het een maatregel om zowel de wateroverlast-problematiek (aardappel/peen) als de droogte-problematiek aan te pakken. Een goed drainagesysteem, oppervlakte-waterpeilbeheer en een voldoende opgeschoond oppervlaktewatersysteem zijn daarbij belangrijke voorwaarden.

De landbouwmechanisatie is ook van belang voor het anticiperen op het belangrijke probleem van de hittestress. De schade bij aardappelen (doorwas) kan door middel van verschillende maatregelen worden beperkt. Bijvoorbeeld door het aanpassen van de huidige rugopbouw (bredere rug), het isoleren van ruggen, bijvoorbeeld met natuurlijk materiaal, en nauwkeuriger te poten (aardappel midden in de rug met behulp van precisielandbouw). De mogelijkheden voor aanpassing van de rug (bredere rug) kunnen de komende tijd worden beproefd.

Sommige rassen zijn meer en andere minder gevoelig voor hitte en droogte. Daarvan maakt de ondernemer in de toekomst vaker gebruik door te kiezen voor meer hitte- en droogtebestendige rassen. Voor de (veredelings)sector ligt er een taak om hier meer op te selecteren.

Droogte bij peen en ui wordt bestreden door percelen met deze gewassen te beregenen. Daarvoor is water nodig van een voldoende kwaliteit.

Dit water is in dit gebied niet altijd voorhanden. In veel gevallen bevat het grondwater en/of het oppervlaktewater aanzienlijk hogere zoutgehalten. Beregenen is dan alleen mogelijk als voldoende zoet water naar de desbetreffende percelen wordt aangevoerd.

Warmere winters krijgen ook invloed op de wijze waarop bieten en aardappelen in de toekomst worden bewaard. Een nog zorgvuldiger behandeling van het product wordt gevraagd en mechanische koeling voorkomt kwaliteitsverlies. Door de warmere winters moeten achtergebleven knollen op het land (aardappelopslag) frequenter worden gedood. Dit betekent bovendien dat het nog belangrijker wordt om te voorkomen dat er knollen op het veld achterblijven (zie §3.3.).

Scenario 'Andere dingen doen'

De klimaatverandering leidt ertoe dat lokaal het zoutgehalte van het water stijgt (verzilting). Door meer verdamping en een geringere (rivier)wateraanvoer is minder zoet water in het IJsselmeer beschikbaar. Aangezien het noordelijk zeeleigebied hiervan afhankelijk is, betekent dat de beschikbaarheid van zoet oppervlaktewater in dit gebied steeds meer onder druk komt te staan.

Tegelijkertijd nemen de gemiddelde temperatuur en de perioden van droogte toe. De teelt van ui en peen (en waarschijnlijk van alle grove groenten) wordt steeds lastiger. Deze gewassen worden in de toekomst geleidelijk aan vervangen door warmteminnende gewassen die zonder beregening kunnen worden geteeld of een grotere tolerantie hebben voor brak water. Te denken valt daarbij aan zonnebloem of artisjok.

Ook in de toekomst blijft er een belangrijke markt voor de teelt van aardappelen. Er vindt een ontwikkeling plaats naar soorten die meer hitteresistent zijn en vroeger kunnen worden geteeld. Ook in dit scenario moeten ondernemers meer aandacht geven aan en investeren in de bodemstructuur. Druppelirrigatie, brede ruggen en technologie die achtergebleven aardappelen effectief bestrijdt, doen hun intrede.

Ondernemer Sake Porte

“De aardappelteelt afstemmen op verandering van het klimaat wordt steeds belangrijker. Verbreding van de aardappelruggen is een van de opties, maar ook aanpassing van de eigenschappen van de aardappel zelf is aan de orde. Handelshuizen doen daarvoor nu al proeven op tropische testlocaties.”



Boodschappenlijstje 'Andere dingen doen'

Waterschap:

- Finetuning zoet- en zoutwatergebieden (waterbeheer)
- Garanderen voldoende waterafvoer in natte perioden

Provincie

- Aanwijzen kleine lokale zoutgebieden

Sector:

- Ontwikkeling hitte- en droogteresistente rassen
- Ontwikkeling landbouwmechanisatie gericht op verbetering van bodemstructuur, bredere ruggen en druppelirrigatie
- Bevorderen marktperspectief nieuwe teelten
- Ontwikkeling nieuwe teelten

Noordelijk zeekleigebied



Het waterschap dient ervoor te zorgen dat waterstromen worden gescheiden en dat het zoete water zo min mogelijk met zout water wordt vermengd. Tussen zoete en zoute gebieden is een scherpe grens. Zéér lokaal en in kleine gebieden met hele hoge zoutgehalten, kunnen hierdoor in Noord-Nederland op termijn wellicht zilte gewassen als zeekool, lamsoor en zeekraal worden verbouwd, als er vanuit de markt vraag naar is en er zodoende een nieuw economisch perspectief ontstaat. Ondernemers kunnen gewassen die afhankelijk zijn van beregening, telen op plaatsen waar voldoende zoet oppervlakte- of grondwater voorhanden is.

Het telen van 'nieuwe' gewassen als artisjok of zeekool betekent voor de boer onder andere dat kennis van de teelt moet worden vergaard en dat er aanpassingen in de mechanisatie nodig zijn.

Structuurverbetering van de bodem is in alle gevallen gewenst.

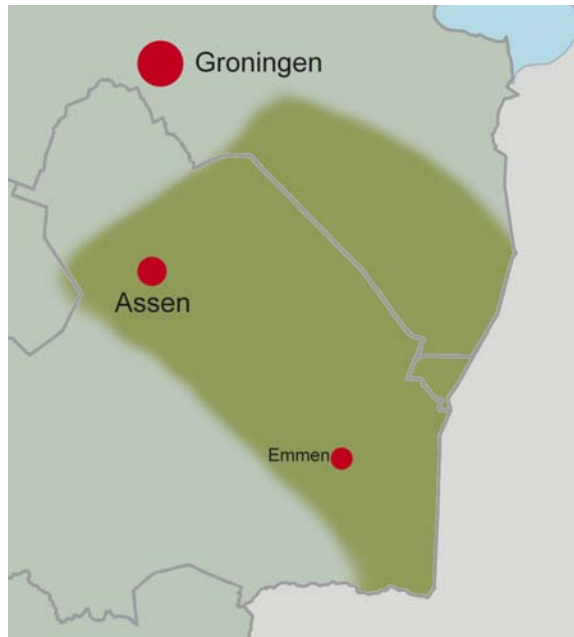
De uitdagingen

De landbouw in het noordelijk zeekleigebied is door de karakteristieke ligging bij de kust en de gunstige bodemomstandigheden de komende decennia relatief goed bestand tegen invloeden van veranderend klimaat. De teelt van peen en ui komt door vakere droogte en het lokaal ontbreken van zoet water onder druk te staan. Alles overziend zijn investeringen in de bodemstructuur nodig om effecten van wateroverlast en droogte in dit gebied te beperken. Het belang van de poot-aardappelteelt in dit gebied vraagt aandacht voor

maatregelen om schade door hitte en wateroverlast te kunnen minimaliseren. Het voorkomen van wateroverlast door een voldoende gegarandeerde waterafvoer is de boodschap.

Om te kunnen doorgaan met de teelt van uien, peen en grove groenten moet de aanvoer van zoet-water naar de percelen waar deze gewassen worden geteeld, worden gegarandeerd. Plaatselijk is een verfijning van het waterbeheer nodig om zoet- en zoutwatergebieden te kunnen scheiden en daarmee huidige teelten te handhaven en kansen voor nieuwe (zilte) gewassen te ontplooiën.

2.3 De Veenkoloniën



Fabrieksaardappelen en suikerbieten domineren de akkerbouw in de Veenkoloniën. De overwegend in het gebied voorkomende dalgronden (zand) zijn droogte- en stuifgevoelig. Binnen de akkerbouwpercelen kunnen grondsoort en het maaiveldniveau variëren. Dit betekent dat laagtes door regenval vaak lang te nat zijn en dat de hoge delen in perioden van droogte juist te droog zijn. De wisselende bodems zorgen daarnaast voor een ongelijke ontwikkeling van onkruiden en ziekten. De

landbouw in het gebied is in de zomer afhankelijk van de aanvoer van water uit het IJsselmeer. Dit water wordt onder andere gebruikt voor handhaving van het waterpeil en droogtebestrijding. De afvoer van overtollig water uit het gebied vindt plaats via vaarten en kanalen. Door de coöperatieve structuren en de gekoppelde inkomenssteun voor bepaalde gewassen is ondernemerschap de laatste jaren onvoldoende gestimuleerd.

De klimaatverandering leidt in de Veenkoloniën tot vakere perioden met hitte en droogte en een toename van hevige regenbuien. De beperkte waterbeschikbaarheid in het gebied en een onvoldoende waterleverend vermogen van de bodem beperkt de teelt van

aardappelen wanneer langere perioden van droogte moeten worden overbrugd. Bovendien wordt het door extreme hitte lastiger aardappelen van de gewenste kwaliteit te telen. De beperkte berging- en afvoercapaciteit van zowel de bodem als het oppervlaktewatersysteem leidt tot wateroverlast bij hevige clusterbuien. De effecten van de extremen zijn nog sterker op de akkers waar de bodem en het maaiveldniveau heterogeen zijn. Ditzelfde geldt voor de bestrijding van onkruiden en ziekten. Een warmer klimaat versnelt de afbraak van organische stof in de bouwvoor en er is een afname van resterend veen in het gebied.

Gerard Backx, directeur aardappelhandelshuis HZPC:

“De aardappel is een gewas dat relatief makkelijk is te telen in grote delen van de wereld, van de Sahara tot Finland. De teelt zal niet zomaar verdwijnen door klimaatverandering. Wel vraagt de toenemende verzilting om technische aanpassingen. Hiervoor moeten we werken aan een robuuste aardappel, die zich staande houdt onder het liefst zoveel mogelijk verschillende omstandigheden.”



Boodschappenlijstje: 'Dezelfde dingen anders doen'

Waterschap

- Medewerking verlenen aan waterbeheer op perceelsniveau
- Verfijning van het stuwensysteem
- Creëren gebieden voor het conserveren van watervoorraden

Provincie

- Stimulering efficiëntie watergebruik
- Handhaving afspraken wateraanvoer
- Aanwijzen waterconserveringsgebieden

Sector

- Ontwikkeling hitte- en droogtetolerant aardappelras (zetmeelaardappel)
- Adaptatietechnologie voor de teelt van fabrieksaardappel (met name vocht)
- Onderzoek naar waterconserverende teelttechniek voor fabrieksaardappel
- Adaptatiebegeleiding

Scenario 'Dezelfde dingen anders doen'

Bij het handhaven van het bouwplan spitsen de toekomstige problemen zich toe op de voor de aardappel noodzakelijke waterhuishoudkundige randvoorwaarden. De extra aanvoer van water bij extreme situaties is om technische en beleidsmatige redenen geen optie. Daarom richten de maatregelen zich op het vergroten van het vochtvasthoudend en vochtleverend vermogen van de bodem (bodemstructuur, organische stof), het vasthouden van water in het gebied en de ontwikkeling van meer droogteresistente gewassen. Daarnaast moet nog zorgvuldiger met de beschikbare hoeveelheid water worden omgegaan. Ook in perioden met hevige regen komt het extra aan op het functioneren van het watersysteem in dit gebied. Om te voorkomen dat aardappelen niet verrotten en aardappelen en bieten in het najaar geogst kunnen worden, is een goede detailwaterbeheersing noodzakelijk.

De ondernemer heeft een belangrijke invloed op de detail-waterhuishouding en op de bodemstructuur. Niettemin zijn additionele maatregelen nodig op het gebied van de regionale waterhuishouding (waterschap), van technologieontwikkeling en rassenbeschikbaarheid (sector).

Concreet maakt de boer gebruik van organische mest, teelt hij groenbemesters of past hij de grondbewerking aan om het vochtvasthoudend vermogen van de bodem te kunnen vergroten (zie § 3.4). Bijkomend

voordeel is dat de grond veel minder stuifgevoelig wordt. Ook uitwisseling van land met melkveehouderijbedrijven (grasland) in het gebied biedt mogelijkheden om de bodemstructuur te verbeteren, zodat de grond minder droogtegevoelig wordt. Bovendien kunnen boeren een andere teeltwijze toepassen en aardappelen in bredere ruggen of in bedden telen. Deze maatregel biedt zowel bescherming tegen droogte als tegen hitte.

De boeren zullen steeds zuiniger omspringen met het beschikbare water. Vochtsensoren, precisie-irrigatie (druppelirrigatie) en beslissingondersteunende systemen dragen bij aan een efficiënte omgang met water. Precisie-landbouw en technologie ondersteunen de boer bij de bemesting en het beheersen van onkruiden en ziekten. Voor de agribusiness is een belangrijke rol weggelegd om gebruiksvriendelijke en rendabele systemen te ontwikkelen en te implementeren.

Structuurbederf van de bodem zal de boer voorkomen door het land niet onder natte omstandigheden te bewerken of te oogsten. Verdichtingen in de bodem worden met bodembewerkingen verholpen. Overlast door extreme neerslag kan hiermee echter niet volledig worden voorkomen. Lokaal is daarom een uitgekiend waterbeheer op perceelsniveau nodig.

Met een gerichte rassenkeuze kunnen boeren de kieming van aardappelen als gevolg van warme winters beperken.

Behalve een hogere ziekte- en onkruiddruk zijn er bij de teelt van suikerbieten en granen in dit gebied geen grote gevolgen te verwachten door het veranderende klimaat.

Scenario 'Andere dingen doen'

Uitgaande van de beperkte waterbeschikbaarheid, relatief arme en droogtegevoelige gronden en de huidige landbouwinfrastructuur, komt slechts een beperkt aantal gewassen in aanmerking. De suikerbiet kan zich handhaven. Voor de teelt van aardappelen treedt wellicht een verschuiving op in de richting van zonnebloemen. Mogelijke alternatieven zijn soja, lupine, luzerne en vezelhennep. Lokaal kunnen farmaciegewassen (saffraanbollen) of druiventeelten een plek krijgen. Voorwaarde voor de introductie van deze 'nieuwe' teelten is dat er ook een markt voor is.

Wubbo Wage, voormalig teler suikerbieten:

“Watermanagement wordt voor agrariërs in de toekomst bepalend voor behoud van de opbrengst. Het gaat dan om een goede waterafvoer en beschikbaarheid van water in de zomer. Mogelijk gaan wij hier naar oplossingen toe zoals in Italië, waar boeren bekkens in de winter vullen om in de zomer te gebruiken voor irrigatie en in de kustgebieden ter voorkoming van zoute kwel.”

Boodschappenlijstje 'Andere dingen doen'

Waterschap

- Verfijning van het waterbeheer afgestemd op specifieke nieuwe teelten

Provincie

- Stimulering economische vernieuwing (landbouw)
- Stimulering alternatief landgebruik of vestiging van verwerkende industrie
- Stimuleren regionale teelt van eiwithoudende gewassen ten behoeve van de veehouderij

Sector

- Zoeken naar geschikte en rendabele gewassen
- Garanderen van afzet bij nieuwe teelten
- Kennisoverdracht en voorlichting
- Toeleverende en verwerkende industrie
- Mechanisatie en technologie

Deze ontwikkeling betekent nog steeds dat aandacht is vereist voor de bodemstructuur en een optimaal waterbeheer op perceelsniveau. Grootschalige wateraanvoer en waterconservering kunnen evenwel achterwege blijven. Wel is steun vereist van zowel de lokale overheden als de agribusiness.

De boer moet in deze situatie de teelt van het nieuwe gewas leren. Ook moet hij hiervoor nieuwe machines aanschaffen. Voor een gewas als de zonnebloem kunnen echter gangbare machines al worden ingezet. Belangrijk voor boeren in de Veenkoloniën is de afzetmarkt. Bij de introductie van nieuwe gewassen loopt men tegen de onzekere afzet aan, in tegenstelling tot de van oudsher door coöperaties verzorgde afzet. Een grondige analyse van de marktperspectieven en afzetmogelijkheden wordt dus van groot belang. Van de boeren zal meer innovatief ondernemerschap worden gevraagd. De provincie kan dat stimuleren.

Samenwerking en kennisuitwisseling tussen de pioniers zijn belangrijke aandachtspunten om succesvolle nieuwe teelten van de grond te krijgen.

Ook inplaatsing van melkveehouderij is een alternatief om in te spelen op klimaatverandering in de Veenkoloniën.

De uitdagingen

De klimaatverandering leidt ertoe dat het gebied in de toekomst steeds minder geschikt wordt voor de fabrieksaardappelteelt, tenzij nieuwe innovaties leiden tot een efficiënt watergebruik en nieuwe marktperspectieven. De natuurlijke omstandigheden en gewassen vragen om een efficiënter watergebruik. Het is daarom belangrijk het vochtvasthoudend vermogen te verbeteren door structuurverbetering en toepassing van organische stof. Ook is de ontwikkeling van betaalbare en praktische technologie om bodemvocht te monitoren en bij te sturen belangrijk. Een grote uitdaging is de ontwikkeling van innovatieve druppelirrigatiesystemen. Een van de knelpunten bij druppelirrigatie is dat het veel werk met zich meebrengt. Is irrigeren met biologisch afbreekbare slangen op zetmeelbasis de gewenste innovatie?

Wateroverschotten worden bewaard in de daarvoor meest geschikte locaties. Een verdere verfijning van het stuwenstelsel en afstemming van het waterbeheer op perceelsniveau met boeren is nodig.

