

Adapting agriculture in 2050 in Flevoland; perspectives from stakeholders

*Ben F. Schaap, Pytrik Reidsma, Maryia Mandryk, Jan Verhagen, Merel van der Wal, Joost Wolf en
Martin K. van Ittersum*

AgriAdapt Project Report no. 6



Table of Contents

Table of Contents	3
Abstract	5
Acknowledgements	5
1. Introduction	6
General introduction	6
Case study Flevoland.....	6
Aim and desired outcomes	6
2. Methodology.....	8
Framework	8
Scenarios on climate change and socio-economic development.....	10
Step I: Identifying climate risks and impacts.....	12
Workshop I: Interaction with stakeholders on risks and impacts.....	12
Step II: Create adaptation measure portfolio	13
Workshop II: Interaction with stakeholders on adaptation measures.....	13
Step III: Create farm typology and scenarios on farm structural change	14
Workshop III: Interaction with stakeholders on farm typology and scenarios at farm and regional level	16
Step IV: Specify relevant adaptation measures	16
Workshop IV: Feedbacks on adaptation measures and design of adaptation strategies	17
Step V: Sensitivity analysis of adaptation measures	18
Step VI: Evaluation of adaptation using bio-economic farm modelling	18
3. Results	19
Step I: Identifying climate risks and impacts.....	19
Workshop I: Interaction with stakeholders on risks and impact.....	21
Step II: Create adaptation measure portfolio	21
Workshop II: Interaction with stakeholders on adaptation measures.....	22
Step III: Create farm typology and scenarios on farm structural change	23
Workshop III: Interaction with stakeholders on farm typology and scenarios including farm and regional level.....	24
Step IV: Specify relevant adaptation measures	25
Workshop IV: Feedbacks on adaptation measures and design of adaptation strategies	25
Step V: Sensitivity analysis of adaptation measures	30
Step VI: Evaluation of adaptation using bio-economic farm modelling	30
4. Discussion	32
Effective adaptation measures for agricultural in Flevoland in 2050	32
Stakeholder interaction and co-learning.....	34
Concluding remarks.....	35
Literature.....	37
Annex A1: Minutes of Workshop I.....	39
Seed potato	39

Sugar beet.....	40
Winter wheat.....	41
Flevoland Region specific risk and impacts	43
Annex A2: Minutes of Workshop III	45
Annex A3: Table used in Workshop IV for discussion	52

Abstract

Adaptation to climate change is natural for farmers. However, climate change impacts are very diverse and can have both negative and positive outcomes for farms. In this study we used methods to evaluate future climate change risks to farms in Flevoland and define proper adaptation measures in an iterative process. Farmers do recognize the risks and impacts as presented. As far as the costs and benefits of the adaptation measures are concerned, farmers are well aware of the trade-offs between future damage, current investment costs and future farm income. Adaptation measures that can be taken now are mainly 'no regret' options. Current information on climate change risks and impacts can help farmers to make future adaptation decisions.

Acknowledgements

This work would not have been possible without the input of the local farmers and other stakeholders in the region. The Northern branch of the Dutch Farmers Organisation, notably Peter Prins, and Grontmij are acknowledged for co-organising the local workshops.

The research was financially supported by: BSIK programme 'Climate changes spatial planning' and the ministry of Ministry of Economic Affairs, Agriculture and Innovation via the Kennisbasis for Wageningen UR.

1. Introduction

General introduction

Adaptation to climate change in the agricultural sector has been studied via various lines: a) crop physiology (e.g. breeding), b) physical environment (e.g. drainage) and c) risk coping (e.g. insurance). Moreover adaptation studies focus on different scale levels: i) crop/field level (e.g. crop management), ii) farm level (e.g. adoption of different crops or activities) and iii) regional level (e.g. improvement of regional water management). So far most efforts focused on the crop level using crop modelling (Easterling et al., 2007). This in contrast to regional adaptation in the agricultural sector, which is not studied extensively.

Although recently more research has gone into farm level studies, little attention has been given to the variety of responses of farmers, considering their characteristics, objectives and the socio-economic, technological and political contexts (Reidsma et al., 2010). In the Agri-Adapt project we focus on farm level adaptation within an agricultural region considering the socio-economic context of 2050.

An important aspect of this study is the co-learning principle where scientific knowledge is gathered by researchers and shared with farmers and policy makers and via an interaction process the knowledge and experiences are tailored to the needs of the various stakeholders. We use the idea of mental models following Otto Banaszak et al. (2011) to distinguish distinct roles in the process and to evaluate the stakeholder process on adaptation. The participatory process is set up along the steps of integrated sustainability assessment, which is a cyclical process of scoping, envisioning, experimenting and learning, through which a shared interpretation of sustainability for a specific context is developed and applied in order to explore solutions (Bohunovsky et al., 2011; Weaver and Rotmans, 2006; Wolf et al., 2011).

Case study Flevoland

Flevoland is an agricultural region in The Netherlands that has been reclaimed from the sea some 60 years ago. It was reclaimed and developed with the main purpose of agriculture, which still is the dominant economic activity. In the 1950/'60 farmers were selected to start their arable farm in Flevoland, each farmer obtained some 40 ha of land. Over the years the region developed to become one of the most productive regions of the world with yields close to the potential production thanks to excellent natural conditions combined with the management skills of the farmer. The newly shaped, very rational, fields are perfect for efficient field management.

Aim and desired outcomes

The aim of this study is spun around the following question: "How can stakeholders adapt to climate change effectively in the agricultural region Flevoland for the 2050 time horizon". Sub-questions include:

1. What are the risks and/or impacts of climate change on agricultural production in Flevoland?

2. Is the changing climate being recognized as a major driver by farmers and other stakeholders?
3. Is adaptation already taking place?
4. What are effective adaptation measures for each climate factor?
5. What are feasible adaptation strategies given the context of two contrasting 2050 scenarios?

In addition, the aim of the interaction with stakeholders is to inform them and to learn from them. Main questions in this context are:

1. Do stakeholders consider identified climate risks as risks on their farm and do they perceive damage?
2. Do stakeholders agree that identified adaptation measures are relevant?
3. Do stakeholders recognize the classified farm types and their change in structure over time in different scenarios?
4. Based on collected knowledge from research experiments and stakeholder workshops, can we design adaptation strategies?

In this report the stakeholder interaction is discussed. Wolf et al. (2011) report on the overall project, including details on the first set of questions. As in the stakeholder process, the first set of questions were guiding the workshops, most important results are also reported here.

2. Methodology

Framework

To evaluate how stakeholders in Flevoland can effectively adapt to climate change, we need have insight in the risks and impacts that climate change poses on agriculture. Next to climate change other drivers of change that influence farming in Flevoland in 2050 need have to be addressed. Further, current adaptation and the perspectives of farmers to these and other strategies need to be explored.

We use the four phases of Integrated Sustainability Assessment (ISA) (Bohunovsky et al., 2011; Weaver and Rotmans, 2006; Wolf et al., 2011): 1. scoping; 2. envisioning; 3. experimenting; and 4. learning. In the 4th phase knowledge is integrated and iterated. In this study, after each of the 1st three phases in depth Focus Group Discussions with stakeholders have been organized to discuss results and receive feedback.

Scoping in ISA includes a thorough definition of the problem and aims at developing a context-specific interpretation of sustainability. The main problem to be assessed in this study is the impact of climate change on agriculture in Flevoland. The workshop to discuss the importance of this problem was part of the project “Klimaatverandering en landbouw Noord-Nederland”, and is therefore not discussed here. Envisioning implies the development of scenarios and visions for the future, while experimenting includes assessments of impacts and adaptations using modelling and other methods.

In Figure 1 a process diagram is shown of the different steps of this study including 4 stakeholder workshops that have been held for feedback on risks and impacts, on adaptation measures, on future farm orientation and on adaptation strategies.