Deze maatregelen bieden op korte termijn soelaas, maar op de langere termijn zijn meer maatregelen nodig. De uitdaging blijft om te zoeken naar nieuwe gewassen die minder gevoelig zijn voor watertekort en hittestress.

2.4 Oldambt



Het Oldambt staat bekend om de grootschalige teelt van granen. De ondernemers hebben vaak een beperkt bouwplan, dat naast tarwe bestaat uit suikerbieten en koolzaad. Bovendien is het bouwplan strak, wat impliceert dat de tijd tussen oogst en inzaai beperkt is. Het Oldambt is een vruchtbaar gebied, maar niet geschikt voor alle gewassen door de relatief zware klei. In het verleden is door de boeren in het gebied geëxperimenteerd met gewassen zoals groenten, aardbeien en miscanthus. In het overwegend akkerbouwgebied zijn eveneens grote melkveebedrijven te vinden. De bodem bestaat overwegend uit zware zeelei met een goed vochtleverend vermogen. Het rooien van bieten in een natte herfst is vaak een knelpunt. In randgebieden tussen de Dollardpolders en de Veen-

koloniën is veen aanwezig, wat lokaal tot bodemdaling leidt.

De wateraanvoer en waterafvoer zijn in de huidige situatie goed op orde. In droge perioden in de zomer wordt water vanuit het IJsselmeer aangevoerd ten behoeve van doorspoeling van het oppervlaktewaterstelsel, handhaving van het waterpeil en droogtebestrijding.

De klimaatverandering leidt tot vakere perioden met hitte en droogte en een toename van hevige regenbuien. Graan en suikerbieten hebben in dit gebied door de gunstige bodem geen last van droogte. Door toenemende kwakkelwinters (afwisseling vorst en dooi) krijgen boeren vaker last van het opvriezen van wortels bij wintertarwe.

In de lagere delen van het Oldambt versnelt door een warmer en droger klimaat de bodemdaling en zijn de mogelijkheden om te anticiperen op de klimaatverandering beperkt.

Verdere verlaging van de peilen hier leidt tot meer oxidatie van veen. Door toename van clusterbuien neemt de kans op wateroverlast in deze laaggelegen gebieden toe.

Scenario 'Dezelfde dingen anders doen'

Indien het huidige waterbeheer gehandhaafd blijft (tijdige wateraan- en -afvoer en doorspoeling), is in dit gebied het effect van klimaatverandering beperkt. Dit betekent dat weinig maatregelen nodig zijn om de huidige teelten te behouden. Door het vochtleverend

vermogen van de bodem en omdat maar een klein aantal gewassen wordt geteeld, kan het bouwplan met een beperkt aantal maatregelen namelijk vrij eenvoudig blijven bestaan. Dit betekent nauwelijks inspanningen vanuit de lokale overheden.

Het probleem van het opvriezen van wortels in graan is volgens ondernemers mogelijk te vermijden door rassenkeuze hierop aan te passen. Voor de agribusiness is een taak weggelegd om bij de selectie van rassen meer aandacht te vestigen op dit aspect. Door het rollen (aandrukken van de grond) kan eveneens het contact tussen de wortels en de grond na opvriezen worden hersteld.

Een goede vochtlevering van de bodem kan de boer behouden en verbeteren door het investeren in de bodemstructuur (zie § 3.4).

Concrete maatregelen die boeren kunnen nemen zijn het toepassen van niet-kerende grondbewerking en het aanbrengen van kalk of schuimaarde op de akkers. De aanwezigheid van een goed werkend drainagesysteem is een belangrijke voorwaarde. Suikerverlies tijdens de bewaring van suikerbieten door warme winters is in dit gebied geen probleem vanwege de vroege oogst en levering van de suikerbieten aan de verwerkende industrie. Vanwege de zwaarte van de grond levert te laat rooien (onder natte omstandigheden) problemen op. De akkerbouwers in dit gebied leveren daarom de bieten ten opzichte van andere gebieden eerder af.

'Dezelfde dingen anders doen'

Waterschap

- Handhaving peilbeheer
- Hydrologische maatwerkoplossingen in kwetsbare gebieden

Sector

- Wintertarwe ras ontwikkelen dat niet gevoelig is voor opvriezen

Boodschappenlijstje 'Andere dingen doen'

Waterschap

- Verfijning van het waterbeheer afgestemd op specifieke nieuwe teelten en/of nieuwe functies

Provincie

- Stimulering alternatief landgebruik in kwetsbare gebieden
- Stimulering economische vernieuwing (landbouw)

Sector

- Rassenontwikkeling (droogteresistente rassen)
- Creëren afzetmarkten nieuwe teelten

In de kwetsbare randgebieden met veel veen in de ondergrond zal afhankelijk van de grootte van de problematiek hydrologisch maatwerk geboden moeten worden of er moet worden gezocht naar alternatieve functies of teelten.

Scenario 'Andere dingen doen'

Perioden met droogte en de frequentie van clusterbuien nemen toe. Klimaatverandering leidt hier echter niet tot ingrijpende veranderingen in het bouwplan. Boeren zullen droogte-resistente rassen toepassen en blijvend moeten investeren in de bodemstructuur. Gezien het beperkte bouwplan in het Oldambt is een 'vierde gewas' wenselijk. Uit het verleden blijkt dat er bereidheid is onder de boeren om andere dingen te doen. Het veranderende klimaat biedt mogelijk een kans om nieuwe gewassen te introduceren. De teelt van eiwithoudende gewassen, energiegewassen of zonnebloemen kan het huidige bouwplan verruimen.

In de kwetsbare randgebieden van het Oldambt (met veen in de ondergrond) ontstaat vanwege de bodemdaling en klimaatverandering de noodzaak andere dingen te doen. Lokaal kunnen nog maatwerkoplossingen in het watersysteem worden toegepast. Echter zullen lokaal andere gewassen worden geteeld of gebieden een andere functie krijgen. Melkveehouderij doet zijn intrede in de gebieden die daar nog geschikt voor zijn. Bovendien kunnen in deze gebieden van energiegewassen (wilg,

riet) worden geteeld of ze kunnen dienen als waterbuffer voor omliggend gebied.

De uitdagingen

Het Oldambt lijkt relatief gezien de komende jaren goed bestand tegen de klimaatverandering. In het algemeen zijn verbetering van de bodemstructuur en handhaving van het waterpeil relevant. Daarbij moet worden gekeken naar de laaggelegen randgebieden van het Oldambt. Lokaal bieden hydrologische maatwerkoplossingen nog uitkomst. In deze randgebieden zijn echter zeer lokaal delen waar op termijn wordt overgeschakeld op nieuwe gewassen of nieuwe functies.

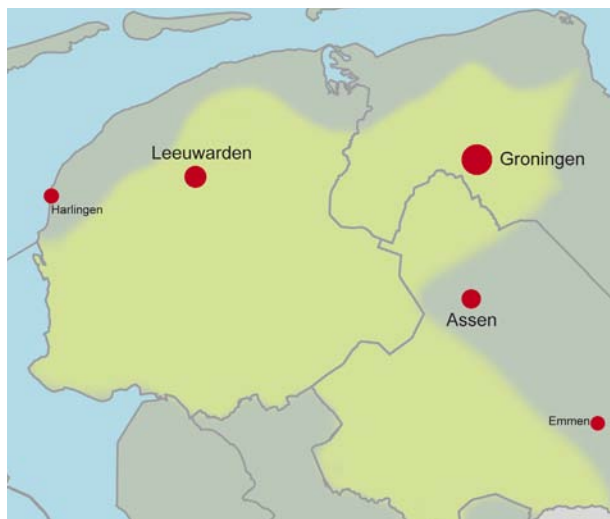
Van de bereidheid om nieuwe gewassen te introduceren en de kennis die in het verleden is opgedaan kan maximaal geprofiteerd worden. Daarbij is een belangrijke rol voor de agribusiness weggelegd om nieuwe teelten van de grond te krijgen en succesvol te maken.



Boelo ten Have, teler graan en suikerbieten:

“Aan de ene kant ziet klimaatverandering er voor ons gunstig uit. Droog en warm weer is goed voor de graan- en suikerbietenteelt op de zware klei in het Oldambt. Maar langdurige natte perioden in de zomer belemmeren de oogst. Het enige dat je tegen dat overvloedige water kunt doen, is heel veel draineren, zo diep mogelijk.”

2.5 Weidegebied



Boerderijen en grazende koeien in weilanden bepalen het landschap van het noordelijk weidegebied. Binnen het gebied is ook akkerbouw aanwezig en op de zandgronden tevens bollenteelt. Het weidegebied ligt over het algemeen laag (behalve de hogere zandgronden) en het landgebruik bestaat veelal uit grasland en maïs. De bodem bestaat uit klei, zand, veen en lokaal uit een combinatie van verschillende grondsoorten. Na hevige regen is grasland op klei- en veengrond slecht berijdbaar en gevoelig voor vertrapping. Voornamelijk grasland op zand is gevoelig voor droogte. Vanwege de belangentegenstellingen in het veenweidegebied gecombineerd met de natuurlijke handicaps (natte bodem, slechte draagkracht) zijn de adaptatie-

maatregelen in dit deel van het weidegebied beperkt. In het veenweidegebied leidt het voortgaande proces van bodemdaling en peilaanpassing tot problemen: steeds complexer waterbeheer en hogere waterbeheerskosten, een hoge uitstoot van broeikasgassen en nutriënten, verdroging van natuur, aantasting van kwetsbare funderingen van gebouwen en plattelandswegen.

Extremer weer (hitte en droogte en vakere clusterbuien) leidt tot vochttekorten en wateroverlast. Bovendien heeft een toename van hitteperiodes en warme winters effect op de melkproductie, het welzijn en de gezondheid van het melkvee. Een voorbeeld is leverbot, dat vaker optreedt als gevolg van vernatting. Bovendien wordt in warmere perioden de algengroei in sloten versneld, waardoor de kwaliteit van het oppervlaktewater een risico vormt voor de diergezondheid.

Het warmere en het drogere weer versnelt de afbraak van veen waardoor de bodemdaling in de veenweidegebieden zal versnellen.

Op goed doorlatende veengronden kunnen hogere waterpeilen deels uitkomst bieden. Die beperken ook de droogteschade voor de landbouw. Hogere waterpeilen gaan wat de landbouw betreft echter niet goed samen met de toenemende kans op clusterbuien in het groeiseizoen en de wateroverlast die daarbij optreedt. Om deze reden zal de landbouw veelal de voorkeur geven aan lagere peilen. Die zijn vanwege andere belangen echter ongewenst. Er kan dan ook

gesteld worden dat klimaatverandering de belangentegenstellingen in het veenweidegebied versterkt, zowel binnen de landbouw zelf als tussen de landbouw en andere belangen.

Scenario 'Dezelfde dingen anders doen'

Vanwege de beschikking over voldoende adaptatiemaatregelen zal de klimaatverandering voor het grootste deel van het noordelijk weidegebied niet tot grote problemen leiden. Door de verschillen in onder andere het bodemtype, zullen de te nemen maatregelen regionaal verschillen. Maatregelen die gelden voor het hele gebied zijn gericht op de optimalisatie van de afwatering van de graslandpercelen en de preventie van structuurbederf van de bodem. Concreet kan de boer draineren, percelen bol leggen, slootprofielen aanpassen en greppels trekken. Toepassing van lage drukbanden, onder voldoende droge omstandigheden mest uitrijden en een goede afstemming met de loonwerker kunnen structuurbederf van de bodem beperken. Op goed doorlatende veen- en zandgronden kan met flexibel peilbeheer beter op het te veel of te weinig aan neerslag ingespeeld worden. Daarbij wordt het peilbeheer afgestemd op het actuele weer en grondwaterstandsverloop.

Vakere perioden van extreme droogte noodzaakt veehouders op de drogere zandgronden tot vakere berekening om de grasproductie op peil te houden.

Indien water niet voorhanden is, zullen minder droog-tegevoelige weidemengsels worden ingezaaid en de verlenging van het groeiseizoen zal optimaal moeten worden benut. Op zandgronden zal meer maïs worden verbouwd omdat dit gewas beter produceert onder droge omstandigheden dan gras.

Voor het vee zijn voldoende koeling in tijden van hitte en gericht diermanagement nodig. In tijden van hitte kunnen koeien worden beschermd door bomen in het weiland of door de koeien tijdelijk op te stallen. De stal is daarbij voorzien van een geïsoleerd dak en een ventilatie- of koelsysteem. Bovendien steekt de melkveehouder meer tijd in de voervoorziening en het monitoren en garanderen van de drinkwaterkwaliteit en de diergezondheid.

Om de gevolgen van hitte (hittestress) en warme winters (ziektedruk) te beperken wordt het diermanagement belangrijker. De veehouder kan de conditie en het welzijn van de koe op peil houden met een zorgvuldig rantsoen (vers en voldoende voer), vers en koel water (extra drinkplaatsen) en voldoende ligplaatsen (voorkomen van stress).

Natte omstandigheden in het grasland dienen te worden voorkomen om leverbot geen kans te geven. Beschermen tegen leverbot kan door de koeien af te zonderen van de plaatsen met besmettingshaarden. Dit kan door bijvoorbeeld in de weiden drinkbakken te installeren en door met weideafsluitingen te

vermijden dat de dieren in poelen, grachten, sloten of beken kunnen gaan drinken. Te natte omstandigheden kunnen voor een deel met een goede drainage worden voorkomen.

De veehouder kan met zijn eigen waarnemingen snel reageren op verstoringen, maar kan daarbij ook gebruik maken van beslissingondersteunende en managementsystemen. Met sensoren kunnen bijvoorbeeld de temperatuur, activiteit en bewegingen van de koeien worden waargenomen. Zo wordt het diermanagement verder geoptimaliseerd.

Bij het handhaven van de melkveehouderij in het veenweidegebied moet de grond blijvend worden ontwaterd. Afhankelijk van de uitgangssituatie (drooglegging, dikte veenpakket) zijn er lokaal nog maatregelen mogelijk maar er ontstaat gemakkelijk spanning tussen de verschillende in het gebied aanwezige belangen. Bodemdaling kan door ondernemers in dit gebied enigszins worden vertraagd door geen maïs te verbouwen of slimme drainagesystemen toe te passen. Lokaal is het mogelijk middels een aangepast peilbeheer de melkveehouderij veilig te stellen en het veen te behouden. In de laagst gelegen gebieden met een dik en kwetsbaar veenpakket in de ondergrond bieden deze maatregelen op termijn geen soelaas. Dit betekent dat deze gebieden steeds gevoeliger worden voor neerslagextremen. Het wordt steeds lastiger in deze gebieden een inkomen te verwerven.

Boodschappenlijstje: 'Dezelfde dingen anders doen'

Waterschap

- Hydrologische maatwerkoplossingen leveren in kwetsbare gebieden (veen)
- Adequaate peilbeheer ten behoeve van voldoende waterafvoer natte perioden
- Aanvoer water zandgebieden naar te beregenen percelen

Provincie

- Beleid omtrent nevenactiviteiten en blauwe diensten voor kwetsbare gebieden
- Vergoeding voor landschapsbeheer

Sector

- Droogte en hittebestendige weidemengsels ontwikkelen
- Adaptieve stalsystemen
- Ontwikkeling veemonitoring- en managementsystemen
- Adaptatiebegeleiding

Boodschappenlijstje: 'Andere dingen doen'

Waterschap

- Hydrologische maatwerkoplossingen leveren in kwetsbare gebieden (veen)
- Voorzien in schoon en koel oppervlaktewater in tijden van hitte
- Adequaate peilbeheer ten behoeve van voldoende waterafvoer natte perioden
- Aanvoer water zandgebieden in tijdens droogte

Provincie

- Stimuleren alternatieve inkomstenbronnen en vormen van landgebruik in kwetsbare gebieden
- Ontwikkeling beleid omtrent nevenactiviteiten en nieuwe functies voor kwetsbare gebieden

Sector

- Droogte en hittebestendige weidemengsels ontwikkelen
- Adaptieve stalsystemen
- Ontwikkeling veemonitoring- en managementsystemen
- Adaptatiebegeleiding

Innovaties en neveninkomsten zijn in deze gebieden noodzakelijk. Overheden en ondernemers kunnen leren van de kennis die is opgedaan in onderzoeken, gericht op het westelijk veenweidegebied, waar eenzelfde problematiek speelt. Een voorbeeld hiervan is het onderzoeksproject "Waarheen met het veen".

Scenario 'Andere dingen doen'

De klimaatverandering leidt voor het grootste deel van het noordelijk weidegebied niet tot grote problemen. Bedrijven in de veenweidegebieden krijgen het echter steeds lastiger om met de huidige bedrijfsvoering te blijven concurreren met bedrijven buiten deze gebieden. De mate waarop nog op klimaatverandering kan worden ingespeeld hangt af van de fysieke omstandigheden van het gebied (doorlatendheid en bergend vermogen van het veen, dikte veenpakket, afbraaksnelheid) en de belangen die er naast de landbouw spelen.

In de meest kwetsbare, laaggelegen veenweidegebieden zal een huidige bedrijfsvoering op termijn niet meer rendabel zijn. De melkveehouderij in deze gebieden kan zich alleen handhaven door systeeminnovaties en extra inkomsten uit groenblauwe diensten.

Systeeminnovaties kunnen worden gezocht door samenwerkingsverbanden tussen boeren aan te gaan om door schaalvoordelen te kunnen blijven concurreren. Op de meest geschikte percelen

kan gras worden geproduceerd en kan het vee worden beweid. Koeien worden gemolken met een mobiele melkrobot. Boeren kunnen de natste percelen gebruiken voor het leveren van blauwe diensten, de teelt van biobrandstoffen (riet, wilgentenen) of de productie van eiwit door het winnen van kroos.