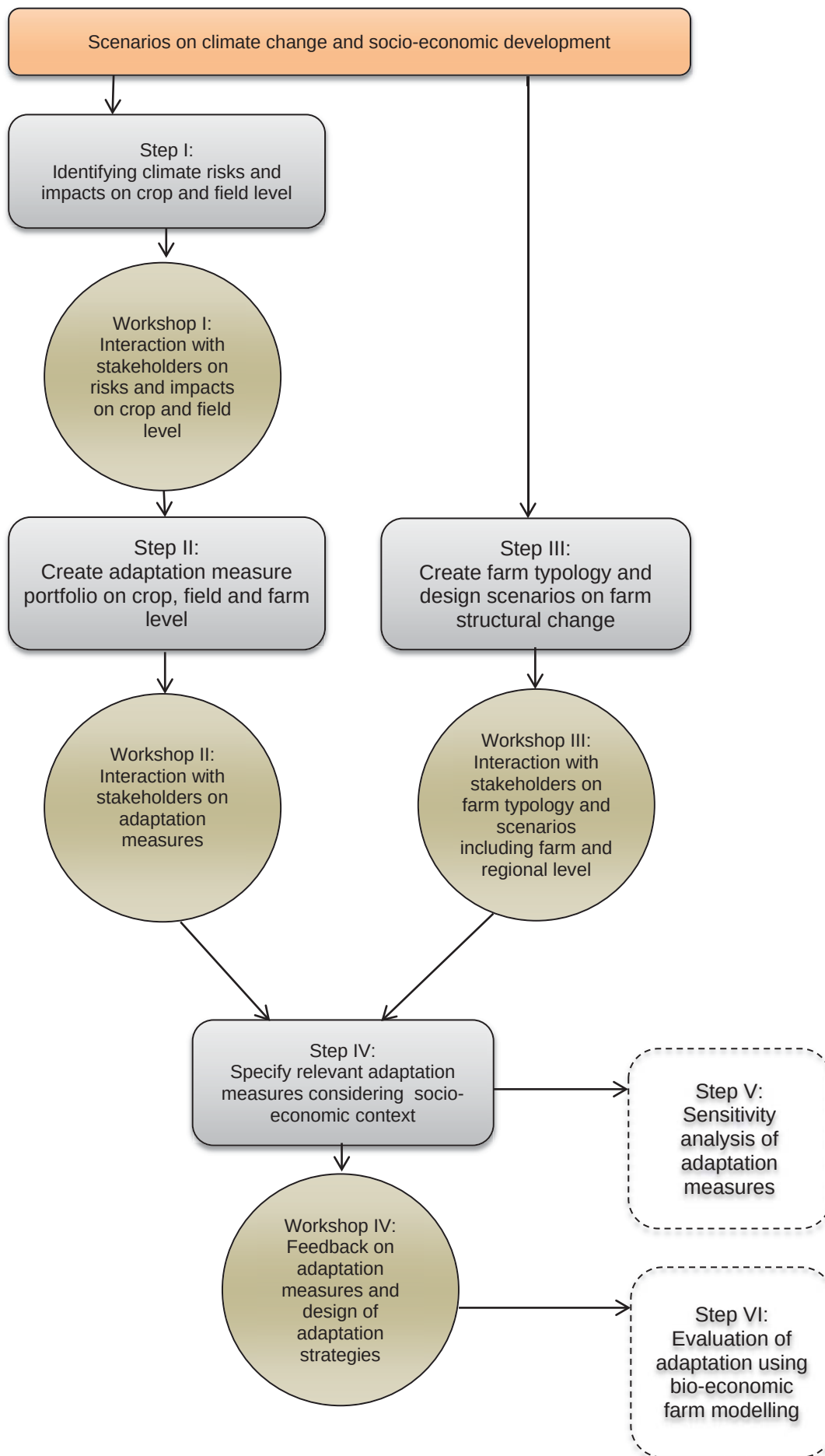


Figure 1 Process diagram for the methodology assessing risks, impacts and adaptation. Central are the workshop where scientific knowledge and practical implications are shared amongst researchers and stakeholders.

Scenarios on climate change and socio-economic development

The uncertainty regarding climate change and the impacts on agricultural production is high for the 2050 horizon. This uncertainty is inherent to the difficulties related to climate modelling but is also partly driven by uncertainties in socio-economic developments that drive the emissions that cause global warming. Scenarios analysis is a useful tool in impact assessments to deal with the uncertainties related to socio-economic development

For the impact scenarios we use the KNMI'06 scenarios that have been downscaled from the IPCC-SRES scenarios (Figure 2).

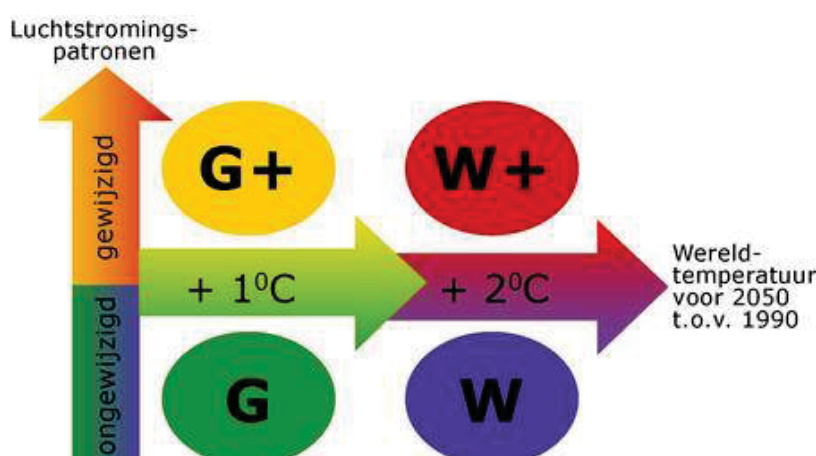


Figure 2 The W scenarios (higher global warming) can be linked to the A1 Global Economy scenario and the G scenarios (moderate global warming) to the B2 Regional Communities scenario from IPCC-SRES (Nakicenovic and Swart, 2001) according to Riedijk et al. (2007).

The main characteristics of the KNMI'06 scenarios for the winter and the summer season are included in Table 1.

Table 1 KNMI '06 climate change scenarios in the Netherlands for 2050 relative to 1990 (van den Hurk et al., 2006)

	G	G+	W	W+
Worldwide temperature rise	+1°C	+1°C	+2°C	+2°C
Change in air circulation patterns	No	Yes	No	Yes
Absolute sea level rise	15-25 cm	15-25 cm	20-35 cm	20-35 cm
WINTER²				
Mean temperature	+0.9°C	+1.1°C	+1.8°C	+2.3°C
Yearly coldest day (K)	+1.0°C	+1.5°C	+2.1°C	+2.9°C
Mean precipitation (%)	+4%	+7%	+7%	+1.4%
Wet day frequency (%)	0%	+1%	0%	+2%
10 year return level daily precipitation sum (%)	+4%	+6%	+8%	+12%
Yearly maximum daily mean wind spread (%)	0%	+2%	-1%	+4%
SUMMER				
Mean temperature	+0.9°C	+1.4°C	+1.7°C	+2.8°C
Yearly coldest day (K)	+1.0°C	+1.9°C	+2.1°C	+3.8°C
Mean precipitation (%)	+3%	-10%	+6%	-19%
Wet day frequency (%)	-2%	-10%	-3%	-19%
10 year return level daily precipitation sum (%)	+13%	+5%	+27%	+10%
Potential evaporation (%)	3%	+8%	+7%	+15%

When assessing adaptation measures in agriculture the need for scenarios becomes even more important. The socio-economic setting determines if investments for adaptation measures are well spent and policies can have a strong influence on the adoption of adaptation measures.

Regarding possible trends in socio-economic developments, detailed scenarios have been developed for the future of rural Europe (Westhoek et al., 2006). Van Drunen and Berkhout (2008) adapted the above mentioned scenarios for the situation in the Netherlands. They downscaled the scenarios A1 Global Economy, B1 Strong Europe, A2 Transatlantic Market and B2 Regional Communities based on the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Special Report on Emission Scenarios (SRES) scenarios (Nakicenovic and Swart, 2001) (Figure 3). These scenarios are called WLO scenarios.

In our study we focused on two most contrasting scenarios A1 (KNMI'06: W) Global Economy and B2 (KNMI'06: G) Regional Communities (Figure 4). These scenarios are recognized by stakeholders and allow exploring the future from two rather contrasting but plausible perspectives.

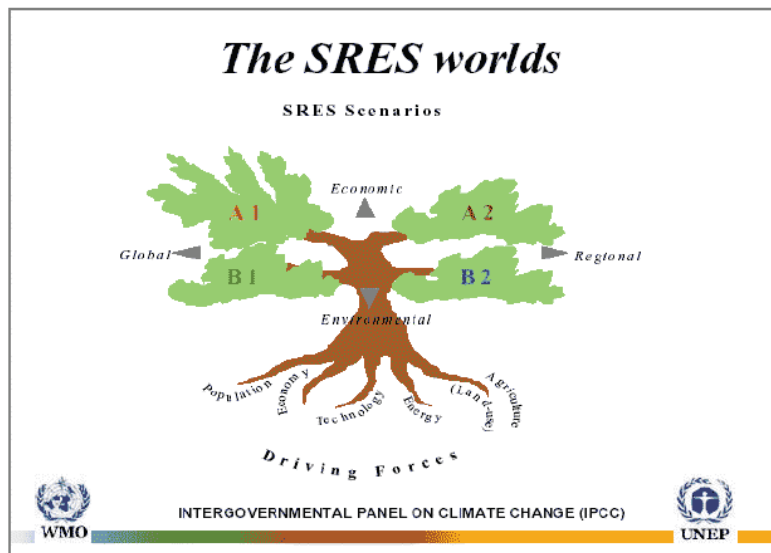


Figure 3. The SRES worlds according to the IPCC, with two axes; global vs. regional and economic vs. environmental, roots depict the driving forces that feed future storylines (source: Nakicenovic and Swart, 2001).

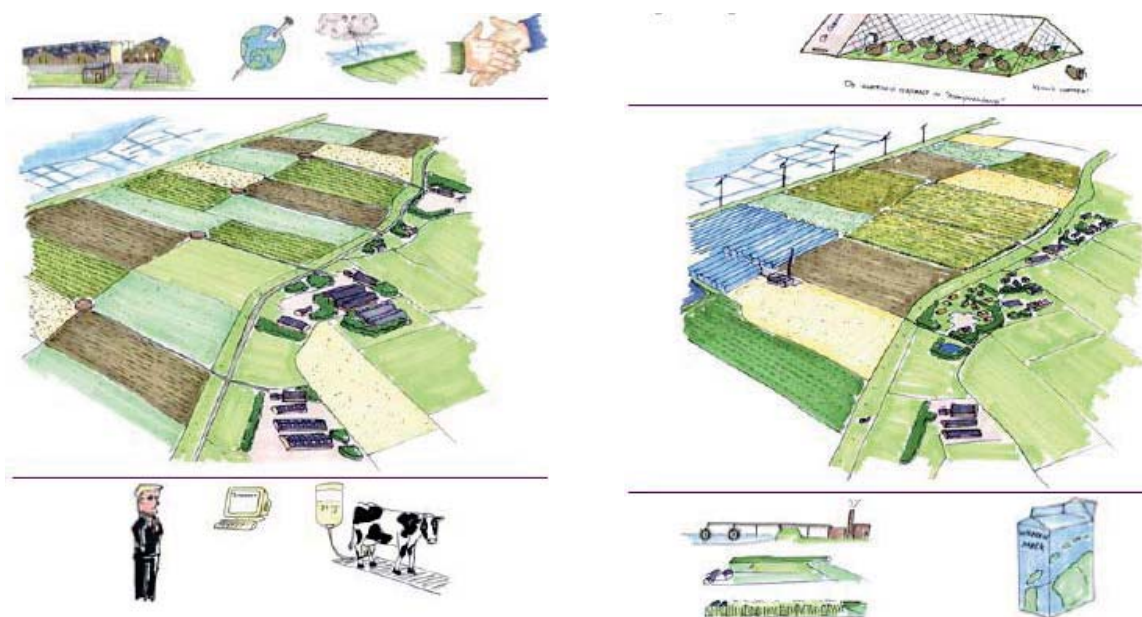


Figure 4: Two contrasting images of the future for the Netherlands (taken from (Kolk et al., 2007)), with at the left the Global Economy (A1) and at the right the Regional Communities (B2) scenarios are used.