Deze teelten kunnen worden gecombineerd met het verlenen van blauwe en groene diensten door bijvoorbeeld het leveren van waterbergingscapaciteit en het creëren van moeras-natuur. Ook het weiden van vleesvee is een optie.

Een alternatief voor de meest kwetsbare gebieden is een verandering van de functie. Landbouwgrond wordt omgezet naar natuur. Er wordt een waterrijk natuurgebied gecreëerd waar ruimte is voor wonen en recreatieve activiteiten. Het gebied krijgt een uitstraling waar het gaat om avontuurlijke vakanties (recreatie) en waterrijke natuur. De 'nieuwe' gebieds-ondernemers krijgen de ruimte om woningen en vakantiehuizen te exploiteren, die op een goede wijze in het landschap worden ingepast.

De uitdagingen

De melkveehouderij lijkt over het algemeen goed bestand tegen de nieuwe klimatologische omstandigheden. De melkveehouders hebben voldoende maatregelen om zich te kunnen aanpassen. Er zijn maatregelen nodig om wateroverlast op het land zo

veel mogelijk te beperken. Verder is aandacht nodig voor huisvesting en management van het melkvee. Ontwikkeling van technologie en kennis vanuit de sector is echter noodzakelijk. Hiervoor zijn ook voldoende maatregelen voorhanden. Uitdagingen in het weidegebied vormen de grasproductie op de droge zandgronden en de adaptatie in de kwetsbare veenweidegebieden. De mate waarop nog op klimaatverandering kan worden ingespeeld hangt af van de fysieke omstandigheden van het gebied en de belangen die er naast de landbouw spelen. De melkveehouderij in meest kwetsbare veenweidegebieden kan waarschijnlijk alleen blijven bestaan door innovaties en vergoedingen voor maatschappelijke diensten (landschapsonderhoud, waterberging). Indien dit niet wordt opgepakt is een functieverandering onvermijdelijk.

Ids Jan Zeinstra, melkveehouder:

“Inspelen op klimaatverandering zit boeren nog niet tussen de oren. Individuele ondernemers zoeken pas oplossingen op het moment dat problemen zich op hun bedrijf voordoen. Het is daarom belangrijk dat projecten gezamenlijk worden opgepakt. Bijvoorbeeld de aanleg van grote waterbuffers waarvan veel bedrijven kunnen profiteren.”

2.6 Flevoland en Noordoostpolder



Akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt met een groot scala aan gewassen domineren het beeld in de polder. Gangbare gewassen zijn aardappelen, bieten, uien en wortelen. Bovendien zijn, met name in de Noordoostpolder, melkveehouderij, bollenteelt (tulpen en lelies) en fruitteelt te vinden. De landbouw heeft bij de ontwikkeling en inrichting centraal gestaan waardoor een open en rationeel landschap is ontstaan. De bodem bestaat voornamelijk uit vruchtbare klei waarvan de zwaarte varieert. In de Noordoostpolder komen aan de randen ook zandgronden voor. In het zuidwestelijk deel van de provincie en in enkele gebieden in de Noordoostpolder (met name rondom Emmeloord en Schokland) wordt een sterke bodem-

daling verwacht. Daarnaast levert bodemverdichting (door het gewicht van steeds grotere machines) in toenemende mate problemen op. Ondanks de geringe oppervlakte open water is vanwege de randmeren voldoende water voorhanden in het gebied. Door de lage ligging is er een continue aanvoer van kwel die vooral aan de westelijke kant van de Noordoostpolder van slechte kwaliteit is.

De toename van hittegolven, langdurige droogte en heftige clusterbuien hebben een weerslag op enkele belangrijke akkerbouwgewassen in het gebied zoals de poot- en consumptieaardappel, de zaaiui en de winterpeen (grove groenteteelt). Ondanks de frequente wind in de polder wordt een toename van hete perioden verwacht waardoor ondernemers extra aandacht moeten richten op het behoud van aardappelen van goede kwaliteit. Vaker voorkomende clusterbuien leiden tot problemen met wateroverlast in de aardappelteelt en de teelt van winterpeen. Toenemende droogte in het voorjaar zorgt voor slechtere omstandigheden voor de kieming van met ui en peen ingezaaide akkers. Droogte in de zomer zal bij zaaiui tot opbrengstdaling leiden.

De ligging aan het IJsselmeer beïnvloedt het klimaat. De frequente wind zorgt onder andere voor een demping van de klimaatextremen.

De verwachting is dat de effecten van extreme weersomstandigheden het grootst zijn in de kwetsbare gebieden waar aspecten als bodemdaling, een grote kweldruk en bodemverdichting een rol spelen.

Scenario: 'Dezelfde dingen anders doen'

Bij het handhaven van het bouwplan spitsen de toekomstige problemen zich toe op het voorzien in water voor de teelt van wortelen en uien. Bovendien moet de wateroverlast in de teelt van aardappelen en winterpeen worden opgelost. Uit de studie en op basis van kennis en ervaring van ondernemers uit het gebied moet meer aandacht komen voor verbetering van de bodemstructuur (zie § 3.4). Deze maatregel levert een bijdrage aan het verminderen van schade door zowel droogte als wateroverlast en heeft positieve effecten op andere gewassen in het bouwplan.

Concreet zal de boer vaker organische mest gebruiken, compost en kalk aan de grond toevoegen. Bovendien wordt het verhakselen van stro en dit in de grond verwerken doorgezet.

Precisielandbouwtechnologie is een hulpmiddel voor boeren om de bodemstructuur te verbeteren; bijvoorbeeld door vaste rijpaden te gebruiken of teeltmaatregelen af te stemmen op de variatie in grond. Ook kan met deze techniek nauwkeuriger worden bemest.

De boeren in de polder richten de grondbewerking meer op het verbeteren van het vochtvasthoudend vermogen.

Het verruimen van het bouwplan met een sterk rustgewas zoals luzerne en de uitwisseling van gronden met omringende melkveebedrijven bieden boeren de mogelijkheid om de bodemstructuur te verbeteren. Structuurverbetering in combinatie met een goede

drainage leidt er bovendien toe dat er minder schade door heftige clusterbuien wordt veroorzaakt.

Lokaal kan de aardappel door beregening tegen hitte worden beschermd. Daar waar dit niet mogelijk is, zijn innovaties nodig zoals toepassing van organische isolatiematerialen (mulch) of druppelirrigatiesystemen. In het voorjaar zal de ondernemer vaker beregenen om zaaizaad van de ui en peen te kunnen laten kiemen. Ook wordt de ui in de zomer vaker beregend. Vanwege de beschikbaarheid van water levert dit voor de huidige akkerbouwer weinig problemen op. Belangrijk is wel dat het grond- of oppervlakte-

water geschikt blijft voor beregening en niet te zout wordt door eventuele kwel.

De keuze van het te telen ras is een optie die de ondernemer heeft om impact van hitte in de aardappelteelt te beperken. Akkerbouwers kunnen zaaieurassen kiezen die beter in staat zijn in een droge korst te kiemen.

Als gevolg van toenemende warme winters investeren ondernemers in (technische) maatregelen om de bewaarhoop met suikerbieten voldoende koel te houden. Een onacceptabele afname van het suikergehalte kan daarmee worden voorkomen.

Boodschappenlijstje 'Dezelfde dingen anders doen'

Waterschap

- Isoleren zoute kwelgebieden
- Handhaving huidige wateraanvoer en waterafvoer

Sector

- Adaptatietechnologie
- Adaptatiebegeleiding

Gerard Langebeeke, akkerbouwer:

“De laatste jaren hebben we droogte in het voorjaar, gevolgd door een natte periode. Dat beïnvloedt de bodem. Ik stel machines daarop af en kies het beste moment van bewerking. Je ziet een omslag in telen: vroeger waren gewassen het uitgangspunt, nu is dat de bodem. Daarnaast zijn veredelaars bezig om de eigenschappen van rassen aan te passen, ze kunnen dan bijvoorbeeld beter tegen droogte.”



Boodschappenlijstje 'Andere dingen doen'

Waterschap

- Levering van waterdiensten (maatwerkgericht op de ondernemers)
- Isoleren zoute kwelgebieden

Provincie

- Stimulering economische vernieuwing (landbouw)
- Ondersteunen netwerkorganisaties nieuwe teelten

Sector

- Creëren marktafzetmogelijkheden nieuwe gewassen
- Ontwikkeling adaptatietechnologie
- Onderzoek en voorlichting
- Stimuleringsprogramma samenwerking melkveehouderij en akkerbouw
- Initiëren en stimuleren netwerkorganisaties nieuwe teelten

Scenario 'Andere dingen doen'

Perioden met hitte en droogte nemen toe. Flevoland is vanwege de waterbeschikbaarheid (ten opzichte van andere gebieden in Nederland) in het voordeel bij veranderend klimaat. Belangrijke teelten als de aardappel, de zaaiui en de winterpeen kunnen in het gebied blijven bestaan. De noodzaak voor '**Andere dingen doen**' is er dus niet.

Vanwege de diversiteit in gewassen in het huidige bouwplan, de organisatiestructuur in het gebied en de ondernemingsgezindheid van de boeren in het gebied, biedt het wijzigende klimaat echter wel nieuwe kansen. In Flevoland is het vanwege bovengenoemde aspecten relatief eenvoudig om nieuwe gewassen te introduceren en zo maximaal in te spelen op de nieuwe omstandigheden. Ondernemers in Flevoland kunnen nieuwe teelten beproeven zodat dit gebied zich op termijn tot de 'adaptatieproeftuin' van Nederland kan ontwikkelen.

Zeer lokaal en op beperkte schaal zal in de Noord-oostpolder vanwege de bodemdaling en de lokale zoute kwel de noodzaak om andere dingen te doen, er wel zijn. Bovendien ontstaat mogelijk als gevolg van de verdere groei van Almere de vraag naar nieuwe activiteiten rondom deze stad.

Gezien de te verwachten toename van clusterbuien en de nog te verwachten bodemdaling vraagt de bodem van Flevoland steeds meer aandacht. Ondernemers moeten in toenemende

mate investeren in een goede bodemstructuur. Bouwplannen worden verruimd of aangepast en akkerbouwers gaan steeds vaker en intensiever met melkveehouders samenwerken door uitruil van land en meststoffen.

Maatregelen op de akker richten zich met behulp van precisielandbouw op verbetering van de bodemstructuur door bekalking en verbetering van de organische stofhuishouding. Structuurbederf en bodemverdichting worden verder voorkomen door lichte, zogenoemde veldrobots werkzaamheden op de akker te laten uitvoeren. De sector zal rassen ontwikkelen die aangepast zijn aan de gewijzigde klimaatomstandigheden.

De overgang naar de 'adaptatieproeftuin van Nederland' vraagt inspanning van ondernemers, overheden en de agribusiness. De provincie moet bijvoorbeeld een gericht landbouwontwikkelingsplan maken en netwerkorganisaties initiëren en motiveren.

Het waterschap moet bereid zijn om onder andere met gericht waterbeheer optimale akkeromstandigheden te creëren (gerichte waterdiensten) om nieuwe teelten daadwerkelijk mogelijk te maken. De ketenpartijen spelen een belangrijke rol bij de afzet- en verwerkingsmogelijkheden.

Het warmere klimaat en het ruime bouwplan bieden voldoende perspectief om nieuwe gewassen in het bouwplan op te nemen. Vanwege de grondsoort zijn alternatieve gewassen als bijvoorbeeld artisjok en zonnebloem goed mogelijk. Op lokale schaal zal meer kersen- en druiventeelt plaatsvinden.

In de Noordoostpolder neemt lokaal vanwege bodemdaling en kwel op termijn melkveehouderij de plaats van akkerbouw in. Boeren in de regio van Almere kunnen inspelen op nieuwe behoeften vanuit de steden en nieuw gevraagde gewassen telen of activiteiten ontplooiën die goed passen in het gewijzigde klimaat.

De uitdagingen

Toenemende kans op droogte werkt voor de akkerbouw in het gebied in het voordeel.

De verbetering van de bodemstructuur verdient de prioriteit om effecten van clusterbuien en droogte te beperken. Een samenwerking tussen akkerbouwers en melkveehouders door uitruil van gronden biedt perspectief. De huidige mestwetgeving betekent in de praktijk vaak een knelpunt. De huidige waterafvoer moet ook in tijden van hevige neerslag blijven bestaan. In kwetsbare gebieden zijn maatwerkoplossingen op het gebied van water gewenst of moet nader over de mogelijkheden van nieuwe gewassen of functies worden nagedacht.

Vanwege de karakteristieken van Flevoland is dit gebied zeer geschikt als 'adaptatieproeftuin' van Nederland.

2.7 Verspreide teelten

Met de analyse van de verschillende deelgebieden in Noord-Nederland zijn de specifieke kansen en knelpunten voor de meeste teelten goeddeels besproken. De bloembollen- en fruitteelt en de glastuinbouw bleven daarbij echter onderbelicht. In het onderzoek zijn deze sectoren beknopt onderzocht. In deze paragraaf wordt aan de hand van de onderzoeksresultaten toch een schets gegeven van de gevolgen van klimaatverandering en de adaptatiemaatregelen in deze sectoren.

Bloembollenteelt

Naast akkerbouw- en groentegewassen worden in Noord-Nederland ook bloembollen geteeld. Er zijn zowel akkerbouw- en melkveebedrijven die bollen in de rotatie hebben opgenomen als bedrijven die zich volledig hebben gericht op de bloembollenteelt. De Noordoostpolder staat bekend om de tulpenenteelt. De teelt van lelies is in het bijzonder te vinden in Drenthe (zand-weidegebied) en in de provincie Flevoland. Bollenteelt is kapitaalintensief. Door extreme weersomstandigheden of ziekten en plagen kan de schade oplopen tot wel honderdduizend euro per hectare.

Bollen stellen hoge eisen aan de bodem en ontwatering. Een goede bodemstructuur en drainage zijn belangrijke randvoorwaarden. De aanwezigheid van zoet water voor irrigatie is bovendien essentieel. Bollentelers telen bij voorkeur op schone grond (percelen waar nooit bollen zijn geteeld) en houden bij de keuze van het perceel rekening met deze randvoorwaarden.

Het wijzigende klimaat leidt tot toenemende periodes met extreme neerslag, hagel, hitte en warmere winters. De toename van clusterbuien vergroot de kans op verdrinking van de bollen. Bovendien zijn in het voorjaar vaker hagelbuien te verwachten met desastreuze gevolgen voor blad en knop. Bij extreme hitte stopt de groei van de tulp en sterft de plant af. Door verzilting zal lokaal de gewenste waterkwaliteit niet meer kunnen worden geleverd. Vakere clusterbuien kunnen ervoor zorgen dat nutriënten ongewenst uitspoelen. Warmere winters maken het bewaren van de bollen lastiger.

Door klimaatverandering bestaat er een kans dat de problemen met bijvoorbeeld luizen toenemen, omdat zich meer generaties kunnen ontwikkelen vanwege een hogere gemiddelde zomertemperatuur. Deze luizen hebben daardoor potentie om virussen meer te verspreiden. Ook de problematiek met Aardappel Moeheid (AM) aaltjes kan door een stijgende temperatuur toenemen. Daarnaast kunnen ook schimmels zoals fusarium problemen geven bij voornamelijk de tulpenenteelt.

Boodschappenlijstje

Waterschap

- Voorzien in oppervlaktewater ten behoeve van beregening en koeling tijdens hitte (tulpen)
- Toestaan onttrekking grondwater indien geen geschikt of voldoende oppervlaktewater aanwezig is
- Tijdig doorspoelen watersysteem (handhaving waterkwaliteit)
- Garanderen van de waterafvoer in tijden van hevige regen

Sector

- Onderzoek hagelgebied (aantal schademeldingen hagel)
- Systeem ontwikkelen om tulp in tijden van hitte onder goede condities te kunnen bewaren.
- Technische hulpmiddelen voor teelt (sensoren en beslissingsondersteunende systemen)
- Onderzoek en voorlichting (bewaring en ziekten en plagen)
- Opstellen calamiteitenplan

Deze schimmels profiteren van warme en vochtige omstandigheden. Naast bestaande ziekten en plagen is er ook een gevaar voor nieuwe ziekten en plagen zoals het PIAMV-virus, dat waarschijnlijk door versmering en mechanisatie wordt verspreid.

Om de bollenteelt te kunnen behouden, moeten de bodem en waterhuishouding in orde zijn. Ondernemers kunnen maatregelen nemen zoals (intensiever) draineren, bodembewerkingen, percelen bol leggen en greppels maken. Ze kunnen structuurbederf voorkomen door het land niet met te zware machines onder natte omstandigheden te berijden.

De bodemstructuur kan worden verbeterd door bemesting, toevoeging van organische stof, bekalken en een ruime gewasrotatie. Bij toenemende kans op hagel zullen telers eerder besluiten een weersverzekering af te sluiten. Tijdens extreme hitte kan de tulpenteler de bodem koelen door te beregenen. Tijdens de bewaarperiode moeten telers extra alert zijn en voldoende knowhow of ondersteuning hebben om een goede bewaring te garanderen.

Om te kunnen beregenen en koelen hebben telers geschikt en voldoende water nodig. Bij extreme neerslag dient de waterafvoer te worden gegarandeerd. Waterschappen spelen hierin een belangrijke rol. Als de kwaliteit van het water en de bodem onvoldoende is, verdwijnt de bollenteelt uit bepaalde gebieden. Lokaal is het gebruik van bronwater voor beregening een alternatief.