Step I: Identifying climate risks and impacts

The risks related to and impacts of climate change on crop production in Flevoland were assessed using the Agro Climate Calendar (ACC) (Schaap et al., 2011) and the crop model WOFOST (Van Diepen et al., 1989). The impact of climate change on seed potato, ware potato, sugar beet, winter wheat, seed onion, carrot and tulip were assessed using both methods and the results were discussed with stakeholders in the impact workshop. The selection of crops was based on the economic importance and representation of the dominant rotation and acreage in the Flevoland.

Risk assessment for 2050: ACC

The Agro Climate Calendar was used to assess the risk of extreme weather events on crop production and crop quality. The potential losses in terms of yield and economic value were estimated based on the risk profile, using literature and expert knowledge. Major climate risks were identified, for which adaptation measures can be identified. For further details on the methodology see Schaap et al. (2011).

Crop modelling: WOFOST

The crop simulation model WOFOST (Van Diepen et al. 1989) was used to evaluate the impact of gradual climate change on crop production for the most relevant crops in the region (Wolf et al., 2010). Crop modelling provides quantitative estimates of changes in yield, and the impacts of several simple adaptation measures can be simulated.

Workshop I: Interaction with stakeholders on risks and impacts

In this workshop feedback is gained from stakeholders to get a common understanding of the most important risks and impacts. Farmers and sector members discussed the possible impacts of climate change on both the crop production and the quality of the product. This workshop was held on 27th of February 2009 at the Havikshorst in the 'Meppel' area.

Separate sessions were held for potato, sugar beet and wheat to identify the specific future climate risks for these crops. Besides the crop-oriented sessions a regional session focussing on Flevoland was held to identify future climate risks for farming systems in the region. A total number of 43 stakeholders joined these sessions. Stakeholders are farmers, other sector representatives, policy makers and scientists. See the minutes of workshop I in Annex AI for a complete list of participants.

In the crop specific sessions risks and impacts were discussed for the future yield, the quality of the product and the relation of these risks with future farm income. Results from the ACC method were provided. In the regional session the focus was on critical issues such as the increased need for fresh water in case of drought situations.

Step II: Create adaptation measure portfolio

In this step adaptation measures were collected from literature and from experts on the crop, field and farm level. Results are included from the first stakeholder workshop. Many of the adaptation measure are measures that are already current practices (e.g. irrigation to fight drought). However, some adaptation measures rely on the advancement on technology such as new breeding techniques and precision farming. With the best current knowledge the portfolio of adaptation measures has been compiled by De Wit et al. (2009). Literature, expert knowledge and KWIN data is used to define those measures.

The aim is to gather information on the applicability, costs and effectiveness of adaptation measures in Workshop II.

Workshop II: Interaction with stakeholders on adaptation measures

In the second workshop that was held on the 1st of March 2010 in Swifterbant, Flevoland, stakeholders were invited from the region. Farmers, sector representatives and policy makers (from the Province and Water board) were present. See text box below for an overview of the program.

Program of Workshop II:

- 1 General introduction
- 2 Presentation on future climate risks
- 3 Presentation on possible adaptation measures
- 4 Stakeholder discuss the implications of the future climate risks and the relevance of possible adaptation measures
- 5 Closing

A synthesis of the most relevant climate risks has been presented together with possible adaptation measures by De Wit et al. (2009). The improved outcomes of the climate impact study from Step I were discussed. The expected output of the 2nd workshop was the reflection of the farmers on the list of adaptation measures from Step II. The adaptation measures for the 7 important crops in the main rotations were discussed, with a strong focus on potato, sugar beet and winter wheat. In this workshop also opportunities related to climate change were briefly discussed, such as having a longer growing season.

The results from Workshop II are a table with adaptation measures that are: a) a response to possible risks and impacts, b) specific for the region c) co-developed by farmers, sector representative and policy makers (water board) and d) thought to be adequate responses to the risks and impacts.

Step III: Create farm typology and scenarios on farm structural change

To capture the diverse nature of farms and farm management farm typologies are introduced. Farm typologies are used to describe the main characteristics such as size, main outputs and specialisation. The type of the farm is a product of the historic developments of the farm, including investment opportunities and choices of the farmer. Farm structure has changed much in the past decades, and is therefore expected to increase much as well towards 2050.

To capture the variability in arable farming systems in Flevoland and their structural change in the future, a farm typology for farms in the European Union proposed by Andersen et al. (2007) was further specified for the region. The typology is based on the combination of dimensions of size, intensity, and specialization, similar to Andersen et al. (2007), which were shown to influence adaptation to climatic conditions (Reidsma et al., 2010). Orientation (see below) was added as an extra dimension as it influences decision making. An overview of the typology including thresholds for the dimensions is provided in Table 2.

Using this typology, the farms were grouped for the current situation. Consequently, scenarios were used to project changes in farm structure in the region. In 2050 farms are expected to be very different from now, and therefore will have different objectives, stimuli and constraints to adapt.

Table 2 Farm typology (dimensions and thresholds) used in the research

Dimension	Division	Thresholds/Description
Size (NGE ¹)	Small	<20
	Medium	20-70
	Large	70-150
	Extra large	>150
Intensity (NGE/ha)	Low	<1.3
	Medium	1.4-2.0
	High	>2.1
Specialization	Specialized root crops	sugar beets and potato > 2/3 SGM ²
	Specialized flower bulbs	flower bulb > 2/3 SGM
	Specialized vegetables	vegetables > 2/3 SGM
	Diverse mainly root crops	1/3 < sugar beets and potato <= 2/3 SGM and cereals, maize, peas, rapeseed, sunflower, natural area AND vegetables > 2/3 SGM
	Diverse arable	all arable > 2/3 SGM
Orientation	Production	no multifunctional activities or <= 10% output from 1 multifunctional activity
	Entrepreneur	> 10-50% output from multifunctional activities OR <10% + minimum 2 different activities
	Nature conservation	farmer participates in nature and landscape conservation

¹ NGE is a national size unit, representing gross income from cultivation of a certain crop or from keeping a certain animal, equaling 1420 € in 2008

² SGM is a standard gross margin of a crop

Workshop III: Interaction with stakeholders on farm typology and scenarios at farm and regional level

The 3rd workshop has been designed to receive feedback from farmers on the proposed scenarios of farm structural change that are developed in Step III. This feedback was aimed to give information on the views of stakeholders on a changing future in general and climate change and adaptation in particular. The outcomes of this workshop are also used in step IV to select adaptation measures according to farm orientation and two contrasting future scenarios.

The stakeholder workshop was organized in the study area on the 1st of March 2010 in Swifterbant and was held directly after Workshop II. During the interactive session the participants shared their visions on adaptation strategies to climate, market and policy changes for arable farming in Flevoland in the future for the two contrasting socio-economic and climate scenarios. The participants were asked to write down the most important adaptation strategies to market, policy and climate change. Adaptation strategies could be from the categories market opportunities, farm size, technology, crop choice, or additional ones defined by the farmers themselves. Stakeholders were also asked to rank the strategies. The results of the exercise were discussed in a round table closing discussion. This provided us with quantitative and qualitative farm characteristics in different scenarios.

Program of Workshop III:

1 General introduction

2 Presentation of downscaled scenarios for arable farming in Flevoland

3 Receive feedback from stakeholders on:

- proposed scenarios and possible future development of farm size, specialisation and orientation
- possible adaptation strategies to market change, climate change and policy change
- possible opportunities for arable farms in Flevoland

4 Round table closing discussion on results from the above

Step IV: Specify relevant adaptation measures

Relevant adaptation measures were listed in step II and further discussed with stakeholders in workshop II. In workshop II stakeholders further improved the quality of the list of adaptation measures by weeding out inconsistencies and adding relevant site specific characteristics. This list of adaptation measures was still generic with respect to future farm orientation and the future scenarios. Due to uncertainty regarding the future on socio-economic developments, climate change and the development of farms it is hard to prioritize adaptation measures and to make an adaptation strategy. In

Step III and workshop III region specific scenarios for farming systems in Flevoland were developed. These were used to prioritize the relevance of adaptation measures. In step IV we developed a revised list of adaptation measures (from Step II) which were structured into coherent adaptation strategies (see next section).

Workshop IV: Feedbacks on adaptation measures and design of adaptation strategies

Workshop IV aimed to a) update the stakeholders on the scientific process and outcomes, b) receive feedback on the proposed adaptation measures and c) create adaptation strategies for 2050 for the main climate change threats and associated opportunities.

For this workshop farmers have been invited through the farmers organisation LTO-Noord that represents farmers of the Northern Netherlands. Invitations were sent by LTO-Noord the managing institute of the sister project “Klimaat en landbouw Noord-Nederland, Climate Changes Spatial Planning”. A total number of 8 farmers were invited, of whom two were representatives of farmers in the regional water board. Almost half of the stakeholders were also present at Workshop II and III. The others were new to the project or were present at workshop I.

Program of Workshop IV:

1 General introduction

2 Presentation to update stakeholders on the scientific process and outcomes:

- results from the ACC and crop simulation with WOFOST on risks and impacts
- future farm orientations and regional farm structure
- possible adaptation measures from workshop II

3 Parallel sessions to receive feedback from stakeholders on adaptation measures and work on a participatory design of adaptation strategies

4 Presentation of adaptation strategies and closing discussion

Parallel sessions

The adaption measures as discussed in step II were revised and presented in the following categories of extreme climate events: 1- soils too wet for trafficability, 2 - warm conditions, 3 – drought, 4 - high intensity rainfall and 5 - sustained wet conditions during growing season. This was done to have a simple overview for a structured discussion.

Stakeholders were divided in two groups: Nature oriented and Primary production oriented. Both groups looked at two scenarios: B2 and A1. Stakeholders were asked to identify preferred adaptation measures for each category of impact in the different orientation-scenario combinations. To discuss adaptation strategies in different

scenarios and different future farm types, combinations were made with the A1 Global Economy vs. B2 Regional Communities scenario and Primary Production vs. Nature oriented farm types. In a plenary closing session the most important adaptation strategies were presented by the stakeholders as an adaptation strategies for arable farming in Flevoland.

Step V: Sensitivity analysis of adaptation measures

Because profitability of an adaptation measure is important information insight in the economic revenues of the proposed measures is needed. In this study a sensitivity analysis is used to convert the investments into a range of economic outcomes. The economic outcomes for the adoption of an adaptation measure are related to the size of the investments (monetary value and labour), the effectiveness of the measure and the prices as a result of the market situation in 2050.

Benefits of adaptation measures depend on

- Average crop production (euro/ha), depending on yield and prices
- Minimum and maximum damage of climate factor (%)
- Increased frequency of climate factor (N in 30 years)
- Reduction of damage by adaptation measure (%)

Costs of adaptation measures depend on

- Variable costs (euro/ha/year)
- Investment costs (euro)

Crop production can differ per farm, prices are volatile, and the change in frequency of climate factors is uncertain, so the effect of an adaptation measure will vary per farm and year. In general relative investments costs are low for larger farms and high for smaller farms.

In this report we show the example for the adaptation measure automatic tire inflation correction, reducing the impact of wet springs hampering trafficability in seed potato production in the A1 scenario.

Step VI: Evaluation of adaptation using bio-economic farm modelling

The results of the previous steps are used as an input for a bio-economic farm modelling exercise where adaptation measures are evaluated as described in Chapter 9 of Wolf et al. (2011). Technical information and information from statistical datasets such as farm income and subsidies are input. Feedback from stakeholders on risks and impacts, and the effectiveness of adaptation measures is needed as input for the evaluation. In addition the farm orientation (nature or production oriented) is used to differentiate possible adaptation measures.

3. Results

Step I: Identifying climate risks and impacts

The climate impact study shows that the potato crop is the most vulnerable crop. Both heat waves and warm and wet periods, which can have severe impacts on potato yields (Table 3) are projected to increase in frequency (Table 4). Projected increases in yield due to gradual climate change are relatively small (Table 5) compared to for example, sugar beet. For winter wheat projected increases are also small, but there are also few climate risks.

Risk assessment for 2050

For the risk assessment for 2050 the ACC methodology produces a list of risks per crop linked with an estimated economic loss (Table 3).

Table 3 Example of the climate factors used in the assessment of climate risks for the seed potato crop using the ACC, figure from: Schaap et al. (2011).

Climate factor	Vulnerable period	Meteorological description	Farm management	Impact on crop	Weight of economic loss (%)
Wet field	Oct–Apr	Period of 21 days of more than 0.5 mm rainfall on 75% of the days	Plowing and preparation of planting bed	Delayed planting date	–
High-intensity rainfall	May–Sep	Daily precipitation of at least 45 mm or at least 60 mm in 3 days	–	Rotting of the tubers	25–75
Heat wave	Jul–Sep	Heat wave (at least 3 days with more than 30°C in a period of at least 5 days above 25°C)	–	Second growth	25–75
Warm and wet	Jul–Sep	At least 14 consecutive days with a maximum temperature above 20°C and for 50% of the days at least 0.5 mm precipitation	–	<i>Pectobacterium</i> (previously <i>Erwinia carotovorum</i>) causes soft rot and black leg	10–50
Sustained wet weather	Jun–Sep	A period of at least 21 days with more than 0.5 mm precipitation on 75% of the days	Spraying	Not possible to spray against <i>Phytophthora infestans</i>	50–100
Wet field	Aug–Oct	Period of 21 days of more than 0.5 mm rainfall on 75% of the days	Harvest	Damage to tubers	N.A.
Warm winter	Dec–Mar	Period of at least 14 days with a maximum temperature above 10°C	Storage	More rotting of tubers and early sprouting in March	25–75

Table 4 Example of the frequency changes of climate factors for the seed potato crop from the ACC. Changes are indicated for potentially vulnerable months in scenario G+ and W+ for the period around 2040 for weather station Eelde (Lat/Lon: 53.13/6.58) (based on the KNMI'06 scenarios for 30 years in the period 2026-2055 as described in Van den Hurk et al. (2006)).

Climate factor	Scenario	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Wet field	G+	+1	0	0	0						0	+1	+2
	W+	+4	+1	0	0						-1	0	+3
High-intensity rainfall	G+					0	0	0	0	+1			
	W+					0	0	0	-1	+1			
Heat wave	G+							+2	+7	+1			
	W+							+12	+12	+3			
Warm and wet	G+							+4	+5	+1			
	W+							+6	+6	+2			
Sustained wet	G+					-2	-2	-2	-4				
	W+					-2	-4	-5	-3				
Wet field	G+								-3	0	0		
	W+								-3	-1	-1		
Warm winter	G+	0	+1	+3									+1
	W+	+2	+3	+8									+1

Crop modelling for Flevoland

Results from crop simulation with WOFOST show that there is not a large difference between potential and water limited yields in the base year (Table 5; Wolf et al., 2011). This is because Flevoland has excellent soils and water limitation is not a big concern. On average yields of all crops are expected to increase towards 2050, mainly due to the rise of CO₂. Table 5 shows the yield changes for the A1 scenario using the W+ climate scenario and including adaptation. For the B2 scenario related to the G/G+ climate scenarios, the changes are similar but smaller.

Table 5 Effects of the A1 Global Economy scenario including CO₂ rise (567 ppm) and climate change (+2 °) on water-limited yields (Flevoland), including simple adaptation (15 days earlier sowing date and 'more southern' varieties) Source: Wolf et al. (2010).

Crop	Potential yield base yr (t/ha)	Water-limited base yr (t/ha)	Impacts of A1 scenario on water-limited yields (t/ha) in 2050, including adaptation
Winter wheat	10.3	9.9	9%
Potato ware	15.6	12.0	9 %
Potato seed	11.0	9.0	9 %
Sugar beet	16.9	15.9	25 %
Onions	13.6	11.6	21 %
Tulip	6.8	5.7	26 %

Workshop I: Interaction with stakeholders on risks and impact

In the crop specific sessions, farmers and other stakeholders in general agreed about the main climate risks and impacts. Whether extreme climate events had an impact in the current situation differed per farm. For example, hail appears to be a local problem in certain areas in Flevoland. In these regions, some farmers take hail insurance. In other areas however, hail rarely occurs and therefore insurance is not required. For certain crops the minimum and maximum possible impacts of extreme events had to be adapted. Annex A1 includes the minutes of the workshop with a detailed overview.

In the regional session, impacts and adaption in Flevoland was discussed more general. Important points include:

Climate change impacts

- A shift in the growing season, earlier start and longer, may result higher disease pressure (nematodes, aphids).
- Pressures from aphids as herbivore and as a vector of viruses need extra attention because higher winter temperatures will decrease winter mortality.
- Soil structure is a big issue in Flevoland. Waterlogging is a problem in years with high precipitation, and this is expected to become more severe. Structural work on the physical characteristics of the field such as making the field slightly convex ('kilveren') is becoming more popular in the region.

Adaptation measures

- Diseases pressure can be lowered via crop selection.
- Learn from disease pressures elsewhere
- A possible measure to improve soil structure is to make the switch to organic farming with a wider rotation. However, this is not always an option because of unstable market prices. Other measure might be lighter machinery, 24hr shifts with precision farming techniques.
- It is expected that climate change will not lead to an introduction of new crops. The rotation scheme is dominated by the (grain) prices. Crops with a high added value could be interesting, those crops might be added sooner to the rotation scheme.
- The local market is getting more appealing. Regional markets are growing as more consumers are engaged in local food production. Farmers mention they should aim for the potential benefits.
- Market circumstances are key for every decision.

Step II: Create adaptation measure portfolio

The most relevant adaptation measures to respond to major climate risks for the main crops in Flevoland are presented in Table 6. Results for all crops and all measures on the crop, field, and farm level are included in De Wit et al. (2009).