Het adequaat volgen van de gewassen door teler en overheid is een manier om snel een beeld te krijgen van problemen door ziekten en plagen en waar dit vandaan komt. Zo kunnen zij snel maatregelen nemen.

De bollenteelt kan uitsluitend blijven bestaan in gebieden waar de bodem over de noodzakelijke eigenschappen beschikt, de ontwatering op orde is en waar bovendien voldoende zoet water kan worden aangevoerd voor beregening.

Voor de tulpenteelt is bovendien koeling belangrijk in tijden van hitte. Inplaatsing van melkveehouderij is vanuit het oogpunt van water en ziekten en plagen (met name aardappelmoehheid) gewenst. Er moet meer aandacht komen voor het omgaan met (nieuwe) ziekten en plagen en neveneffecten van de klimaatverandering, zoals mogelijk meer uitspoeling van meststoffen.

Fruitteelt

In Noord-Nederland is lokaal fruitteelt aanwezig. Een belangrijk fruitgebied is de Noordoostpolder. Meer warmere winters, droogte en hagelbuien zijn, naast de toename van ziekten en plagen, de knelpunten waar telers vaker mee te maken krijgen.

Een klimaatfactor waarmee fruittelers onder andere rekening moeten gaan houden zijn zachtere winters waardoor de mogelijkheid voor de opbouw van de benodigde koude eenheden (een agrarische maat om

de blootstelling van een plant aan koude temperaturen aan te geven) afneemt. De koude eenheden worden bij lage temperaturen opgebouwd (optimaal is ca. 3,5 °C) en hebben een effect op de hormoonhuishouding en daaraan gekoppelde bloei. Een gebrek aan koudebehoefte kan daardoor een verminderde vruchtbaarheid tot gevolg hebben. Dit is nu nog typisch een probleem van het zuidelijk halfrond, maar kan bij de naar het Noorden opschuivende zachte winters hier ook een toenemend probleem vormen.

Zoete kersen hebben een hoge koudebehoefte. Appels hebben een koudebehoefte van rond de 600 koude eenheden, zoete kers minimaal 1300 (verschilt per ras). Het effect van winterrust en bloeitijdstop is een nog niet begrepen mechanisme. In de praktijk wordt hier al op ingespeeld door de bomen te bespuiten waardoor de bladval in gang wordt gezet.

Hagel kan vaker schade veroorzaken aan de vrucht, waardoor deze gevoeliger wordt voor schimmels. Met technische maatregelen zoals een regendoek of overkapping kunnen telers fruit tegen hagel beschermen. Er zijn ook systemen overgenomen uit landen waar men dezelfde problemen heeft, zoals Oostenrijk.

Hevige hagel kan ook houtbeschadiging geven. Bij kers kan dit leiden tot een zware infectie van de bacteriekanker, in sommige gevallen met desastreuze gevolgen.

Droogte is geen probleem, want de telers beschikken over een fertigatiesysteem. Dit is noodzakelijk voor bepaalde teelthandelingen (bijvoorbeeld wortelsnoei). Daarnaast is fertigatie nodig als de teelt overkapt is.

In lange warme zomers heeft de fruitmot, een belangrijk plaaginsect in de appel- en perenteelt, twee generaties in plaats van één. De klimaatverandering kan ertoe leiden dat dit standaard wordt en zelfs toeneemt naar vier generaties per jaar. Appel- en perentelers voeren mogelijk vaker een bespuiting uit, wat extra kosten met zich meebrengt. Fruitmot wordt de laatste jaren succesvol bestreden met feromoonverwarring.

Fruittelers hebben de laatste decennia schade geleden door hagel. Lokaal zijn de verschillen echter sterk. Zo zijn er percelen waar de afgelopen 40 jaar de oogst twee keer is verhageld, maar op korte afstand zijn er percelen die in diezelfde periode tien keer zijn verhageld. Een verzekering is een dure oplossing om de schade te compenseren. De afgelopen jaren zijn enkele telers hagelnetten gaan gebruiken. Ook deze maatregel vergt grote investeringen. Overheden kunnen participeren in onderzoeken naar zogenoemde hagelbanen. Dit zijn stroken in Nederland die meer dan andere gebieden overlast hebben door hagel. Indien deze gebieden bekend zijn, weten telers of zij zich moeten beschermen.

Boodschappenlijstje

Waterschap

- Handhaving drooglegging (voldoende water afvoer)
- Handhaven wateraanvoer

Sector

- Onderzoek en voorlichting

Daarnaast kan in beeld worden gebracht welke gebieden voor bepaalde teelten een risico zijn voor kapitaalintensieve gewassen die gevoelig zijn voor hagel. Klimaatverandering kan dit verschijnsel echter beïnvloeden. Hier ligt dus een onderzoekstaak. Fruittelers hebben technische mogelijkheden (gekoelde bewaring) om ook in warmere winters fruit te kunnen bewaren. Niet alleen temperatuur is belangrijk, maar ook het regime.

Fruittelers beschikken over voldoende maatregelen om hun teelt voort te zetten. Bovendien blijkt uit de praktijk dat telers al aanpassingen hebben gedaan. De veranderingen in het klimaat gaan geleidelijk, waardoor aanpassing in de toekomst ook geleidelijk plaatsvindt.

Onduidelijk is wat de impact van de klimaatverandering op de effectieve bestuiving is. Hagel kan vaker schade veroorzaken, waardoor investeringen in beschermende maatregelen nodig zijn of vaker een hagelverzekering moet worden afgesloten. De beschikking over zoet water (voor fertigatie en nachtvorstbestrijding) is essentieel voor de teelt. Bovendien is een goede ontwatering vereist. Dit betekent dat het waterschap moet zorgen voor aanvoer van zoet water en in tijden van hevige neerslag voor voldoende waterafvoer.

Ziekten en plagen blijven eveneens een belangrijk aandachtspunt.

Glastuinbouw

In de provincies Groningen, Friesland en Drenthe is circa 500 ha in gebruik voor glastuinbouw, waarvan ruim 200 ha voor groenteteelt en bijna 300 ha voor sierteelt. In deze provincies is een ambitie om op te schalen naar ca. 1.500 hectare. In de Noordoostpolder is ca. 130 hectare glas aanwezig. Ook in dit gebied is een toename van het glasareaal te verwachten.

In kassen kan het klimaat kunstmatig worden beheerst. Ondanks dat zal de klimaatverandering ook invloed hebben in deze sector. Meer extreem weer zoals hittegolven en droogte, hagel, hevige neerslag kan vanwege grote investeringen in combinatie met de hoge productiewaarde (in deze sector) zelfs aanzienlijke schade veroorzaken. Warmere winters en vochtige warme zomers leiden tot een toenemende schimmelrdruk voor de meeste teelten.

Het voldoende koelen van kassen wordt een steeds grotere kostenpost voor de tuinbouw, tenzij men technisch steeds beter in staat is om energie te winnen in de kas.

Wateropslag vergt op termijn meer aandacht. Bovendien luistert de waterkwaliteit bij teelt onder glas zeer nauw. Voor de opslag van voldoende water zijn investeringen nodig. Bij het maken van kasconstructies moet rekening worden gehouden met meer intensere neerslag en hagelbuien.

Glastuinbouwers moeten nog efficiënter met water

omgaan. In de gebieden waar onvoldoende gietwater van goede kwaliteit beschikbaar is, komen gewassen met een mindere waterbehoefte of hoge zouttolerantie. De sector speelt een belangrijke rol bij de ontwikkeling van technologie (gericht op waterbesparing en hergebruik), constructies en ontwikkeling van nieuwe rassen.

Gezien het innoverend karakter in de glastuinbouw is de verwachting dat deze sector zich over het algemeen eenvoudig aanpast aan de wijzigende omstandigheden van het klimaat.

Een succesvolle introductie van nieuwe technieken blijft echter altijd een afweging tussen de kosten en baten.

Over de klimaatgevoeligheid van deze verspreide teelten leven ook veel vragen in het zuid-westen van Nederland en daar worden onderzoeken voor in gang gezet. Daarnaast is er expertise bij kennis- en praktijkcentra beschikbaar uit deze sectoren, die kan worden toegepast voor de bloembollen- en fruitteelt en de glastuinbouw in Noord-Nederland.

3 De gebiedsoverschrijdende thema's

3.1 Inleiding

Tot zover zijn voor de deelgebieden de problemen en benodigde maatregelen in kaart gebracht. Naast de gebiedsmaatregelen zijn in het onderzoek de volgende thema's nader uitgewerkt:

- waterbeheer;
- ziekten en plagen;
- bodemstructuur;
- strategie van het akkerbouwbedrijf.

Deze thema's zijn veelal gebiedsoverschrijdend en daarom apart uitgewerkt. Het thema "waterbeheer" is nader uitgewerkt omdat droogte (en verzilting) en wateroverlast in meer of mindere mate vaker een knelpunt zullen zijn voor Noord-Nederland en er meer inzicht nodig is in de daadwerkelijke gevolgen hiervan.

Ziekten en plagen zullen bovendien alle gebieden treffen, waardoor meer inzicht nodig is in de ontwikkeling hiervan. Het thema "bodemstructuur" is nader uitgewerkt omdat in vrijwel alle onderzochte gebieden de verbetering van de bodemstructuur als kansrijke maatregel naar voren is gekomen. Tot slot wordt aangegeven hoe klimaatverandering daadwerkelijk op een akkerbouwbedrijf aan kan grijpen en hoe hierop geanticipeerd kan worden.

Dit hoofdstuk is gebaseerd op een mix van inzichten die is opgedaan tijdens de verschillende bijeenkomsten met ondernemers (adaptatieateliers) en water-

schappen, het atelier "ziekten en plagen", gesprekken met individuele ondernemers en op basis van verkenning van relevante literatuur en expert judgement.

3.2 Waterbeheer

De uitdagingen in de zoetwatervoorziening

Het noorden van Nederland is voor de zoetwatervoorziening voor het grootste gedeelte afhankelijk van neerslag. Over het gehele jaar genomen is er in Nederland sprake van een neerslagoverschot. Toch heeft de landbouw ook regelmatig te maken met een neerslagtekort.

Een neerslagtekort treedt vaak op in de warme zomermaanden. Er is dan sprake van een periodiek neerslagtekort. Neerslagtekort wordt in Noord-Nederland opgelost door het aanvoeren van oppervlaktewater uit het IJsselmeer.

In droge perioden wordt nagenoeg heel Noord-Nederland voorzien van water uit het IJsselmeer. Het water uit het IJsselmeer wordt dan gelijkmatig gebruikt voor doorspoeling, peilhandhaving en irrigatie van landbouwgewassen. Landbouw is de grootste gebruiker van water, maar wordt in tijden van droogte als eerste afgekoppeld. De benodigde hoeveelheid water in tijden van droogte verschilt per waterschap. In de Regionale Uitwerking Verdringingsreeks Noord-Nederland zijn de hoeveelheden in water per waterschap in m³ per seconde bepaald.

Algemeen wordt verwacht dat door klimaatverandering de waterbehoefte in de landbouw groter wordt. Door hogere temperaturen neemt de verdamping toe. Daarnaast ontstaan meer langdurige droge perioden in het voorjaar en de zomer. Hierdoor kan de zomerafvoer van de Rijn naar het IJsselmeer afnemen, en worden de wateraanvoermogelijkheden vanuit het IJsselmeer (vooral in de zomerperiode) beperkt. Er zijn echter grote verschillen tussen de ontwikkelde klimaatscenario's. Het G-scenario leidt nauwelijks tot een toename van het neerslagtekort in de zomer. Het W+ scenario daarentegen leidt tot een aanzienlijke toename van het neerslagtekort.

Uit het onderzoek volgt dat vooral voor het voortbestaan van de vollegrondsgroenteteelt (peen en ui), de teelt van zetmeelaardappelen en de bollen- en fruitteelt voldoende zoet water voor irrigatie beschikbaar moet zijn. Door de klimaatverandering neemt de waterbehoefte voor deze teelten toe. Ondernemers onttrekken dan meer water uit grond- of oppervlaktewater. Ook kan vanuit andere teelten een grotere watervraag ontstaan (bijvoorbeeld in de aardappelteelt als bruinrot geen probleem meer is). Bovendien moet extra water worden aangevoerd voor peilhandhaving. Actuele cijfers over beregening (uit grond- en oppervlaktewater) en bronnen waaruit beregend wordt, ontbreken.

De beschikking over zoet water is essentieel voor een gezonde agrarische bedrijfsvoering.

Belangrijk is te melden dat de watervraag regionaal sterk verschilt. In het Oldambt bijvoorbeeld is droogte geen probleem vanwege bouwplan en bodemsoort. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld de Veenkoloniën. Ook in de melkveehouderij zijn er contrasten. Zo wordt er in Friesland vee gedrenkt met oppervlaktewater terwijl dat op de zandgronden in Drenthe nauwelijks gebeurt.

Aanvoer van zoet water, het vasthouden van water of grondwateronttrekking is voor een aantal gewassen noodzakelijk en moet dus op orde zijn. De oplossingen vragen veelal gebiedsspecifiek maatwerk en hangen af van de situatie van het huidige watersysteem en toekomstige plannen (bijvoorbeeld peilverhoging van het IJsselmeer). Een andere oplossing kan gevonden worden in het vergroten van de strategische zoetwatervoorraad in het IJsselmeer. Hiertoe onderzoekt Rijkswaterstaat momenteel wat de effecten zijn van het verhogen van het waterpeil in het IJsselmeer. Op dit moment is het nog niet bekend of deze maatregel daadwerkelijk wordt genomen en welke consequenties en vervolgmaatregelen dit met zich meebrengt voor de waterhuishouding in Noord-Nederland.

In landelijke en regionale droogtestudies wordt gekeken hoe op termijn voor een duurzame zoetwatervoorziening kan worden gezorgd. In de droog-

testudie Noord-Nederland worden de gevolgen van klimaatverandering voor de provincies Groningen, Friesland en Drenthe in beeld gebracht.

Bij toekomstige droogtestudies dient rekening te worden gehouden met regionale verschillen, de actuele beregeningsbehoefte, gewenste waterpeilen en eventueel een overgang naar nieuwe teelten (bijvoorbeeld gewassen die beter tegen droogte kunnen). Naast het voorzien in water is er voor de ondernemers en waterbeheerders een rol weggelegd om zuinig om te gaan met beschikbaar water door samenwerken, waarbij ook totaal nieuwe concepten zoals een selectieve zoetwateraanvoer naar zilte gebieden, druppelirrigatie en detailwaterbeheer door de ondernemer gewenste opties zijn.

De uitdagingen in de waterafvoer

Als gevolg van veel neerslag of een grote aanvoer via de Rijn en IJssel, is het IJsselmeer de laatste schakel in de afwatering van een groot deel van Noord-Nederland en een klein gedeelte van Duitsland. Het grootste deel van Noord-Nederland watert zoveel mogelijk direct af naar de Waddenzee, maar onder bijzondere omstandigheden watert een deel van Friesland ook af op het IJsselmeer.

Wateroverlast wordt tegengegaan door maatregelen die gericht zijn op het vasthouden en bergen van overtollig water. Dit wordt gedaan volgens het afwegingsprincipe dat is opgenomen in het Nationaal Bestuursakkoord Water (ook wel bekend als de trits

vasthouden – bergen – afvoeren). In eerste instantie dient overtollig water zoveel mogelijk bovenstrooms te worden vastgehouden in bodem- en oppervlaktewater. Daarna kan het tijdelijk worden geborgen in retentiegebieden langs de waterlopen. Als deze maatregel te weinig oplevert dient het water te worden afgevoerd of (onder extreme omstandigheden) gecontroleerd te worden opgevangen in daarvoor aangewezen gebieden.

Wateroverlast gedurende het groeiseizoen is funest voor de teelt van onder andere aardappelen, winterpeen en lelie. Ook op grasland leveren te natte omstandigheden problemen op. Ondernemers kunnen hier zelf maatregelen voor nemen, maar zijn voor de waterafvoer uit de kavelsloten afhankelijk van het waterschap. Deze dienen in tijden van (te verwachten) extremen tijdig te reageren om wateroverlast te beperken. Bovendien moet ervoor worden gezorgd dat sloten en duikers voldoende zijn geschoond. Bij het volledig wegnemen van regionale wateroverlast zijn in de huidige situatie de kosten voor inrichting vele malen groter dan de baten als gevolg van het uitblijven van schade. Daarom wordt regionale wateroverlast nu tot een bepaalde hoogte geaccepteerd. De frequentie van voorkomen zijn vastgelegd in normen. Mogelijk dat dat op termijn niet meer aan deze normen is te voldoen en aanpassing noodzakelijk is.

De lager gelegen gebieden (veenweide, lage delen Veenkoloniën en Oldambt) zijn kwetsbaarder voor hevige regenval vanwege hun geringe veerkracht en mogelijkheden voor peilschommelingen. Daarmee dient eveneens rekening te worden gehouden.

De trend in het huidige waterbeheer is een verkleining van het aantal peilvakken. Vanuit de landbouw is lokaal echter de wens om zelf meer invloed uit te oefenen op het waterpeil.

Bij de uitvoering van dergelijke initiatieven is vertrouwen in elkaar essentieel. Door schaalvergroting hebben ondernemers een steeds groter areaal, waardoor het risico op problemen door afwenteling afneemt en de kans op succes groter is.

De landbouw en de waterbeheerders in Noord-Nederland moeten gezamenlijk de mogelijkheden bekijken. Ook kan er kennis worden opgedaan met detailwaterbeheer zoals peilgestuurde drainage, waarmee inmiddels in andere delen van Nederland pilots worden uitgevoerd.