Table 6 Adaptation measures for the most risky climate factors in 2050 for seed potato as an example, see De Wit et al. (2009) for more crops

	Level	Indicative Costs	
High intensity rainfall – Rotting of tubers (May - Sept.)		Annually (k€/ha)	Investment (k€/ha)
Increase permeability of sub soil ¹⁾	Farm	0,2 - 1	-
Increase ability for surface drainage ¹⁾	Crop/Farm	0,1 - 0,2	-
Intensify drainage	Farm	0,1 - 0,2	0,5 - 2,5
Develop variety that can cope with water stress	Sector	-	1.000 - 10.000 ²⁾
Heat wave – Second-growth (July - Sept.)			
Plant in wider ridges	Crop/Farm	0	>50
Plant and harvest earlier	Crop/Farm	-	-
Cooling by drip irrigation	Crop/Farm	1	-
Optimal planting distance and optimal nutrient management for good crop cover	Crop	0 – 0,5	-
Develop a heat resistant variety	Sector	-	1.000 - 10.000 ²⁾
Warm and wet – Bacterial disease Erwinia (July -Sept.)			
Develop resistant variety	Sector	-	1.000 - 10.000 ²⁾
Organic control	Sector	nb	nb
Optimise nutrient management (healthy plant is less vulnerable)	Crop/Farm	0 - 0,5	-
Warm winter – difficulties with storage due to sprouting (Dec. - March.)			
Air conditioning	Crop/Farm	0,1 - 0,2	3
Sprouting control	Crop/Farm	0,1 - 0,2	-
Develop a new variety without sprouting problems	Sector	-	1.000 - 10.000 ²⁾
Remarks: ¹⁾ for possible measures see De Wit et al. (2009), annex 4 ²⁾ costs cannot be expressed per hectare			

Workshop II: Interaction with stakeholders on adaptation measures

In this workshop farmers gave feedback on the list of adaptation measures for potato, sugar beet and winter wheat. Also seed onion, carrot and tulip were shortly discussed. Feedback on adaptation measures ranged from:

- In this part of the Netherlands this impact does not exist, so adaptation is not needed
- The damage caused by the impact can easily be avoided with simple management and/or skill.
- The damage caused by the impact is severe but the crop has too little revenue and therefore this adaptation measure is not likely to be profitable
- The adaptation measure is potentially interesting and might be adopted if other measures are not more effective.
- The adaptation measure is a new opportunity if market conditions are right.

Most adaptation measures that were identified were judged relevant for the region, but whether they are likely to be adopted, differed per farm type and local conditions.

Step III: Create farm typology and scenarios on farm structural change

Currently most of the farms are production oriented. This is expected to remain so in the A1 Global Economy scenario, but in the B2 Regional Communities scenarios the importance of entrepreneur and nature oriented farms increases (Figure 5). In A1 farms size increases dramatically and medium sized farms disappear; in B2 changes in farm size are small. In A1 there is also an increase in intensity, mainly related to changes in specialization with more high value crops such as vegetables and flowers. In B2 specialization changes are small although some more diversification is projected.

Currently, the most important farm type is production oriented – large size – medium intensive – diverse mainly root crops with 19.3% of the arable area. Hence, when evaluating adaptation measures most stakeholders will consider this perspective. However, the scenarios developed on farm structural change, indicate that in the A1 Global Economy the average size of farms will be larger. The most important farm type is similar to the current situation, but with a very large size (17.7%). In B2 Regional Communities, the diversity in farm types is larger. The farm type occupying most area is similar to the current situation, but entrepreneur oriented (9.7%).

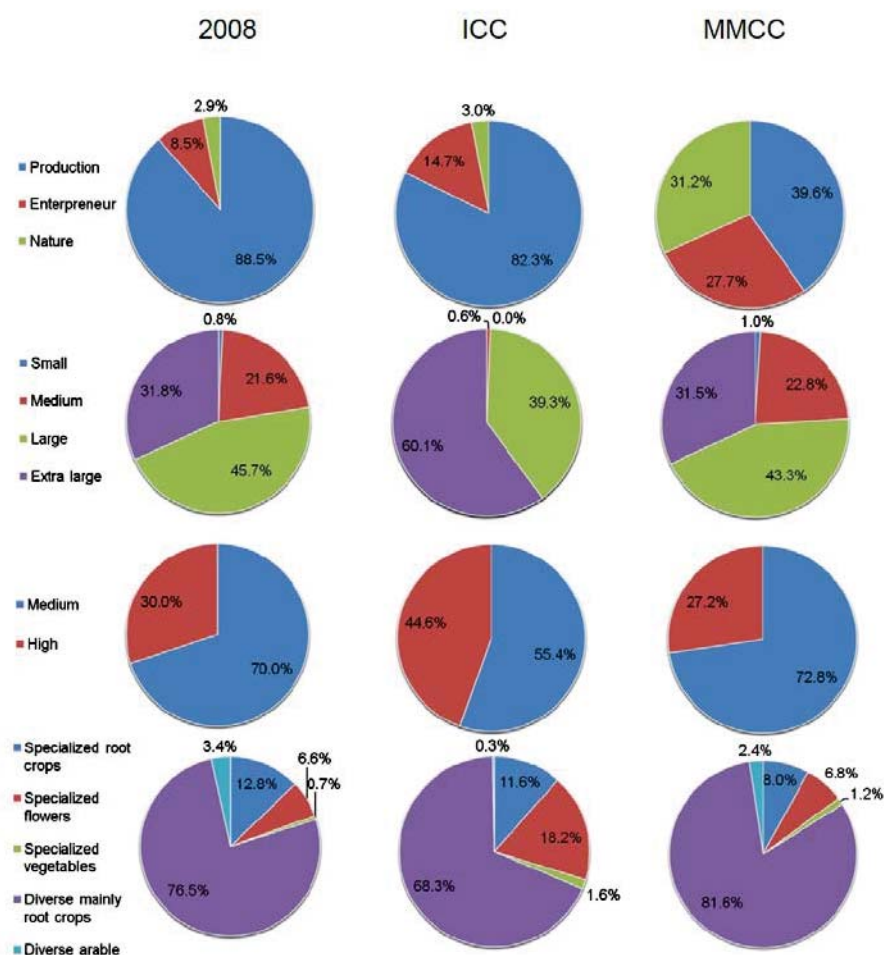


Figure 5 Farm structure based on 4 dimensions (orientation, size, intensity and specialization) in 2008 and in the A1 Global Economy scenario indicated as ICC (intensified climate challenge) and B2 Regional Communities (MMCC; Multifunctional Moderate Climate Change).

Workshop III: Interaction with stakeholders on farm typology and scenarios including farm and regional level

Minutes including all results from the workshop III are included in Annex A2. Each of the stakeholders mentioned the main expected adaptation with regard to size, markets, technology, crops and climate change. Overall, the order of importance was markets > farm size > crops > technology. Climate change was not mentioned much.

With regard to markets, expectations for the A1 Global economy scenario were: more added value, sustainable energy, knowledge, and organic comes close to conventional production. In the B2 Regional communities scenario, sustainable energy and organic production were also seen as important, but instead of value added products more emphasis is given to local products and nature and landscape management. In general, farmers in Flevoland can be considered profit maximizers. The number of activities is usually limited to one. Side activities can include processing, nature management and on-farm shops.

With regard to size, stakeholders expected farms to double or triple to 150-180 ha in the A1 scenario, while in the B2 scenario there is less need for growth and expected farm size is 75-100 ha. Increases in A1 are possible due to collaboration, and more rental land. Small farms can have a niche. In B2 increased collaboration with livestock farmers was specifically mentioned.

In A1, crop production in the region will be uniform. In general, more energy is produced, also from crop residues. High quality seed potatoes remain important. More vegetables are expected due to high added value, more wheat for soil structure, and new crops depending on prices. In B2, there will be fewer changes in crops, but throughout the region production will be more diverse including more local crops and varieties. Healthy rotations and nature management will be stimulated.

Technology development is expected in both scenarios, but in A1 this will be more focused on minimizing labour use, and in B2 on the environment. GPS, robots and further mechanization were mentioned.

Overall, farmers and other stakeholders largely agreed, researchers gave similar answers but they were less precise in their estimates. Priorities of important aspects were similar, except for size for which the projections differed. The increases projected by the stakeholders were larger than the trend based on historical data. The workshop showed that a scenario approach is useful in assessing adaptation options. However, as earning money is the main objective for farmers' responses for the scenarios differed mainly depending on likely prices and subsidies. As currently 80% of the farmers is export orientated, farmers have a preference for the A1 scenario; acting globally appears to be easier than focussing on the regional market. Climate change is not seen as a major issue. Again depending on prices farmers in high rainfall areas with poor soil structure are more likely to convert to livestock farming.

The expectations expressed by the stakeholders were used to improve the scenarios and their impact on farm structural change as presented in Figure 5. The historical data analysis and stakeholder perceptions were translated to visions on farms of the future

(in 2050) in Flevoland. These are presented and discussed in Chapter 3 of Wolf et al. (2011).

Step IV: Specify relevant adaptation measures

To discuss adaptation measures that are relevant in different socio-economic contexts with a different farm structure in workshop IV (see next section) we compiled tables with adaptation measures from Step II and Workshop II, see Annex A3.

Workshop IV: Feedbacks on adaptation measures and design of adaptation strategies

Discussions during the workshop showed that not every combination of farm orientation and scenario is equally logical in the Flevoland region. According to stakeholders (Figure 6), the nature orientation does not combine well with the Global Economy scenario. The stakeholders found it possible to imagine nature oriented farms in the Regional Communities scenario and production oriented farms in the Global Economy scenario, but had difficulties imagining the others.



Figure 6 Group discussion about the measures that need to be taken in 2050 for Nature oriented farms

Sheets have been produced in the parallel sessions that summarize the discussions (Figure 7 and 8). Unfortunately the results for the group that discussed the Primary Production oriented (PPo) farms did not report as good as the group that discussed the Nature oriented (No) farms. Main discussion points for the 5 selected extreme events include:

1- Warm conditions

Problems with warm conditions are diverse and therefore the risks, impacts and responses are variable. Stakeholders mention that the second-growth problem in

potatoes can be overcome with technology such as cooling with irrigation in the A1-W scenario or start earlier in the season to avoid the warm period in the B2-G scenario. Also wide beds and better crop cover are good measures to fight the second-growth problem.

Participants also mention that the yield of sugar beet has risen dramatically over the past 7 years and that this is due to both climate and breeding (technology).

2- Drought

For the Nature oriented farms in the A1-W scenario the participants see a possibility that they will manage their own water system including storage of water, pump water from the IJsselmeer or make use of groundwater. In the B2-G scenario for No farms wells are mentioned as adaptation measures. Also improvement of the soil structure that will lead to better rooting of plants and therefore better water availability is chosen as a measure.

The group focusing on Production oriented saw the solution for drought in the B2-G scenario in land vertigation and irrigation. By cooling and keeping the soil wet and able to contain the water, crops produce better results. In the A1-W scenario however, more detailed drip irrigation and technical monitoring of the situation is expected to solve drought issues.

3- High intensity rainfall

In both the No scenarios drainage is a major adaptation measure to the participants although this is not new. Also improving the soil structure is mentioned as a key measure to increase permeability of the soil and thus to minimise the risk of damage related to water logging. In the A1-W scenario for the No group the participants mention that more grassland to widen the rotations could improve the soil structure. Also an improved crop selection could help minimize the risk of damage. In the B2-G scenario in the No group more pro-active water management is expected from the water board, to quickly drain the water in case of extreme water fluxes from fields. Also a combination of water storage in nature areas is mentioned in this scenario.

For the PPo scenarios, solutions lay mainly in technological possibilities. By creating fields with curved or level areas ('bolle ruggen voor afvoer van water') where water is automatically drained away from the crop. Another solution is found in the machinery: when lighter materials are used for the machinery, even in wet periods the crops can be sown or harvested. In the A1-W scenario, there is expected to be more opportunity for investment in this type of machinery, as well as for genetic selection of crops to endure wet conditions.

4- Sustained wet conditions during growing season

For the No group in the A1-W scenario participants believe that genetically modified (GM) crops could be a good technological solution against Erwinia. Also for some other diseases that are currently a problem, such as potato late blight this is a good option*. In the B2-G scenario better soil fertility (nutrient management) is an option to minimize the risks of Erwinia. In the B2-G scenario

Functional Agro Biodiversity (FAB) is mentioned as a potential measure against diseases in general as an ecosystem service.

In the PPO group participants raised that GM and keeping fields fallow could be good adaptation measures against diseases. Also for sustained wet conditions, changing to a lighter type of machinery would provide a solution for activity during the wet period.

*Although it is not expected that potato late blight will have more favourable physical condition in 2050 it appears to be a major concern to the participant because mutants of the late blight disease break resistance of new varieties quickly.

5- Soils too wet for traffic-ability

In both orientations and in every scenario the situation of wet soils did trigger discussion on possible adaptation measures. They acknowledge that traffic over wet soils is already a big problem for arable farms in Flevoland and that the tight rotation schemes will have consequences if it gets wetter. According to the participants good soil fertility is important, because fields with low organic carbon will result in bad soil structure if mistreated (by traffic). Fields with high levels of organic carbon are easier to work on in wet conditions because the soil structure is of higher quality and is more easily restored. Participants emphasize investments in technology that can help overcome problems; GPS steering is seen as an effective measure to be able to work on the field without damaging the soil structure. In the No group light-tillage plus direct sowing technique was mentioned for wheat production in the B2-G scenario as a method to minimize traffic.

In the PPO group participants indicated that in the past rotations were too intensive. They have learned their lesson because soil quality decreased dramatically, soil structure was ruined and diseases became more common. Likely, a measure to be taken is to reduce the frequency of potatoes in the rotation.

m.m.

W + Agrarisch natuurbeheer

→ zeer beperkt in dit scenario
an het landert geen opti.
kosten met irrigatie
& koelttechniek bij
brand

- **Warme** < zelf water beheren, pompen, opvangen, bronnen
- **Droogte** < drainage, opteugen, bodemsint. par bouw gewassen op meer gras, rouwte, speding
- **Hevige regenval** < drainage intensieuer actief peilbeheer natuur i.c.m. uiterburg
- **Vochtige omst.** < bemesting optimaliseren (als het kan met FATS)
- **Veldomst. nat** < spitten + zaaien (harue) snel oogsten, invest. in techn. mechanisatie

- * **externe adaptatie** (waterschap etc.)
- * **Mitigatie**

alg: meer onder glas i.c.m. techniek
aardwarmte, windenergie etc

Z.R.

G + Agrarisch natuurbeheer

- **Warme** < vroeg beginnen
wijde bedden + beter geestbeheer
bodemstructuur
zaai water voorraad
- **Droogte** < drainage intensieuer actief peilbeheer natuur i.c.m. uiterburg
- **Hevige regenval** < bemesting optimaliseren (als het kan met FATS)
- **Vochtige omst.** < spitten + zaaien (harue)
- **Veldomst. nat** < meer org. stof + gr. bl. diensten voor maatsch. draagvlak

- * **externe adaptatie** (waterschap etc.)
- * **Mitigatie**

grootste zorgpunt: warm + nat
→ modraak ~ wenselijk 3 km - 7 km

Figure 7 Results for the parallel session of Nature oriented farms with the A1 - W scenario on the left and the B2-G scenario on the right.

mm

W+ Primaire Productie

- Warmte
- Droogte
- Hevige regenval
- Vochtige omstandigh.
- Veldomstandigh. NAT

- * Externe Adaptatie (bv. waterschap)
- * mitigatie

G+ Primaire Productie z.R.

WARMTE

DROOGTE

HEVIGE REGENVAL.

VOCHTIGE OMST.

VELDOMST. TE NAT

- * EXTERNE ADAPTATIE
- * ~~ADAPTATIE~~ MITIGATIE

Figure 8 Results for the parallel session of Primary Production oriented farms with the A1- W scenario on the left and the B2-G scenario on the right.

Stakeholders put much emphasis on generic and already known adaptation measures. Especially improving the soil structure was of high importance because this measure is believed to be effective against a wide range of threats such as: drought, wet field conditions and high intensity rainfall.

Step V: Sensitivity analysis of adaptation measures

To assess whether an adaptation measure is profitable a sensitivity analysis can be performed on costs and benefits. The example in Figure 9 shows a sensitivity analysis for automatic tire inflation correction as a technological measure to improve trafficability and reduce impacts of increased frequency of wet springs on seed potato in the W+ scenario. When the minimum estimated damage (10%; see also damage profile as presented for onion in Table 7) occurs, adopting this measure is not beneficial. When the damage is around the estimated maximum (30%), adoption becomes beneficial when more than 10 ha are cultivated. The figure also shows that when adoption is profitable, this becomes more profitable when the sown area is larger. This is due to the required capital inputs. In this example yields and prices of the current situation are used, but changes in these can also influence profitability.

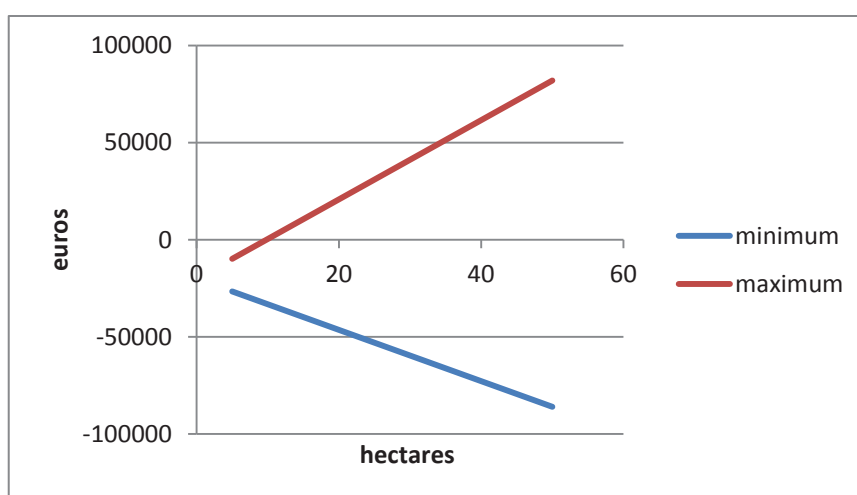


Figure 9 Net benefits of adaptation measure automatic tire inflation correction to reduce impacts of increased frequency of wet springs on seed potato in the W+ scenario, depending on the sown area.

Step VI: Evaluation of adaptation using bio-economic farm modelling

The results of this step are described in Chapter 9 in the AgriAdapt report no. 5 (Wolf et al., 2011). Main conclusions are that the relative impact of climate extremes seems smaller than the impacts of gradual climate change as simulated with crop modelling. As the reduction of impacts by adaptation measures are linked to the impact of climate extremes, benefits of adaptation measures are relatively small. Many adaptation measures are not likely to be adopted according to the bio-economic model, especially when a high capital input is required. Adoption is however sensitive to parameters affecting costs and benefits as shown in the previous section, and to the objectives of

farmers, so this needs to be further explored. Large farms with more capital have more investment opportunities, and therefore a higher adoption of adaptation measures.

Table 7 is a summary of the process as described in this report and serves as input for the evaluation of adaptation with the bio-economic farm modelling.