De uitdagingen in het verziltingsprobleem

De verziltingsproblematiek is in dit onderzoek beperkt onder de aandacht gebracht.

Deze problematiek wordt echter onderzocht in het nevenproject **“Klimaatverandering, toenemende verzilting en landbouw in Noord-Nederland: Waarheidsvinding, oplossingen en kansen (Acacia Water)”**. Dit project heeft als doel inzicht te verwerven

in de problematiek en kansen van verzilting in Noord-Nederland, gerelateerd aan het perspectief voor de landbouw.

In het onderzoek wordt de huidige en toekomstige verzilting beschouwd op het schaalniveau van een landbouwperceel. De verandering van zoetwaterlazen op de percelen als gevolg van klimaatverandering is nog nauwelijks onderzocht. Andere oorzaken van verzilting, zoals zeespiegelstijging of bodemdaling zijn in Noord-Nederland in andere studies al onderwerp geweest van onderzoek. Er zijn verschillende mogelijkheden om te anticiperen op toenemende verzilting. Een mogelijke oplossing is de teelt van zilte gewassen. Voor meer informatie over dit onderwerp wordt verwezen naar de eindrapportage van dit project.

3.3 Ziekten en plagen

Ziekten en plagen vormen een belangrijk aandachtspunt voor de agrarische sector. De opbrengst van een gewas kan dalen door aantasting van ziekten en plagen, of de kwaliteit kan achteruit of zelfs geheel verloren gaan. Klimaat stuurt in belangrijke mate wanneer, en hoe snel ziekten en plagen zich kunnen ontwikkelen. Daarom zal dit onderwerp in de toekomst meer aandacht nodig hebben. Tijdens een expertsessie gehouden in maart 2010 in Wageningen is vastgesteld dat er relatief weinig kennis is over de ruimtelijke en temporele dynamiek van de huidige

ziekten en plagen. Ook is weinig bekend over mogelijke nieuwe ziekten en plagen. De combinatie van een potentieel hoge schade en weinig kennis maakt dat ziekten en plagen een belangrijk aandachtspunt voor de sector is. Toch geeft deze paragraaf inzicht in dit onderwerp waarbij eerst op plantaardige en vervolgens op de dierlijke productie wordt ingegaan.

Risico's plantaardige productie

Warmer weer in het groeiseizoen

De huidige ziekten en plagen kunnen voordeel hebben bij een veranderend klimaat. De ondersoort van bacterieziekte *Erwinia* die op dit moment de grootste problemen veroorzaakt bij de pootgoedteelt is warmteminnend en profiteert dus van een warmer klimaat. Naast een hoge aanvangspopulatie kan een warmer groeiseizoen betekenen dat belangrijke plaagdieren zoals luizen en aaltjes, zich sneller voortplanten. Hierdoor kan bijvoorbeeld de resistentie tegen Aardappel Moeheid (AM) aaltjes in aardappelen gemakkelijker doorbroken worden.

Door warmere lentes en herfst kan het teeltseizoen verschuiven en zo samenvallen met een extra hoge druk van ziekten en plagen, waardoor de teler meer schade heeft. Zo zijn voor Europa de problemen met rupsen (bijvoorbeeld Gamma-uil, nachtvlinder) aan het einde van het groeiseizoen meer toegenomen dan gebruikelijk was.

Van een groot aantal onkruiden is bekend dat ze warmteminnend zijn. Dit betekent dat ze zich beter

kunnen ontwikkelen onder warmere omstandigheden. Er is echter nog veel onbekend over de interactie tussen onkruid en gewas.

Warmere winters

De overlevingskansen van insecten in de winter worden hoger door een afname van periodes met strenge vorst. Deze insecten die in zachte winters overleven, kunnen zorgen voor een extra grote aanvangspopulatie. Daardoor zijn ze in staat om zich beter voort te planten waardoor de ziektedruk groter wordt en er een hoger risico is op verspreiding.

In de gebieden waar aardappelen worden geteeld leidt de toename van warmere winters tot het probleem 'aardappelopslag' (achterblijvende knollen op het land die een onkruid vormen in het volgewas, het aardappelcysteaaltje vermeerderen en die een bron voor besmetting met Phytophthora en andere schimmelziekten zijn). Boeren kunnen aardappelopslag (deels) beperken door bij het rooien de verliezen zo veel mogelijk te voorkomen of door technische oplossingen te zoeken zoals het onschadelijk maken van knollen (kriekneuzer). De teler kan daarnaast aardappelopslag mechanisch verwijderen of chemisch bestrijden. Deze maatregelen zijn arbeidsintensief en kostbaar.

Vochtiger en warmer

Vernatting kan vooral een belangrijke factor zijn bij de verspreiding van ziekten en plagen (bijvoorbeeld *Erwinia*). Bij een warmer en vochtiger klimaat hebben

exotische ziekten en plagen in Noordwest-Europa betere voortplantings- en overlevingskansen (bijvoorbeeld de maïsstengelboorder, aardvlo). Een hoge luchtvochtigheid en verhoging van de temperatuur zijn gunstig voor schimmelziekten zoals de aardappelziekte (*Phytophthora infestans*).



Daarnaast hebben een hogere temperatuur en luchtvochtigheid een negatief effect op de werking van bestrijdingsmiddelen. Voor bodemherbiciden neemt de effectiviteit af bij natte omstandigheden. Het goede nieuws is dat vochtige omstandigheden in het groeiseizoen volgens de scenario's van het KNMI afnemen.

Ook kan bij een groene akker tijdens de winterperiode de plaagdruk in het volgende groeiseizoen toenemen. In een groene omgeving zijn echter ook natuurlijke vijanden aanwezig die een mogelijke plaag kunnen onderdrukken.

Combinaties van factoren

Niet alleen het weer is bepalend voor veranderingen in de ziekte- en plaagdruk, maar veelal een combinatie van factoren. Bij de kassenteelt kunnen ziekten buiten de kassen beter overleven wanneer er een warmer buitenklimaat is. Waar de kassen in een relatief warme, stedelijke omgeving staan is dit eerder een probleem. Voor de verspreiding van ziekten en plagen zijn handel, transport en reizen belangrijke factoren. Verder is tijdens de expertmeeting vastgesteld dat een goede monitoring een essentieel instrument is om problemen goed en snel te signaleren voor de bestrijding van plagen en voor het beperken van schade.

Naast de mogelijk versnelde ontwikkeling van onkruiden is er nog een kans dat zich nieuwe soorten vestigen die zelfs invasieve kenmerken hebben. Dit is echter zeer lastig te voorspellen, omdat het nog onbekend is hoe deze nieuwe soorten profiteren van een situatie in een omgeving waar geen competitie is met andere soorten. Ook is vaak niet bekend welke omgevingscondities deze soorten mogelijkwijs in toom kunnen houden (bijvoorbeeld vorst op een ongunstig moment voor de nieuwe onkruidsoort).

De bestrijding van onkruiden is wellicht in de toekomst eenvoudiger als er langere perioden met droogte zijn tijdens het groeiseizoen. Tijdens deze droge perioden kunnen onkruiden goed chemisch en mechanisch bestreden worden. In de meer natte scenario's is het niet direct duidelijk of het toekomstige klimaat voordelig is voor de bestrijding van onkruiden.

Wel kan het lastiger worden met machines het land op te gaan. Naast de ontwikkeling van de onkruidplant zelf is de ontwikkeling van de zaadbank zeer belangrijk. Hoe deze zich ontwikkelt, is nog niet goed onderzocht.

Recent onderzoek naar het effect van klimaatverandering op plaaginsecten en hun natuurlijke vijanden laat zien dat er op termijn problemen te verwachten zijn. Zoals eerder vermeld kunnen in een warmer klimaat meer generaties van plaaginsecten voorkomen. De natuurlijke vijanden kunnen de extra generaties plaaginsecten niet bijhouden.

Voor bladluisoorten en diverse natuurlijke vijanden zoals sluipwespen, lieveheersbeestjes, zweefvliegen, galmuggen, roofwantsen en gaasvliegen is uitgewerkt hoeveel extra generaties te verwachten zijn bij 2 en 3 graden temperatuurstijging. Bij een temperatuurstijging van 2 graden komen er drie tot zes extra generaties bladluizen bij, maar ook één à twee extra generaties natuurlijke vijanden.

Risico's dierlijke productie

Binnen het onderzoek heeft veehouderij relatief minder aandacht gekregen. Tijdens de expertsessie ziekten en plagen zijn echter wel veel interessante vragen naar voren gekomen. Omdat sommige dierziekten risico's voor de volksgezondheid met zich meebrengen, nemen deze een aparte plek in in de discussie.

Blauwtong is voor de verspreiding afhankelijk van de knut. Deze mug is vooral te vinden in warmere gebieden, maar is sinds enige jaren ook in Nederland. Het West-Nijlvirus wordt ook door een mug overgebracht. Deze mug was al te vinden in Zuid- en Midden-Europa en die heeft dit jaar Nederland bereikt. Met name vogels zijn gevoelig voor dit virus, maar ook zoogdieren zoals paarden zijn kwetsbaar voor de gevolgen.

De tijgermug is een drager van verschillende virussen zoals het eerder genoemde West-Nijlvirus, maar ook de voor de mens gevaarlijke knokkelkoorts en gele koorts. In Zuid-Europa komt deze mug al voor. In Nederland is de mug binnengekomen via de import van Lucky Bamboo maar heeft zich hier, dankzij de vorst tijdens de winterperiode, nog niet gevestigd. Door klimaatverandering kan dit veranderen.

Het is vaak moeilijk om een goede ruimtelijke weergave te maken van de actuele verspreiding van ziekten en plagen. Ook is moeilijk aan te geven wat de exacte gevolgen zijn voor de productieomvang

(veestapel) en de kwaliteit van het product. Ziekten vertonen soms een afname, soms een toename van de gevoeligheid voor klimaatverandering. Plagen ontwikkelen zich soms sneller, en soms langzamer en er is nog veel onbekend over deze dynamiek.

De uitdagingen

Veel informatie over de biologie van soorten ontbreekt om een goed beeld te krijgen van de exacte gevolgen van ziekten en plagen. Goede, onafhankelijke informatie over de methode en effectiviteit van bestrijding van ziekten en plagen is nodig.

Ondanks het belang voor de sector en de volksgezondheid is nog weinig bekend over de mate waarin een ziekte onder de veranderende omstandigheden optreedt en welke schade hierdoor ontstaat. De onvoorspelbaarheid van de schade door ziekten en plagen maakt het voor de ondernemer lastig om in te spelen op de risico's. Ook op Noord-Nederland komen nieuwe ziekten en plagen af en de druk wordt groter.

De grootste uitdaging zit in de kennisontwikkeling. Gericht onderzoek is namelijk nodig om goede informatie te kunnen geven. Monitoring en voorlichting aan ondernemers zijn bovendien de komende decennia essentieel. Monitoring in Europees verband is niet alleen een belangrijk instrument bij succesvolle bestrijding van ziekten en plagen, maar kan ook bijdragen aan beter wetenschappelijk inzicht. Onderzoek naar de rol van de natuurlijke omgeving en hoe

deze kan worden ingezet bij de bestrijding van ziekten en plagen op het veld, en op bedrijfs- en landschapsniveau staat nog in de kinderschoenen.

Een goede onafhankelijke voorlichting aan agrariërs is hierbij een essentieel onderdeel. Hiervoor is samenwerking nodig tussen onderzoek, bedrijfsleven en praktijk. Verder is het voor bedrijven van belang dat het risico op ziekten en plagen scherp in de gaten wordt gehouden door scouting van plaaginsecten in het veld en door het nemen van grondmonsters. Bij aantasting of besmetting kan de ondernemer dan adequaat reageren. Ook het transport van grond en oogstresten moet tot een minimum beperkt blijven, zodat ziekten en plagen niet worden verspreid.



3.4 Bodemstructuur

Een van de belangrijkste klimaatmaatregelen in Noord-Nederland is de verbetering van de bodemstructuur. Uit het onderzoek en de adaptatieatelier is gebleken dat de boer binnen zijn bedrijfsvoering op verschillende manieren hierop invloed kan uitoefenen. Enerzijds kunnen boeren concrete maatregelen nemen die de bodemstructuur verbeteren en anderzijds kunnen ze maatregelen treffen om schade aan de structuur van de bodem te voorkomen.

De bodemstructuur bepaalt voor een groot deel de mate waarin water in de grond kan worden vastgehouden en doorgelaten. Een goede bodemstructuur zorgt ervoor dat het gewas de gehele bodemlaag intensief en gelijkmatig bewortelt. Voedingsstoffen worden efficiënt opgenomen, vocht kan worden vastgehouden en het bodemleven (wormen) zorgt ervoor dat overtollig water weg kan. Door de klimaatverandering (toenemende droogte en hevige neerslag) worden deze eigenschappen steeds belangrijker. Kortom, als de bodemstructuur op orde is, is er minder kans op hinder door weersextremen. Aspecten als grondbewerking, organische stofgehalte en het bodemleven spelen in deze een grote rol. Uit een studie van het NMI blijkt bijvoorbeeld dat een verhoging van het organische stofgehalte van 1,4% tot 4,2% de infiltratiecapaciteit van de bodem zodanig kan verhogen dat na een korte heftige regenbui geen water op het maaiveld blijft staan.

Onder andere de natuurlijke grondslag (klei, zand en leem) van de akkerbouwgrond bepaalt welke maatregelen voor de ondernemer toepasbaar en effectief zijn. De eigenschappen van klei en zand verschillen bijvoorbeeld sterk. In het algemeen zijn kleigronden minder goed doorlatend, maar houden daarentegen wel goed vocht vast. Voor zandgronden geldt juist het tegenovergestelde. Worden de maatregelen voor Noord-Nederland concreet gemaakt, dan vallen die lokaal verschillend uit. In Flevoland, op de veelal aanwezige kleigronden, zijn dus andere maatregelen nodig dan op de zandgronden in de Veenkoloniën. Ondernemers in de Flevopolder en het noordelijk zeekleigebied kunnen de maatregelen toepassen om de bodemstructuur te verbeteren zoals weergegeven in nevenstaande tabel. De weergegeven maatregelen dienen met name voor het verbeteren van het organische stofgehalte en de calciumvoorraad. Bovendien wordt met deze maatregelen het bodemleven gestimuleerd, wat de vorming van aggregaten (aan elkaar klevende bodemdeeltjes) bevordert. Gegevens over kwantitatieve effecten van deze maatregelen en de effecten op lange termijn ontbreken.

Bodemverdichting leidt tot een slechte bodemstructuur. Vooral in Flevoland is dit in toenemende mate een probleem. Maatregelen die dit probleem kunnen beperken of voorkomen zijn weergegeven in nevenstaande tabel.

Op de zandgronden (bijvoorbeeld in de Veenkoloniën) is structuurverbetering door het verhogen van de organische stofhuishouding een belangrijke maatregel. Concreet kunnen ondernemers gewassen verbouwen die veel organische stof achterlaten (zoals grassen en granen), organische mest of compost gebruiken.

Naar minder droogte- en stuifgevoelige zandgronden

Deze alinea schetst op hoofdlijnen wat structuurverbetering concreet betekent voor bijvoorbeeld de Veenkoloniën. In dit voorbeeld wordt beschreven wat er bij komt kijken om het vochtvasthoudend vermogen te vergroten door middel van het verbeteren van de organische stofvoorziening.

In het algemeen wordt jaarlijks in akkergrond 1 tot 4% van de aanwezige organische stof in de grond afgebroken. Deze hoeveelheid zal dus jaarlijks minimaal moeten worden gecompenseerd. Voor het vergroten

van het organische stofgehalte moet een grotere hoeveelheid organische stof worden aangebracht dan er wordt afgebroken. Met een rekenvoorbeeld wordt inzicht gegeven in de hoeveelheden. Als wordt uitgegaan van een organische stofgehalte van 3% en een jaarlijkse afbraak van 2%, zal jaarlijks 1.600 kg effectieve organische stof (e.o.s) per hectare ter compensatie moeten worden aangevoerd (e.o.s: de organische stof die één jaar na aanbrengen nog aanwezig is).

Wanneer deze hoeveelheid met bijvoorbeeld compost wordt gecompenseerd is 10 tot 20 ton compost per hectare nodig. De kosten voor de akkerbouwer bedragen circa 100 tot 200 euro per hectare (prijsspeil 2010), bij een gift van 10 tot 20 ton. Om het gehele areaal waar zetmeelaardappelen (ca. 35.000 hectare) worden geteeld van compost te voorzien, is jaarlijks 350.000 tot 700.000 ton aan compost benodigd. Dit zijn hoeveelheden die nu niet door de markt geleverd kunnen worden. Zo was er bijvoorbeeld in 2008 al een tekort aan compost als gevolg van een toegenomen vraag vanuit de akkerbouw door het nieuwe mestbeleid.