Crop	Climate factor	Impact	Potential economic loss euro/Ha	Potential damage profile	Historic frequency	G+ 2050 frequency change	W+ 2050 frequency change	Adaptation measures	Scale	Effectiveness	Variable costs	Capital input
Onion	Long dry period in spring	Crop failure	6600	0 - 100 %	3	+1	+1	Irrigation	Farm	High	500	25000
								Re-sowing	Field	Medium	500	500
								Higher sow density	Field	Low	500	500
	Warm and wet - Fungi	Quality decrease of plant tissue and product	6600	50-60 %	1	+13	+17	Crop protection (chemical)	Field	High	1000	50000
								UV crop protection	Farm	High	650	30000
	Long dry period in summer	Decreased growth	6600	30-40 %	4	+5	+7	Irrigation	Farm	High	500	25000
								Increase water holding capacity of the soil	Field	Low	300	

Table 7 Adaptation measures for Seed onion and climate factors that pose main risks .

4. Discussion

Effective adaptation measures for agricultural in Flevoland in 2050

What are the risks and impacts of climate change for agricultural production in Flevoland?

The aim of this study was to assess how agriculture in Flevoland can effectively adapt to climate change in context of other changes. First of all, the risks and impacts of climate change on agriculture production in Flevoland was assessed with the semi-quantitative ACC method and a cropping system model WOFOST. The combination of these methods gives a picture of future climate impact on crop production. The ACC focuses more on the risks related to extreme events and pests and diseases. Although it seems the best possible method to describe future climate risks of extreme event and pests and diseases it has some limitations and shortcomings as described in Schaap et al. (2011).

The ACC method is useful to scan the region for possible risks and impacts of extreme events and to show trends of changing frequencies. The method is therefore equipped to identify the most imminent threats to crop production and prioritize adaption measures. However, the ACC method is less suited as a tool to evaluate the total impact of an event on total crop production in the area due to the spatial and temporal variability of growing conditions

Crop simulation with the WOFOST model shows how potential crop production will develop; see Wolf et al. (2011) for more detailed results and discussion on the outcomes. The impacts show that in general yields will rise towards 2050, but the ACC highlights some changes of the risks for extreme events that cause crop losses and crop damage in terms of quality. The crop simulations with WOFOST showed that future average climate conditions are also an opportunity to gain higher yields.

From the impact analysis with the ACC, drought is flagged to be a problem for crop production. For Flevoland the fresh water supply does not depend on rainfall and can be kept near optimal with water coming from the Dutch river system. Moreover the soil structure and relative low water tables allow for capillary rise of groundwater to the root zone. This was explicitly mentioned in the stakeholder workshops, and is also shown with the crop simulation modelling. Even if there is a drought effect and yield decrease this is not perceived as a problem. Price mechanisms works as follows in the case of drought: low yields because of drought on National-European scale create scarcity on the markets, Flevoland has a comparative advantage to other regions were drought has a higher impact and prices go up because of this scarcity. The virtually non-existing problem of drought for the main arable crops can be a problem for specific crops such as flower bulbs or crops that are vulnerable in a very specific stage in the growing season (e.g. onion directly after emergence).

Is the changing climate being recognized as a major driver by farmers and other stakeholders?

Farmers recognize climate as a driver of crop production and farm performance, but consider other drivers such as markets, policy and technology development more important. This is consistent with our scientific assessments, showing the relative importance of these different drivers. Results of crop model simulations can be understood, but these are difficult to recognize by the farmers. The ACC method provides a good tool to discuss specific climate risks that are directly observed in the fields by the farmers. Most of the climate risks as identified by the ACC were also occurring on at least some of the farms. Some were not considered as problematic, as adaptation measures are already available and applied. For other climate risks, adaptation strategies need to be developed.

Is adaptation already taking place?

From the results in Workshop II it was clear that a large share of the adaptation is already taking place because farmers indicate that the adaptation measures are current practice. However, this does not mean that the scale and intensity of the adaptation measure has already reached the potential adoption levels. Information from Workshops I and II helped the participants to evaluate the potential for current adaptation practices in a situation with a changed climate.

What are effective adaptation measures for each climate factor?

For each of the climate factors that are identified as climate risks as the potential damage is high and frequencies are expected to increase, adaptation measures have been identified. One of the most important adaptation measures is improving the organic matter content of the soil to improve the soil structure. Furthermore the emphasis of the adaptation regarding wet circumstances (for both wet soils during planting/harvest and high intensity rainfall events) is on better drainage. As a matter of fact farmers are improving the drainage of their fields constantly. They do this to meet the demand for high quality products. A much heard of adaptation measure is a more proactive water management by the water board. This measure seems very practical but it can also be that farmers underestimate the technical problems associated with this measure.

For pests and diseases the proposed adaptation measures are breeding efforts to increase resistance, especially in the A1-W scenario. But in the B2-G scenario also preventive measures are mentioned such as an optimal soil quality to make the healthy plants less susceptible to diseases. Farmers in Flevoland don't see many opportunities for Functional Agro Biodiversity (FAB) measures because these are costly measure without a guarantee for keeping disease pressures down.

The level where the adaptation measures take place differ. For improving the organic matter content the farmer can choose to do this on a field level. Whereas breeding for higher resistance of crops will require a sector wide approach with possible even the need for knowledge from universities. Adaptation on the provincial/water board level is also a different level. Water boards are not likely to take an adaptation measure such as a more proactive water management if the costs are high and if the benefits for farmers are largely unknown.

In earlier studies (Easterling et al., 2007), adaptation measures were quantified using crop models. A crop model however, can only assess the impact of improved cultivars and earlier sowing dates, as the simulations with WOFOST showed, these measures have some impact, but not much. Furthermore, in Flevoland, as yields are projected to increase with climate change, these are options that further increase yields, instead of minimizing losses. The ACC method allows to identify the major climate risks, and focus the identification and subsequent quantification of impacts of adaptation measures on the most relevant ones.

What are feasible adaptation strategies given the context of two contrasting 2050 scenarios?

Many of the adaptation measures identified are currently already applied. Whether these will still be adopted in the future, and whether other ones will be adopted, depends on the future scenario. In the A1-W scenario, there will be more focus on production and intensification, and therefore technology options will be more often adopted, like for example genetic modification or the use of more efficient machinery. In the B2-G scenario there is more attention for the environment, so also other measures, like improving the soil structure, receive much attention.

Stakeholder interaction and co-learning

The aim of the interaction with stakeholders is to inform them and to learn from them.

Do stakeholders consider identified climate risks as risks on their farm and do they perceive damage?

Farmers did recognize the future risks of extreme events and pests and diseases as important climate factors. During the stakeholder process farmers shared their knowledge on current impacts from extreme events. However, although the current overview of most important impacts is quite extensive, it can still be argued that the overview is not complete. Although some climate factors were not given high priorities due to low economic impact for example, the information was still valued. Also opportunities were identified. This information was highly valuable to the researchers to refine the list of risks and impacts. In Workshop II the participants acknowledged the fact that the extreme events that were ultimately presented were the most important extreme events for the region of Flevoland.

Do stakeholders agree that identified adaptation measures are relevant?

Results from Workshop II show that there are many adaptation measures to think of. However, not all adaptation measures are effective. And, not for every climate factor suitable adaptation options are present that are also cost efficient. Especially the pests and diseases are problematic climate factors in the Flevoland region.

Results from Workshop IV show a variety of feasible adaptation strategies in two contrasting 2050 scenarios. Those were the ones getting most attention and can be considered as the most relevant for the stakeholders.

Do stakeholders recognize the classified farm types and their change in structure over time in different scenarios?

Farm structural change was discussed with stakeholders, and their ideas were included in images of future farms. In some cases, the expectations from stakeholders diverged from what could be expected based on historical analysis. For example, historical trends do not indicate fast increases in size, and therefore the scenarios on size increases are also limited. Farmers however expect a doubling or tripling, especially in the A1-W scenario. Probably this is also partly due to the type of farmers that were involved in the workshops. Generally, these were innovative farmers, involved in agricultural organizations and water boards.

Based on collected knowledge from research experiments and stakeholder workshops, can we design adaptation strategies?

The stakeholders did their best to design effective adaptation strategies in Workshop IV. However, because the parallel sessions had a lot of information as input, the participants did not always use all the information. In the end they managed to design general adaptation strategies for 1) warm conditions, 2) drought, 3) high intensity rainfall events, 4) wet and warm condition during the growing season and 5) wet field conditions during planting/harvesting. Unfortunately the information about the orientation did not give desired results because the participants in Flevoland found it hard to imagine a scenario in the A1-W world with a nature orientation. Partly because this orientation is already practically non-existent in Flevoland. Nevertheless the participants did follow the task to make adaptation strategies as good as they could. The results can be used as most relevant adaptation strategies were given, but the discussions also showed that adaptation also differs per farmer and location, and each farmer has to define his/her own adaptation strategy.

Concluding remarks

The concept of risk is daily reality for most farmers and the ACC seemed to do well as a method to further discuss the potential risks. In the discussion with farmers on the risks and impacts from extremes the farmers relate the impacts directly to their current situation with site specific characteristics. They do point out the fact that there is spatial variability and that described impacts found on location A can be very different from location B due to differences of the water table, soil structure, and management..

Because farming operations are sensitive to economic incentives such as subsidies and market prices, also the future adaptation options are driven by these incentives. This point is also made by Otto-Banaszak et al. (Otto-Banaszak et al., 2011) where the authors point out that collective adaptation is difficult as the economics incentives are dynamic because of fluctuating market prices and even subsidies.

Some of the stakeholders, including scientists, are more focussed on the technical aspect of adaptation. Policy makers, scientists are interested in the quantitative details of the risks and the without considering the markets as an integral part of the balance. Other

stakeholders such as policy makers are also interested in the economics of adaptation but then more from a 'cost to society' perspective. "Can we reduce the need for additional fresh water with new technology?"