Het verbeteren van de organische stofvoorziening in de grond is een langdurig proces. Door een of twee jaar (extra) organische stof toe te voegen is nog weinig effect te bereiken. Om daadwerkelijk een verbeteringsslag te kunnen maken zullen combinaties van maatregelen voor langere perioden (minimaal vijf jaar) moeten worden uitgevoerd. Ondanks dat kunnen

Maatregelen gericht op de bodemstructuur

Structuurverbetering door:	Preventie structuurbederf door:
<ul style="list-style-type: none"> ● Meststofkeuze <ul style="list-style-type: none"> ○ Bekalken ○ Meststoffen met calciumtoevoeging ○ Organische mest ● Telen van groenbemesters ● Achterlaten of terugbrengen van gewasresten ● Uitbreiding van de gewasrotatie ● Minder groundbewerking (minder ploegen) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Voorkomen dat geoogst wordt onder natte omstandigheden (bijvoorbeeld door overcapaciteit in het machinepark) ● Tractoren en machines voorzien van lagedrukbanden ● Gewas en ras afstemmen op de structuurgevoeligheid van het perceel ● Teelt van diepwortelende gewassen en groenbemesters (opheffen van verdichting) ● Afspraken maken met loonwerker over tijdstip van uitvoering van de werkzaamheden en de bandenkeuze en bandenspanning ● Vaste rijpadenteelt (alleen rijpaden zijn onderhevig aan verdichting)

de effecten pas na 50 jaar daadwerkelijk zichtbaar worden. Ook deze maatregel zal echter schade door droogte niet 100% kunnen voorkomen. Bij een verhoging van het organische stofgehalte met een procent zal er ongeveer 5 à 6 millimeter meer vocht in de bouwvoor kunnen worden vastgehouden. De beschikbaarheid van water voor irrigatie blijft dus essentieel. Voor het areaal zetmeelaardappel betekent dit wel dat theoretisch ongeveer 2 miljoen kuub extra water in de bodem kan worden vastgehouden bij een stijging van het organische stofgehalte met 1%. Voor het waterschap een groot voordeel, omdat deze hoeveelheid water niet elders hoeft te worden geborgen of in tijden van droogte hoeft te worden aangevoerd. Een hoger organisch stofgehalte in de bouwvoor kan ook leiden tot een lagere stuifgevoeligheid. Een groot bijkomend voordeel van het toepassen van compost is dat koolstof in de bodem kan worden vastgelegd, waardoor direct een nettobijdrage aan de broeikasgasemissie plaatsvindt. Vooral nog is onduidelijk wat de mogelijkheden zijn van de toepassing van biochar (een vaste koolstofvorm) als bodemverbeteraar. Onderzoek naar de toepassing van organische stof, groenbemester en biochar en de effecten op bodem, het management van organische stof en de bijdrage aan het waterbeheer is gewenst. Bovendien blijkt het in de praktijk voornamelijk lastig om het organische stofgehalte daadwerkelijk te verhogen. Ook op dit vlak is dus aanvullend onderzoek vereist. Wetgeving (onder andere een verdere aanscherping

van de gebruiksnormen en vanwege niet-toegestane producten) kan in de praktijk soms een belemmering vormen in de mogelijkheden van ondernemers om de organische stofvoorziening in de bodem te verbeteren.

Bodemstructuur in de zeekleigebieden

Vrij gangbaar in de Flevopolder is het achterlaten en inwerken van stroresten in de bodem om de structuur te verbeteren. Hiermee wordt ongeveer 1.000 kg effectieve organische stof toegevoegd. Om het organische stofgehalte op peil te houden, is jaarlijks 1.200 tot 1.500 kg effectieve organische stof nodig. Opties om dit te bewerkstelligen zijn onder andere toepassing van organische meststoffen en het telen en onderwerken van groenbemesters. Indien het organische stofgehalte van alle akkerbouwgrond in Flevoland met 1% wordt verhoogd, betekent dit grofweg dat 4 miljoen kuub vocht in de bodem kan worden vastgehouden.

In Flevoland is bodemverdichting een steeds groter knelpunt. Een van de oorzaken van een slechte structuur is een tekort aan calcium. De hoeveelheid calcium in de bodem hangt af van de hoeveelheid calciumcarbonaat en de zuurgraad. Afname vindt plaats door gewasopname en uitspoeling. Akkerbouwers kunnen hierop inspelen door de bemesting aan te passen en calciummeststoffen, gips of brandkalk te gebruiken. Gips levert de meest vrije calcium. Een hoeveelheid van 5 tot 10 ton gips per hectare

levert een positieve bijdrage aan de bodemstructuur. Uitgaande van een najaarsgift van 10 ton, kost dit de ondernemer ongeveer 300 euro per hectare (prijsspeil 2010). Als wordt uitgegaan van een aardappelareaal in Flevoland van 20.000 hectare dan is in principe jaarlijks 200.000 ton gips voor structuurverbetering benodigd.

Gips kan met meststrooiers op de akker worden aangebracht. Aanvullend dient de akkerbouwer de gips in te werken door bijvoorbeeld een diepwoeler te gebruiken.

Gips levert een positieve bijdrage aan de bodemstructuur. Het verbetert het doorlatend vermogen en bovendien wordt de grond minder gevoelig voor verdichting. Kwantitatieve gegevens over de effecten van gips op de bodemstructuur van kleigronden ontbreken.

Uitruil van grond tussen akkerbouwers en melkveehouders biedt perspectief om de bodemstructuur lokaal in Flevoland te verbeteren. Door akkergrond tijdelijk als grasland (door de melkveehouder) te gebruiken wordt er organische stof in de bodem opgebouwd. De effecten van deze maatregel zijn vergelijkbaar met het verruimen van de gewasrotatie. Belangrijk bij de uitvoering van deze maatregel is dat ondernemers zich gezamenlijk verantwoordelijk voelen voor de bodemgesteldheid van het geruilde land. Dit onder andere omdat bij uitruil van land veelal een gewas met een hoog saldo wordt geteeld. Dit kunnen bijvoorbeeld pootaardappelen zijn die in het najaar

met zware machines worden geogst, wat juist de bodemstructuur niet ten goede komt. Belangrijk voor een succesvolle toepassing van deze maatregel is het maken van meerjarige afspraken om bijvoorbeeld verdichting door zware machines te voorkomen. Uitrui van grond is meestal voor beide partijen economisch haalbaar. De huidige mestwetgeving kan echter een belemmering vormen bij de toepassing van deze maatregel.

Het kan wel vijftig jaar duren voor de voordelen van structuurverbetering zichtbaar zijn. Van de ondernemers wordt een langere termijnplanning en financiering gevraagd. Deels kunnen de ondernemers maatregelen in de bedrijfsvoering inpassen. De verwachting is dat het ondernemers niet volledig lukt en dat ook voor de overheden een rol is weggelegd. Onder andere participatie van de overheden in verder onderzoek is gewenst. Overheden zouden ondernemers bovendien kunnen steunen door de vergoeding van maatschappelijke bodemdiensten (vastlegging CO₂, wateropslag, mineralenefficiëntie etcetera) en het stimuleren van kennis, innovatie en communicatie.

De uitdagingen

De mogelijkheden voor structuurverbetering zijn divers. Kennis lijkt voorhanden. De belangrijkste uitdaging is het ontsluiten van de kennis en het belang van een goede bodemstructuur tussen de oren te krijgen bij de ondernemers en het daadwerkelijk laten zien

van de effecten, direct op het boerenbedrijf. Daarbij dient te worden opgemerkt dat de effecten pas op langere termijn zichtbaar kunnen zijn.

3.5 De strategie van het akkerbouwbedrijf

In hoeverre klimaatverandering een rol speelt bij strategische beslissingen van agrarische ondernemers is onderzocht door het interviewen van enkele ondernemers in Noord-Nederland. De interviews zijn gehouden op vier bedrijven in het noordelijk zeekleigebied en drie bedrijven in de Veenkoloniën. Er is voor deze gebieden gekozen vanwege de verschillen in fysieke Ausgangssituatie (bodem, water, klimaat en bouwplan) en omdat de klimaatverandering op een verschillende manier aangrijpt en de adaptatiemaatregelen (deels) verschillen. De aardappel is het belangrijkste gewas in het bouwplan, waarbij de bedrijven in het noordelijk zeekleigebied pootaardappelen als specialisatie hebben en de bedrijven in de Veenkoloniën zetmeelaardappelen. In deze paragraaf worden de belangrijkste bevindingen uit de interviews beschreven.

Ondernemen in het noordelijk zeekleigebied

Uit de verkregen informatie valt op dat extreme omstandigheden zoals een hete, droge zomer voor ondernemers in het noordelijk zeekleigebied vanwege hogere prijzen gunstig voor de bedrijfsvoering uitpakt. Dit heeft bijvoorbeeld financiële armsgslag voor de

mechanisatie en uitbreiding gegeven. Natte omstandigheden kunnen de werkbaarheid tijdens de oogst bemoeilijken. Ziekten en plagen zijn echter wel potentieel gevaarlijk voor de bedrijfsvoering omdat productpartijen afgekeurd kunnen worden.

Ten opzichte van het verleden zijn de ondernemers akkers intensiever gaan draineren. De reden hiervan is niet klimaatverandering, maar de hoge kwaliteitseisen die worden gesteld aan teelt van pootaardappelen en peen. Deze maatregel wordt door de ondernemers niet zozeer als adaptatiemaatregel gezien, maar als jaarlijks onderhoud. Echter draagt de maatregel ook bij aan de vermindering van de schade door extreme regenval.

Uit de resultaten blijkt dat er veel verschil is tussen de bedrijven van de geïnterviewde ondernemers. Ze ontwikkelen zich op uiteenlopende wijzen, waarbij blijkt dat de randvoorwaarden (locatie, bodem, waterkwaliteit, opvolging etc.) cruciaal zijn voor de richting waarop een bedrijf zich kan ontwikkelen.

Ondernemen in de Veenkoloniën

Natte jaren op de bedrijven in de Veenkoloniën zijn in het verleden slechter geweest voor de opbrengst omdat de oogst deels is mislukt, al maakten de prijzen relatief veel goed. Nadelen van een nat jaar zijn daarnaast stress tijdens de rooiwerkzaamheden en de kans op natrot en stengelbenigheid in het volgende jaar. Wat betreft de ziekten en plagen is de Coloradokever sterk in opkomst de laatste jaren.

Ook aardappelopslag wordt als een probleem ervaren.

In de Veenkoloniën zijn de oogstfluctuaties niet zo heel erg groot omdat met beregening droogte bestreden kan worden en doordat de zandgrond in natte omstandigheden beter berijdbaar is dan andere grondsoorten. Door de prijsafspraken met de Avebe zijn bovendien de inkomsten uiteindelijk elk jaar voor een groot gedeelte gegarandeerd.

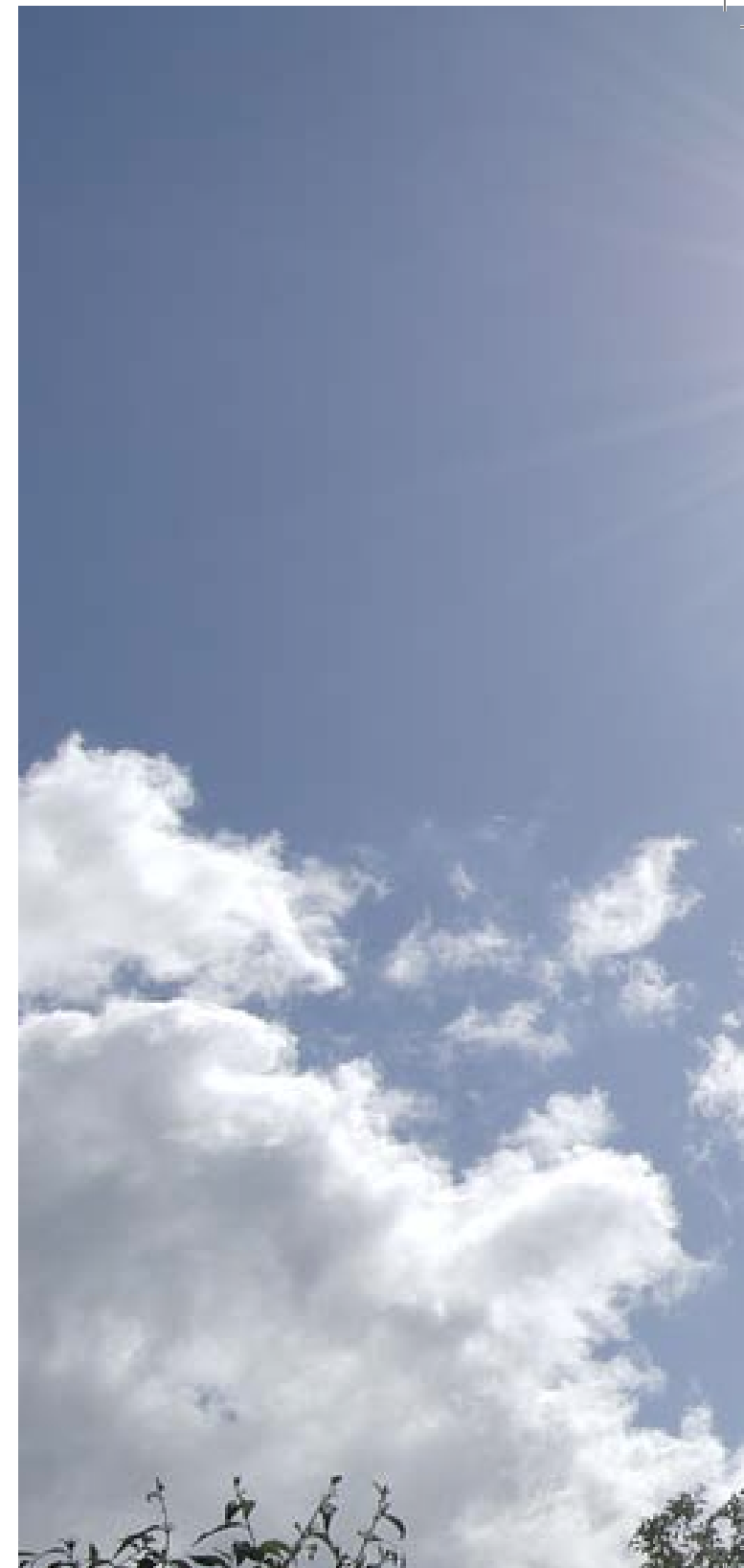
Met maatregelen als beregening (en voldoende beregeningscapaciteit) kunnen in dit gebied goede opbrengsten gehaald worden. Door een grote capaciteit van de mechanisatie of inzet van extra materieel is het ook bij natte omstandigheden tijdens de oogst mogelijk om vaak alle gewassen te oogsten.

De groei van het bedrijf moet goed zijn afgestemd op de beschikbare hoeveelheid arbeid en mechanisatie. Een van de ondernemers werkt ook samen met melkveehouderijbedrijven om aan goede grond te komen. De zetmeelbedrijven in de Veenkoloniën kijken duidelijk anders naar de toekomst ten opzichte van ondernemers in het noordelijk zeekleigebied door de afhankelijkheid van de Avebe. Mocht de zetmeelteelt geen toekomst meer hebben dan denken de ondernemers aan de teelt van energiegewassen of bijvoorbeeld de consumptieaardappelteelt.

Conclusies

Strategische beslissingen worden op akkerbouwbedrijven niet bepaald door klimatologische omstandigheden. Andere factoren zoals de marktomstandigheden zijn in dit opzicht bepalender. Hetzelfde geldt overigens voor mogelijke kansen die klimaatverandering biedt. Allereerst moeten de marktomstandigheden zodanig zijn dat afzet kan worden gegarandeerd.

Er zijn echter een aantal klimaatgerelateerde beslissingen die worden onderkend. Met name de bezorgdheid voor klimaatgerelateerde problemen als rot in aardappelen en de bezorgdheid voor ziekten en plagen. Door maatregelen als drainage, het creëren van voldoende capaciteit van de mechanisatie en de spreiding van percelen over grondsoorten, spelen ondernemers al in de bedrijfsstrategie in om ervoor te zorgen dat extreme weersituaties geen al te grote impact hebben op de opbrengst en de bedrijfsvoering.



4 Doorkijk naar 2100

4.1 Doorkijk naar de langere termijn: 2100

Tot 2040 lijken de gevolgen van de klimaatverandering voor de Noord-Nederlandse landbouw relatief beperkt te zijn. Ondernemers kunnen op bedrijfsniveau veel maatregelen nemen. Voor de agrarische ondernemer die zich met zijn investeringsbeslissingen veelal richt op de korte en middellange termijn, is het een geruststellende gedachte dat hij binnen de bestaande bedrijfsvoering een groot aantal adaptatiemaatregelen kan nemen. Ook overheden die zich met hun beleids- en beheerplannen richten op de middellange termijn, hebben de tijd om in de komende planperioden te anticiperen op de maatregelen die bijvoorbeeld in de kwetsbare gebieden noodzakelijk zijn.

Toch is het interessant om de blik ook verder in de tijd te leggen. Wat zijn de perspectieven voor de landbouw in de tweede helft van deze eeuw? Wordt er nu misschien onbewust geïnvesteerd in maatregelen die in de toekomst weer ter discussie komen te staan? Veel ruimtelijke maatregelen worden immers voor een zeer lange termijn genomen. Maar wat is er bekend van die lange termijn? Welke scenario's zijn van belang? Hoe betrouwbaar zijn de huidige voorspellingen?

De komende jaren is het belangrijk continu alert te zijn en bereid te zijn om nieuwe kennis en inzichten toe te passen bij voorgenomen investeringsbeslissingen.

Bij het onderzoek en de beleidsvorming in relatie tot klimaatverandering wordt gebruik gemaakt van verschillende klimaatmodellen. Die doen ieder met een zekere bandbreedte voor verschillende scenario's uitspraken over het mogelijke neerslag- en temperatuurverloop tot het jaar 2100. Voor de korte termijn zijn de uitkomsten van de modellen relatief eenduidig. Voor het jaar 2100 ligt dat anders. De variaties en de bandbreedte zijn veel groter. Daarmee zijn ook de onzekerheden groter.

Duidelijk is dat de klimaatverandering ook in de tweede helft van deze eeuw nadrukkelijk doorzet. Bij de beeldvorming voor 2100 wordt gekeken naar de uitkomsten van de middenscenario's. Hieruit blijkt dat rekening moet worden gehouden met aanzienlijk meer extremen en met een veel grotere impact. Noord-Nederland krijgt waarschijnlijk te maken met een klimaat dat vergelijkbaar is met het huidige klimaat in Zuid-Frankrijk. Wat dat voor een aantal klimaatfactoren betekent, is ter illustratie weergegeven in onderstaande tabel.

Overzicht frequentie van enkele klimaatextremen nu en in 2100 (in het W+ scenario)

Klimaatfactor	Periode	Huidige frequentie	Frequentie extreem in 2100
Hevige regenval	september	1 x per 30 jaar	1 x per 15 jaar
Hittegolf	juli - september	Eens per 3 à 4 jaar	3 tot 4 x per jaar
Extreme hitte	augustus	nihil	1 x per 3 tot 4 jaar
Aanhoudend nat	juni	Eens per 3 à 4 jaar	1 x per 30 jaar
Warme winter	december - maart	Eens in de 10 jaar	1 tot 2 x per jaar

Ook onder deze omstandigheden blijven akkerbouw en melkveehouderij in Noord-Nederland mogelijk. Voorwaarde is dat de watervoorziening en watervraag goed op elkaar zijn afgestemd. Een goede bodemstructuur kan helpen om een periode van droogte te overbruggen en om natschade als gevolg van hevige neerslag te voorkomen. In de scenario's tot 2100 wordt gesproken over nieuwe gewassen en de verandering van functie van gebieden. Dat komt met name door de toegenomen waterschaarste in de zomer en toenemende verzilting in deelgebieden.

De beperkte beschikbaarheid van water in de zomerperiode wordt steeds bepalender voor het bouwplan. De warme winters kunnen wellicht een jaarrond teelt mogelijk maken mits er voldoende aandacht is voor de bodemstructuur, de opeenvolgende gewassen in het bouwplan en ziekten en plagen. Bewaring van producten in warme winters vergt meer investeringen. De agribusiness speelt een belangrijke rol op het gebied van technologie en gewasveredeling.

In de toekomst wordt een goede scheiding tussen gebieden die duurzaam zoet water hebben en gebieden waar zout water opkwelt van steeds groter belang. In de echt zoute gebieden kunnen zilte teelten tot ontwikkeling komen. In de overige gebieden is dan de beschikbaarheid van zoet water gewaarborgd. Voorkomen moet worden dat grotere gebieden te maken krijgen met brak water. Dat is immers voor alle teelten ongeschikt.

4.2 Doorkijk naar de korte termijn

De landbouw kan en moet aan de slag. Het onderzoek heeft uitgewezen dat de klimaatverandering geleidelijk aan een onmiskenbare invloed heeft op de landbouw in Noord-Nederland. Duidelijk is dat er ook goede handelingsperspectieven zijn. Onze landbouw kan geleidelijk aangepast worden aan de wijzigende omstandigheden. Om dat proces met kennis en praktijkervaring te ondersteunen, zijn vervolgproujecten noodzakelijk. Die projecten moeten enerzijds gericht zijn op het vergaren van ontbrekende kennis en anderzijds op het in de praktijk toepassen van bestaande kennis. Kennis en praktijkervaring moeten van buurman tot buurman worden verspreid.

De noodzaak om met projecten aan de gang te gaan is ook onderstreept in een stakeholder bijeenkomst. Hier is een groot aantal mogelijke projecten benoemd. Ter illustratie zijn deze op de volgende pagina's weergegeven.

Uit het onderzoek komt naar voren dat het verbeteren van de bodemstructuur, een goede lokale en regionale waterhuishouding, een aangepaste landbouwmechanisatie, een goede bedrijfshygiëne en aangepaste rassen en gewassen belangrijke maatregelen zijn om het hoofd te bieden aan toekomstige klimaatveranderingen. Dat blijken ook de belangrijkste thema's die in de voorgestelde projecten terugkomen:

- Voor het verhogen van de basiskennis over het verbeteren van de **bodemstructuur** zijn twee

kennisprojecten benoemd (inventarisatie historische kennis en evaluatie) en in gebiedsgerichte praktijkprojecten speelt het conditioneren van de bodem een belangrijke rol bij de projecten landbouwmechanisatie, boeren zonder water, klimaatbestendig landbouwbedrijf en Carbonboeren.

- De lokale en regionale **waterhuishouding** komt nadrukkelijk terug in het onderzoeksproject nieuwe diensten en in de praktijkprojecten modern boeren, boeren zonder wateraanvoer en lokale waterhuishouding.
- Algemene kennis over **landbouwmechanisatie**, en vooral het toepassen van nieuwe technologie, wordt verkregen uit de onderzoeksprojecten leren van de zuiderburen en het onderzoek nieuwe technologie. Op bedrijfsniveau kan deze kennis worden toegepast in de praktijkprojecten modern boeren, landbouwmechanisatie en klimaatbestendig landbouwbedrijf.
- Het monitoren en bestrijden van **ziekten en plagen** leidt tot kennis omtrent de gewenste en noodzakelijke bedrijfshygiëne. Met de praktijkprojecten gezonde koeien en modern boeren wordt ook hier praktijkervaring opgedaan.
- Tot slot komt de ontwikkeling van klimaatbestendige **rassen en gewassen** in een groot aantal voorgestelde onderzoeks- en praktijkprojecten terug.

Het opstarten van dit soort projecten is van belang voor de klimaatadaptatie. Zij mogen op draagvlak rekenen binnen de sector.

Voorbeelden van projecten gericht op het ontsluiten van kennis en het verkrijgen van nieuwe kennis

Inventariseren historische kennis bodemstructuur:

Er is onder andere vanuit het droogmalen van de IJsselmeerpolders in oude archieven veel historische kennis over verbetering van de afwatering, verhoging van het organisch stof gehalte en verbetering van de doorluchting aanwezig. Het verspreiden van deze kennis kan een belangrijke bijdrage leveren aan de huidige vragen omtrent het verbeteren van de bodemstructuur.

Evalueren van de gangbare methoden ter verbetering van de bodemstructuur:

Gangbare maatregelen om de bodemstructuur te verbeteren worden door bepaalde ondernemers al meerdere jaren uitgevoerd. Inventariseer dit en beschouw de effecten en doe waar mogelijk metingen.

Vaststellen reële zouttolerantie gewassen en dieren:

De indruk bestaat dat bij het bepalen van de historische zouttolerantie van gewassen en vee niet altijd de juiste aannamen zijn gedaan of de juiste metingen zijn verricht. De werkelijke zouttolerantie van een gewas lijkt vaak hoger te zijn (maar is soms ook lager) dan algemeen is aangenomen. Met praktijkonderzoek kan de zouttolerantie van gewassen en dieren nauwkeuriger worden onderzocht.

Verbeteren van de zouttolerantie van gewassen en dieren:

Wereldwijd zullen in de delta's gebieden geleidelijk aan verzilten. Bestaande landbouwgewassen kunnen zowel door veredeling als door het toepassen van bijvoorbeeld schimmels beter resistent worden gemaakt tegen verzilting. De kennisontwikkeling op dit punt is nog jong.

Verminderen invloed van zout water op het gewas:

Bijvoorbeeld door uitwerken van combinatieteelten, waarbij rondom percelen een soort 'vanggewassen' worden geteeld. (vergelijk Lankheet)

Monitoren en bestrijden van ziekten en plagen:

Ziekten en plagen worden als belangrijke bedreigingen gezien bij een veranderend klimaat. Om verrassingen te voorkomen kan een monitoringsprogramma worden opgezet. Met een tijdige waarneming kan wellicht een tijdige bestrijding worden ingezet. Ook hiervoor is nog veel kennis nodig.

Leren van de zuiderburen:

Het huidige klimaat van Zuid-Frankrijk is wellicht ons klimaat in 2050. De bedrijfsvoering in die zuidelijke landen kan een goed voorbeeld zijn voor onze toekomstige bedrijfsvoering. Een goede inventarisatie van alle mogelijkheden gevolgd door pilots is gewenst.

Ontwikkelen mogelijkheden nieuwe diensten:

De boer levert naast voedsel ook een bijdrage aan waterregulatie, de koolstofvoorraad en de bewaring van erfgoed en andere zogenoemde ecosysteemdiensten. Onder andere overheden zijn zich hier steeds meer mee van bewust. Bij maatregelen door een boer kan de 'waarde' van deze diensten worden vergroot (bijvoorbeeld meer waterbergend vermogen door structuurverbetering). Hier kan een beloning tegenoverstaan. De mogelijkheden hiervan zouden verder moeten worden onderzocht.

Verbeteren klimaatadaptatie met behulp de technologie:

De stand van de mechanisatie in de landbouw is volledig anders ten opzichte van 50 jaar geleden. Dit betekent dat voor de situatie in 2050 ook een andere mechanisatie verwacht kan worden. Ontwikkelingen in de precisie-landbouw en robotisering zijn veelbelovend. Naast deze technologie heeft ook een ontwikkeling plaatsgevonden in de gewasveredeling. Ook op dit terrein is nog veel mogelijk. Mogelijk dat vanuit deze invalshoeken klimaatadaptatie eenvoudiger wordt.

Verhogen stressbestendigheid gewassen en vee:

Naast zoutstress waarvoor een apart project is gedefinieerd, zou moeten worden nagegaan hoe vee en gewassen minder gevoelig kunnen worden gemaakt voor stress als gevolg van hitte, droogte of nattigheid.

Voorbeelden van projecten gericht op het opdoen van ervaringen in de praktijk

Aangepaste landbouwmechanisatie

Met een aangepaste mechanisatie kan de boer de komende decennia al goed anticiperen op de gevolgen van de klimaatverandering (met name waar het gaat om de extremen: natter, droger, heter) maar dit moet zich vooral in de praktijk bewijzen. Er is een zetje nodig om de verschillende technologieën in de praktijk te laten zien.

Gezonde koeien

Hogere temperaturen en vochtigere omstandigheden kunnen leiden tot extra gezondheidsproblemen bij het vee. Er kunnen meer ziekten worden overgebracht via de lucht of het drinkwater. Extreme hitte kan leiden tot verminderde melkgift. Vee zal meer behoefte hebben aan schaduw.



Lokale waterhuishouding

Te nat en te droog zijn belangrijke klimaatextremen die de komende decennia steeds vaker voorkomen. Er zijn grenzen aan de wateraanvoer- en de waterafvoercapaciteit. Er is dan ook veel aan gelegen om na te gaan hoe lokaal de watervoorziening op het perceel beter kan om te voorkomen dat de waterschappen anderszins maatregelen moeten treffen om ook in de toekomst in een adequate waterhuishouding te voorzien.

Modern boeren in zoute gebieden

De toenemende verzilting wordt als een steeds groter probleem gezien, vooral omdat in perioden van droogte de behoefte aan zoet water steeds groter wordt. Als verzilting wordt geaccepteerd en juist wordt benut, hoeft aanzienlijk minder (schaars) zoet water gebruikt om het gehele noordelijk kleigebied door te spoelen.

Modern boeren in laaggelegen veenweidegebieden

Met name in de laaggelegen veenweidegebieden heeft een boer zeer beperkte mogelijkheden om klimaatadaptatiemaatregelen te nemen op het gebied van de waterhuishouding. Om een bedrijfsinkomen te verzekeren, moet worden gezocht naar andere economische mogelijkheden.

Nieuwe gewassen

Door de klimaatverandering wordt Nederland geleidelijk geschikt voor teelten die voorheen niet mogelijk waren. Voor een succesvolle introductie moet daarbij ook aan de nodige randvoorwaarden worden voldaan. Extra impulsen zijn nodig om nieuwe gewassen echt een kans te geven.



Klimaatbestendig landbouwbedrijf

Landbouwbedrijven krijgen te maken met een veelheid aan klimaatmaatregelen (zowel op het gebied van mitigatie als adaptatie) die ze binnen hun bedrijf op elkaar moeten afstemmen. Het gaat om het samenspel van maatregelen, gericht op zowel het verbeteren van de bodemstructuur, de waterhuishouding, de gezondheid van het vee, het verminderen van het energieverbruik, de beperking

van de uitstoot van broeikasgassen, het voorkomen van ziekten en plagen enzovoort.

Energieboeren

Vanuit mitigatieoogpunt is er een toenemende belangstelling voor CO₂-neutrale energiedragers. De productie van energie kan (als hoofdtek of als neventak) toekomstige agrarische bedrijven economische mogelijkheden bieden. Zeker in gebieden die zich om andere redenen moeilijk aan de klimaatverandering kunnen aanpassen. Er kan echter spanning ontstaan met de doelstellingen om te komen tot een goede bodemstructuur als alle organisch materiaal in energie wordt omgezet.

Verbeteren Organische Stof voorziening

Organische stof is gunstig voor de bodemkwaliteit (vochtbergend vermogen, bodemleven, doorlatendheid) en dus weerbaarder voor klimaatverandering. In de praktijk blijken adaptatiemaatregelen niet altijd inpasbaar. Bovendien is er vanuit mitigatieoogpunt een toenemende belangstelling voor CO₂-vastlegging. Bodems kunnen die koolstof vastleggen door de organische stof voorziening te verbeteren.

Boeren zonder water(aanvoer)

Ook met een veranderend klimaat moet op jaarbasis voldoende water vallen om een goede landbouw mogelijk te maken, maar het water valt niet altijd op de plaatsen waar het ook moet worden benut. In droge perioden zal er ook niet altijd voldoende water kunnen worden aangevoerd. Een agrarische bedrijfsstructuur die onafhankelijk is van wateraanvoer maakt de sector minder afhankelijk van overheidsbeslissingen en gaat duurzaam om met de beschikbare watervoorraad.



5 Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste conclusies uit het onderzoek Klimaat en landbouw Noord-Nederland op een rij gezet.

5.1 Conclusies Klimaat en landbouw Noord-Nederland richting 2040

De gevolgen van klimaatverandering verschillen per gewas en per gebied. Het onderzoek toont aan dat de gevolgen van klimaatverandering per gewas behoorlijk uiteenlopen en dat ook de invloed van klimaatverandering in de onderscheiden deelgebieden verschilt. Dat betekent dat de landbouw in elk gebied anders moet anticiperen op de klimaatverandering.

De landbouw in Noord-Nederland handhaaft in Europa een sterke concurrentiepositie. Dit komt onder andere door de goede natuurlijke omstandigheden, de aanwezige infrastructuur (kennis, markt, waterhuishouding) en de goede bedrijfsstructuur (grootte, innovatiekracht, solvabiliteit) in deze regio. De regio is goed in staat om te anticiperen op de veranderende omstandigheden. Dit betekent dat de regio ook in de komende decennia waarschijnlijk een belangrijke producent blijft van bijvoorbeeld pootaardappelen en melk. Ook de teelt van tarwe blijft naar verwachting bestaan. De marktomstandigheden blijken bovendien een grotere invloed te hebben dan de klimaatverandering.

In toenemende mate moeten we rekening houden met zogenoemde klimaatextremen. De belangrijkste zijn hitte, droogte en extreme regenval in het groeiseizoen. Deze extremen leiden ertoe dat in korte tijd een totale oogst verloren kan gaan of de productie (soms tijdelijk zoals bij grasland) drastisch kan afnemen. Nu treedt er één keer in de drie jaar een hittegolf op, rond 2040 is dat wellicht gemiddeld ieder jaar. Naast het optreden van de extremen heeft ook de gemiddelde temperatuurstijging effect op de landbouw. Hierbij treden echter zowel positieve gevolgen (bijvoorbeeld een hogere productie) als negatieve gevolgen (bijvoorbeeld een grotere watervraag).

Er is tijd om op veranderingen te anticiperen. De klimaatverandering verloopt geleidelijk. Dit geeft de landbouw de tijd om hierop te anticiperen.

Monitoring en registratie van klimaatextremen is gewenst. De effecten van extreme gebeurtenissen op de landbouw en de mogelijke tijdelijke en/of structurele schade wordt nog niet systematisch bijgehouden. Wanneer in de toekomst kosten en baten afgewogen dienen te worden en/of de effectiviteit van maatregelen moet worden bepaald is een eenduidige monitoring van de effecten van extremen gewenst.

Adaptatie is in de huidige agrarische bedrijfsvoering mogelijk. Voor veel gesignaleerde klimaatproblemen zijn adaptatiemaatregelen voor handen. Veel van die maatregelen kunnen ondernemers met behoud van het teeltplan goed in de huidige bedrijfsvoering inpassen. Voor een deel is aanpassing van de huidige bedrijfsvoering noodzakelijk (teeltplan-wijziging). In een enkel geval moet, veelal lokaal, gezocht worden naar nieuwe bedrijfsconcepten (integratie van nieuwe economische dragers). Dat geldt in ieder geval voor de directe klimaateffecten (hitte, droogte, natheid).

Over de invloed van klimaatverandering op ziekten en plagen en mogelijke adaptatiemaatregelen is onvoldoende bekend. Hierover ontbreekt nog te veel kennis om nu reeds uitspraken te kunnen doen, maar ook hier zullen positieve en negatieve effecten te zien zijn. Zo worden de omstandigheden voor aardappelziekte (*Phytophthora infestans*) minder gunstig, terwijl voor andere ziekten en plagen de omstandigheden juist beter worden.

Ook de sector, marktpartijen en overheden moeten maatregelen nemen. De ondernemer is zelf voor een belangrijk deel in staat om de noodzakelijke maatregelen te nemen en daarmee zijn bedrijf klimaatbestendig te maken. Niettemin zijn soms wel aanvullende maatregelen nodig van de agrarische sector, de overige marktpartijen en de overheden (waterschappen, provincies, gemeenten).

Het investeren in een goede bodemstructuur is een belangrijke maatregel ten behoeve van klimaatadaptatie. Het verbeteren van de bodemstructuur helpt om zowel perioden van droogte (door een grotere waterbeschikbaarheid) als van grote wateroverlast (door een groter waterbergend vermogen) te overbruggen. Met een betere landbouwmechanisatie (waaronder ook precisielandbouw) kan veel effectiever op de lokale omstandigheden en met de beschikbare (water)voorraden worden omgegaan.

Een gerichte rassenkeuze kan uitkomst bieden. Een goede rassenkeuze leidt tot gewassen die minder hitte- of droogtegevoelig zijn en die beter tegen natte omstandigheden kunnen. In een enkel geval bieden nieuwe gewassen wellicht uitkomst. Het aanbieden van informatie over de gevoeligheid voor deze klimaatfactoren is nog altijd gangbaar en zal mogelijk nadere aandacht vragen van toeleveranciers van zaden en pootgoed.

Samenwerking tussen waterbeheerders en boeren en afstemming over duurzaam watergebruik is vereist. De landbouw streeft naar een optimaal gebruik van de beschikbare hoeveelheid zoet water. In deze studie worden daartoe de mogelijkheden van een selectieve zoet wateraanvoer naar zilte gebieden, druppelirrigatie en het bergen van hemelwater in de bodem of in de watergangen nadrukkelijk genoemd. Dat kan echter alleen plaatsvinden binnen de rand-

voorwaarden van de waterbeheerder. Een goede afstemming en samenwerking tussen waterbeheerders en boeren is vereist.

In relatief kleine regio's mag de introductie van nieuwe gewassen ten gevolge van klimaatverandering worden verwacht. Mede door de klimaatverandering wordt de teelt van nieuwe gewassen mogelijk. Het ligt echter niet voor de hand dat er op korte termijn als gevolg van de klimaatverandering belangrijke verschuivingen in het bouwplan ten gunste van die nieuwe gewassen optreden. Alleen in gebieden waar geen andere klimaatadaptatiemaatregelen mogelijk zijn, komen wellicht sneller gewassen die zich beter aanpassen aan de lokale omstandigheden. Het betreft hier de zeer lokale zoute gebieden in de kuststrook van het noordelijk zeeleigebied, de laaggelegen delen in het Oldambt en de Veenkoloniën en de laaggelegen delen van het veenweidegebied.

Nieuwe gewassen kunnen de landbouw meer klimaatbestendig maken. De mogelijkheden die nieuwe gewassen bieden kunnen worden gebruikt voor een overgang naar een meer klimaatbestendige landbouw in Noord-Nederland. Gewassen die meer zoutresistent of minder droogte- en hittegevoelig zijn, kunnen een vervanging zijn voor de teelt van ui en peen in het zeeleigebied of de teelt van zetmeel-aardappelen in de Veenkoloniën. Een mogelijke optie in de Veenkoloniën is de teelt van zonnebloemen.

Overheden zullen een transitie naar nieuwe gewassen moeten stimuleren en faciliteren. De bereidheid bij de landbouw om na te denken over nieuwe gewassen en andere bedrijfsconcepten wordt alleen een succes als overheden en de sector dit stimuleren en mogelijk maken. Zij hebben een belangrijke rol als kwartiermaker, bijvoorbeeld met het bevorderen van kennisinfrastructuur en het ruimtelijk faciliteren van gewenste ontwikkelingen.

Klimaatverandering treft zowel akkerbouwers als veehouders. Beide hebben te maken met invloed op de gewasproductie. De akkerbouwers krijgen daarnaast te maken met problemen met het bewaren van hun gewassen, een hogere onkruiddruk en de opslag van bijvoorbeeld achtergebleven aardappelen. Melkveehouders ondervinden meer hinder door hittestress bij melkvee en een toenemende ziekten- en plagen-druk.

Bij de mogelijkheden de klimaatverandering het hoofd te bieden spelen de lokale omstandigheden in de verschillende regio's een belangrijke rol. In het noordelijk zeeleigebied zorgt het verkoelende effect van de Waddenzee voor een dempend effect op de temperatuurextremen; de grote waterbeschikbaarheid in Flevoland maakt het mogelijk om goed te anticiperen op de toenemende hitte- en droogteperioden. Grasland is relatief goed bestand tegen de klimaatextremen hitte, droogte en clusterbuien; dat

geldt ook voor de tarwe en suikerbieten die in het Oldambt worden verbouwd.

De teelt van zetmeelaardappelen is waarschijnlijk het meest kwetsbaar. De grootschalige teelt van zetmeelaardappelen in de Veenkoloniën is waarschijnlijk de meest kwetsbare bedrijfstak vanwege de toenemende kans op droogte en de steeds groter wordende afhankelijkheid van de aanvoer van water.

Lokaal zijn benodigde adaptatiemaatregelen niet haalbaar. Binnen de regio's zijn er deelgebieden waar door de zeer lokale omstandigheden (een deel van) de gewenste maatregelen niet kunnen worden genomen. Dit zijn de voor klimaatverandering kwetsbare gebieden. Het betreft de zeer lokale zoute gebieden in de kuststrook van het noordelijk zeekleigebied, de laaggelegen delen in het Oldambt en de Veenkoloniën en de laaggelegen delen van het veenweidegebied.

Er is een duidelijke bereidheid bij ondernemers en sector om met de overheden te werken aan een lange termijn agenda. Tot nog toe was de totale impact die de klimaatverandering op de bedrijfsvoering zou kunnen hebben niet algemeen bekend; binnen de bedrijfsvoering werd er dan ook maar in beperkte mate, vaak op onderdelen, op gestuurd. Mede door deze studie is daarin een kentering gekomen. Er is nu een duidelijke bereidheid om samen met de sector en met overheden te werken aan een lange termijn

agenda over de ontwikkeling en de klimaatadaptatie van de landbouw in de regio.

Niet alle vragen zijn beantwoord. Hoewel de studie veel waardevolle informatie en inzichten heeft opgeleverd konden niet alle vragen worden beantwoord. Nader onderzoek is daarom nodig. Een belangrijk aandachtspunt daarbij zijn de ziekten en plagen. De verwachting is dat onder invloed van hogere temperaturen en hogere luchtvochtigheid de ziekte- en plagen-druk toe zal nemen en nieuwe ziekten en plagen hun intrede doen. Door een optimale plantenvoeding en een goede bedrijfshygiëne kan voorkomen worden dat ziekten en plagen de planten aantasten en zich verder verspreiden. Niettemin blijken er te grote kennislacunes te zijn om hier in het kader van dit onderzoek uitspraken over te kunnen doen.

Praktijkprojecten op bedrijfsniveau zijn nodig om praktijkervaring op te doen. Naast kennis ontbreekt soms ook ervaring. Juist die praktijkervaring is van belang om maatregelen te kunnen implementeren.

Klimaatadaptatie vraagt samenwerking. Met het project "Klimaat en landbouw" hebben alle betrokken noordelijke partijen een eerste stap gezet op weg naar het klimaatbestendig maken van de Noord-Nederlandse landbouw. Elk van de partijen zal ook aan het vervolg een bijdrage moeten leveren. Zonder daarin samen te werken zal het echter niet lukken.

5.2 Aanbevelingen

Aanbevelingen aan alle betrokken partijen:

- **Blijf investeren** in een goede landbouwinfrastructuur, gericht op de fysieke omgeving, de kennisinfrastructuur, de markt en het bedrijfseconomische klimaat. Het is de basis voor een blijvend kunnen anticiperen op de toekomstige klimaatveranderingen.
- De agrarische sector, de overige marktpartijen en de overheden (waterschappen, provincies, gemeenten) moeten nadrukkelijk hun **verantwoordelijkheid nemen** bij het nemen van aanvullende maatregelen, zodat lokale investeringen kunnen renderen.
- **De focus van zowel het onderzoek als de maatregelen** zal in de toekomst zowel op de effecten van de klimaatextremen als op de effecten van de gemiddelde klimaatverandering moeten liggen.
- **Speciale aandacht** is nodig voor de teelt van zetmeelaardappelen in de Veenkoloniën en voor de ontwikkeling van de landbouw in de genoemde kwetsbare gebieden (de zilte gebieden en de laaggelegen gebieden in het Oldambt, de Veenkoloniën en het veenweidegebied). Samen met de verantwoordelijke overheden zal hier beleid moeten worden ontwikkeld en zullen specifieke

ontwikkelingsrichtingen moeten worden ingeslagen. De marktsituatie, bijvoorbeeld zoals die nu al prangend is voor de zetmeelaardappel, kan de ontwikkelingen versnellen en vertragen.

- Bij zowel het **uitvoeren van de onderzoeken als van de praktijkprojecten** verdient het aanbeveling om zoveel mogelijk gebruik te maken van de bestaande kennisnetwerkstructuren.
- **Advies aan de deelnemers aan het project is, om een coördinerende rol** te blijven vervullen (door een onderzoeksagenda op te stellen) en de randvoorwaarden mogelijk te maken voor het uitvoeren van de noodzakelijke onderzoeksprojecten, het uitvoeren van de gewenste praktijkprojecten en het implementeren van de noodzakelijke maatregelen.

Aanbevelingen aan de ondernemers en de sector:

- **De klimaatverandering** zal zich geleidelijk aan manifesteren. Neem tijdig maatregelen. Probeer bij investeringsbeslissingen de klimaatbestendigheid van het bedrijf of de investering mee te nemen.
- **Probeer binnen de bestaande bedrijfsvoering** zoveel mogelijk maatregelen te nemen om het bedrijf meer klimaatbestendig te maken. Daardoor wordt de kwetsbaarheid van het bedrijf verkleind

en wordt het bedrijf minder afhankelijk van mogelijke maatregelen die door andere partijen wel of niet worden genomen.

- **De ondernemer zou zich primair moeten richten** op het verbeteren van de bodemstructuur, het aanpassen van de landbouwmechanisatie (waaronder ook precisielandbouw) en een keus voor rassen die minder hitte-, droogte- of natgevoelig zijn.
- **De verdeling van de beschikbare hoeveelheid zoet water** zal ook in de toekomst een belangrijk discussiepunt blijven. Door zelf zuinig en efficiënt met de toegewezen hoeveelheid om te gaan wordt een toekomstige claim beter onderbouwd. Landbouw en waterbeheerder zouden daartoe nauw moeten samenwerken waarbij ook totaal nieuwe concepten zoals een selectieve zoetwateraanvoer naar zilte gebieden, druppelirrigatie en detailwaterbeheer door de ondernemer gewenste opties zijn.
- **Binnen het totale overzicht aan kennis- en praktijkprojecten** dient op basis van het klimaatonderzoek extra aandacht te worden besteed aan het onderzoek naar ziekten en plagen.

Aanbevelingen voor de overheden:

- **In haar verantwoordelijkheid voor zowel het ruimtelijk beleid als het klimaatbeleid** zullen de provincies nadrukkelijk sturing moeten geven aan de gewenste ruimtelijke ontwikkelingen in het agrarisch gebied. Zij kan dit doen met zowel ruimtelijke als regionaal economische maatregelen. De ontwikkelingen in de landbouw hebben immers een belangrijke ruimtelijke impact.
- **Mede in het kader van het onderzoek van de Deltacommissie** naar de waterbeschikbaarheid zou ook de optie moeten worden meegenomen om de watervraag te verminderen door nieuwe minder watervergende gewassen te introduceren.

6 Rapporten en artikelen

Rapportages

Binnen het project Klimaat en landbouw zijn de volgende rapportages en artikelen verschenen. Deze documenten zijn terug te vinden op de website van LTO Noord, www.ltonoord.nl

Fase I-III Eindrapportage

- Eindrapport project Klimaat en landbouw Noord-Nederland

Fase I

- Spatial impacts of climate change and market changes on agriculture in Europe
- Ruimtelijke effecten van klimaat- en marktveranderingen op de landbouw in Europa (vertaling)
- C.M.L. Hermans, I.R. Geijzendorffer, F. Ewert, M.J. Metzger, P.H. Vereijken, G.B. Woltjer & A. Verhagen. 2010. Exploring the future of European crop production in a liberalised market, with specific consideration of climate change and the regional competitiveness. Ecological Modelling 221 (2010) 2177-218

Fase II

- Eindrapport fase II: effecten van extremen. Verslag van onderzoeksfase II de invloed van extreme weersomstandigheden op gewassen en landbouwhuisdieren en verkenning van mogelijke adaptatiemaatregelen
- Samenvatting eindrapport fase II (Nederlands/Engels)
- Achtergrondrapportage fase II: Klimaat en landbouw Noord-Nederland: rapportage van fase II, Plant Research International.
- Achtergrondrapport fase II: inventarisatie adaptatiemaatregelen, Grontmij
- B. F. Schaap, M. Blom-Zandstra, C.M.L. Hermans, B.G. Meerburg & A. Verhagen, 2010. Impact changes of climatic extremes on arable farming in the north of the Netherlands. Regional Environmental Change

Fase III

- Eindrapportage Klimaat en landbouw Noord-Nederland: Boeren op weg naar klimaatbestendige productie
- Rapportage fase III: actieplannen voor Noord-Nederland voor aanpassing aan klimaatverandering

7 Bronnen

Per hoofdstuk zijn de volgende bronnen geraadpleegd:

Hoofdstuk 1 Inleiding

Bronnen

- KNMI, www.knmi.nl, augustus 2010. De Bilt. Beschikbaar via www.knmi.nl/klimaatscenarios/knmi06/samenvatting/KNMI_NL_LR.pdf.
- KNMI (2006b) Klimaat in de 21e eeuw, vier scenario's voor Nederland. KNMI,
- KNMI (2008) De toestand van het klimaat in Nederland 2008. KNMI, De Bilt.
- MNP (2005) Effecten van klimaatverandering in Nederland. Rapport 773001034, 111 blz. Milieu en Natuur Planbureau, Bilthoven.
- PCCC (2008) Het IPCC rapport en de betekenis voor Nederland. Beschikbaar via <http://www.pbl.nl/nl/publicaties/mnp/2007/PCCC-HetIPCC-rapportendebetekenisvoorNederland.html>

Hoofdstuk 2 Regionale gevolgen in Noord-Nederland

Onderzoek Klimaat en landbouw Noord-Nederland

- Eindrapportage Fase II Klimaat en landbouw 'Effecten van extremen'
- Eindrapportage Fase III Klimaat en landbouw: 'Adaptatiemaatregelen'
- Adaptatie-ateliers noordelijk zeeleigebied, Oldambt, Veenkoloniën, weidegebied en Flevoland

- Workshops onderzoeksgroep
- Gesprekken met Fruitconsult en de Koninklijke Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur (KAVB)

Overige bronnen

- www.waarheenmethetveen.nl
- Rienks, W. ; Gerritsen, A. 2005. Veenweide 25x belicht : een bloemlezing van het onderzoek Wageningen UR, Wageningen, Alterra, 64 p.
- HaverSchmidt, J. 2007. Weidegang versus Opstallen: een bewuste keuze, project Koe & Wij, LTO Noord, Drachten
- Bouma, E., 2009. Invloed klimaatverandering op fruitteelt, De fruitteelt, deel 99, nummer 34 p.12–13
- Kommers, M.A.W., Jong, O. de; Mulder, J.R. Meulenkamp, W.J.H., Rienks, W.A., 2005. Veensprong - alternatieve vormen van grondgebruik in het veenweidegebied Animal Sciences Group, 2005, Wageningen

Hoofdstuk 3 De gebiedsoverschrijdende thema's

Onderzoek Klimaat en landbouw Noord-Nederland

- Eindrapportage Fase II Klimaat en landbouw 'Effecten van extremen'
- Achtergrondrapportage Fase II: verkenning adaptatiemaatregelen
- Adaptatie-atelier Ziekten en plagen

Overige bronnen

- Werkgroep Regionale Uitwerking Verdringingsreeks Noord-Nederland, Waterverdeling Noord-Nederland, herziene versie november 2009
- www.nhi.nu
- www.hkv.nl
- www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/deltaprogramma/deelprogramma-s/deelprogramma
- Eekeren, N. van, Philipsen, B., Hanegraaf, M. 2007. Blijvend grasland of grasklaver in rotatie met snijmaïs, V-focus, Nummer 4, p. 24 - 25
- Bussink, D.W., L. van Schöll, H. van der Draai, W.H. van Riemsdijk, 2009. Beter waterbeheer en -kwaliteitsmanagement begint op de akker, Oosterbeek, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.
- Visscher, J., Dekker, P.H.M., Boer, H.C. de, Brommer, E., Clevering, O.A., Dam, A.M. van Geel, W.C.A. van, Haan, M.H.A. de, Hoving, I.E., Klooster, A. van der, Schooten, H.A. van, Schreuder, R., Wolf, P. de, 2008. Perspectieven bedrijfsmaatregelen voor duurzaam bodemgebruik: kosten en effectiviteit van vijf maatregelen, Lelystad, Animal Sciences Group van Wageningen UR
- KIEMKRACHT, 2010. Concepten en innovatie-agenda - Het eerste jaar, www.kiemkracht.com



WETTERSKIP
FRYSLÂN

provinsje fryslân
provincie fryslân

provincie
 groningen

WATERSCHAP
ZUIDERZEE
LAND

provincie Drenthe

Reest & Wieden
waterschap

WATERSCHAP
Hunze en Aa's

PLANT RESEARCH INTERNATIONAL
WAGENINGEN UR

ALTERRA
WAGENINGEN UR

waterschap
Velt en Vecht

Grontmij

Waterschap NOORDERZIJLVEST

Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie

klimaat voor ruimte

LTO
NOORD