For individual farmers adaptation is not something they 'need to do', at least not on the short term. Most farmers acknowledge that in the future adaptation is needed but for most it is too early to invest in risk management for climate change if other risks such as market prices are dominant. To make the necessary risk assessment and the cost and benefit equation farmers need improved information on future climate change impacts. Information, especially on not-regrets adaptation measures are already of value to farmers. However, the uncertainty about future developments of markets, policy and technology and climate change impacts is for a large portion of the adaptation measures too high to justify large investments. The scenario approach helped farmers and stakeholders to focus on the "what if" questions and structure the discussion.

Literature

- Andersen, E., Elbersen, B., Godeschalk, F., Verhoog, D., 2007. Farm management indicators and farm typologies as a basis for assessments in a changing policy environment. *Journal of Environmental Management*, 82(3), 353-362.
- Bohunovsky, L., Jäger, J., Omann, I., 2011. Participatory scenario development for integrated sustainability assessment. *Regional Environmental Change*, 11(2), 271-284.
- De Wit, J., Swart, B., Luijendijk, E., 2009. *Klimaat en Landbouw Noord-Nederland: 'effecten van extremen'*, Grontmij, Houten, The Netherlands.
- Easterling, W.E., Aggarwal, P.K., Batima, P., Brander, K.M., Erda, L., Howden, S.M., Kirilenko, A., Morton, J., Soussana, J.-F., Schmidhuber, J., Tubiello, F.N., 2007. Food, fibre and forest products. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge, UK.
- Kolk, J.W.H.v.d., Korevaar, H., Meulenkamp, W.J.H., Broekhoff, M., Maas, A.A.v.d., Olde Loohuis, R.J., Rijk, P.J., 2007. *Verkenning duurzame landbouw : doorwerking van wereldbeelden in vier Nederlandse regio's*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen.
- Nakicenovic, N., Swart, R., 2001. IPCC special report on emissions scenarios.
- Otto-Banaszak, I., Matczak, P., Wessler, J., Wechsung, F., 2011. Different perceptions of adaptation to climate change: a mental model approach applied to the evidence from expert interviews. *Regional Environmental Change*, 11(2), 217-228.
- Reidsma, P., Ewert, F., Lansink, A.O., Leemans, R., 2010. Adaptation to climate change and climate variability in European agriculture: The importance of farm level responses. *European Journal of Agronomy*, 32(1), 91-102.
- Riedijk, A., Wilgenburg, R.v., Koomen, E., Borsboom- van Beurden, J., 2007. Integrated scenarios of socio-economic and climate change; a framework for the 'Climate changes Spatial Planning' programme., Vrije Universiteit van Amsterdam / Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Schaap, B., Blom-Zandstra, M., Hermans, C., Meerburg, B., Verhagen, J., 2011. Impact changes of climatic extremes on arable farming in the north of the Netherlands. *Regional Environmental Change*, 1-11.
- van den Hurk, B., Klein Tank, A., Lenderink, G., van Ulden, A., van Oldenborgh, G.J., Katsman, C., van den Brink, H., Keller, F., Bessembinder, J., Brugers, G., Komen, G., Hazeleger, W., Drijfhout, S., 2006. KNMI climate change scenarios 2006 for the Netherlands, KNMI, De Bilt.
- Van Diepen, C.A., Wolf, J., Van Keulen, H., Rappoldt, C., 1989. WOFOST: a simulation model of crop production. *Soil Use & Management*, 5(1), 16-24.
- Van Drunen, M., Berkhout, F., 2008. *Applying WLO for Climate Change*, Institute for Environmental Studies, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Weaver, P.M., Rotmans, J., 2006. Integrated sustainability assessment: What is it, why do it and how? *Int. J. Innov. Sustainable Develop.*, 1(4), 284-303.
- Westhoek, H.J., Van Den Berg, M., Bakkes, J.A., 2006. Scenario development to explore the future of Europe's rural areas. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 114(1), 7-20.
- Wolf, J., Mandryk, M., Kanellopoulos, A., Oort, P.v., Schaap, B., Reidsma, P., Ittersum, M.v., 2010. Methodologies for analyzing future farming systems and climate change

impacts in Flevoland as applied within the AgriAdapt project, Wageningen University and Researchcentre, Wageningen.

Wolf, J., Mandryk, M., Kanellopoulos, A., Van Oort, P., Schaap, B.F., Reidsma, P., Van Ittersum, M.K., 2011. Integrated assessment of adaptation to climate change in Flevoland at the farm and regional level. , Wageningen University and Research Centre, Wageningen.

Annex A1: Minutes of Workshop I

These are the condensed minutes of workshop I that were held at the 27th of February 2009 at the Havikshorst. Raw material for the seed potato, sugar beet, winter wheat and Flevoland session is found in the following section in Dutch.

Seed potato

Deelsessie 1: POOTAARDAPPELEN

onverkort (concept)verslag

Voorzitter: Bjartur Swart
Reflectant Kees Bus (PPO Lelystad)
Notities Rob Smidt

Aanwezig: Menno Schuiringa, Bart Muntjewerf, Jo Maerman, Jan den Tonkens, Gjael Miedema, Sjaak Dudink, Gerard Waalkens, IJsbrand Rijzebol, Kees de Vries, Kees Bus (reflectant), Dirk Osinga, Kees

Intro Bjartur: Geen discussies maar vooral opmerkingen en visies vanuit de praktijk.

Korte samenvatting van de reflectant:

- Hogere CO₂ → meer productie : dat klinkt positief
- Negatief: meer extreme neerslag
 - o bij klei → structuurverslechtering; ontwatering en drainage worden belangrijk
- warme winters leiden tot meer problemen bij de koeling;
 - o (positief) warmer opslag: minder problemen bij vorst
 - o (negatief) nattere winters: meer problemen en verhoogde kans op rotting
- druppelirrigatie kan doorwas beperken
- mbt ziekten en plagen, mist Kees Bus de volgende aspecten in de rapportage:
 - o (geen) aandacht voor de Colorado Kever (3^e gen.)
 - o grotere kans op aanvoer van bladluizen door de oostenwinden in de (drogere) zomers; dit aspect treedt naar verwachting wel op in het noorden, ondanks de veronderstelde zeewind in dit gebied (Noot RS: *de lokale zeewind kan de, vaak sterke, oostelijke luchtstroom niet geheel afremmen, de kans op extra aanvoer van bladluizen zal ook tot in het noordelijk kustgebied kunnen doordringen*)
 - o ook de soort aaltjes belangrijk (1 generatie/jaar)
 - o gevaar voor Roodrot en Pytium als het water vd plensbuien niet weg kan.
 - o ook is een verschuiving naar agressievere Erwinia soorten mogelijk door de warmere zomers
- oplossingsrichtingen:
 - o waarschuwingssystemen worden belangrijker voor de ziekten en plagen
 - o spuitbanen (voordeel: na regen berijdbaar; nadeel: geen gesloten gewas meer, waardoor gevoeliger voor binnenkomst ziekten en plagen, mn Pytium)
 - o verbeteren bodemstructuur

Reacties vanuit de zaal:

- Kardinaal punt wat ontbreekt is: bemesting
 - o om Erwinia beter te beheersen moet de plant sterker gemaakt worden
 - o bemesting is ook goed voor een betere bodemstructuur, dit verbetert ook de waterhuishouding (vaak komen de zware buien als de hoeveelheid organisch stof in de bodem laag is)
- bodemstructuurprobleem ook veroorzaakt door (trend naar) veel te zware machines
 - o dit leidt ook tot problemen bij het rooien
- grondbewerking: bodem verbeteren door compost
- betere waterberging door:

- o goed rond leggen van de kavel
 - o drainage,
 - o goed slotenstelsel
 - o betere bodemstructuur
- een goede bodemstructuur is ook bij droogte van belang

mbt bufferzones, inundatie:

- in het project is niet gekeken naar bufferzones als mogelijkheid voor waterberging; in de praktijk betreft dit maar een relatief klein deel van het totale oppervlak
- men gelooft niet dat aardappelland zal worden aangewezen als bergingsgebied
- waterafvoer: water moet in principe ter plekke worden opgevangen.

tussentijdse samenvatting vz: "Probleem 1 is ziekten en plagen, probleem 2 is waterberging, probleem 3 is droogte & doorwas".

mbt droogte en doorwas:

- pas als bodemstructuur ook echt enkele procenten verbetert, is structuurverbetering een optie, maar een meer hittebestendige aardappel ziet de praktijk niet zitten; de aardappel is van origine al een hittebestendig gewas.
- stikstofbemesting wordt belangrijk, want: minder N meer doorwas.
- ook een gesloten gewas remt de opwarming van de bodem en remt de doorwas
- in 2008 bleek het aardappelgewas over een grote herstelkans te beschikken: door de langdurige droogte in juni vreesde men aanvankelijk voor een misoogst, maar in augustus was daar al lang geen sprake meer van
- druppelirrigatie is in principe een (te) dure investering, want deze uitgave moet je al maken voordat je weet of je hem nodig hebt. Bovendien is in Friesland en Groningen het gebruik van oppervlaktewater niet toegestaan, daardoor is men aangewezen op het iets brakkere grondwater. Dit is hoogstens wel te gebruiken in om de teelt te starten maar later in het teeltseizoen is dit niet meer geschikt ivm schade aan het gewas.
- het is technisch wel mogelijk om grondwater te gebruiken; in de NO-polder gaat dit prima, maar langs de kust is het grondwater (te) brak.

mbt perspectief voor het gebied:

- de klimaatverandering wordt niet als bedreigend gezien; het beleid vanuit Brussel wel, zoals bijvoorbeeld 15% vermindering van de produktie in NL en verschuiving naar Noord Frankrijk
- Bij verschuiving van de pootaardappelteelt naar Noord Frankrijk wordt ook opgemerkt dat er goede kansen liggen voor Noord-Nederland, want Noord-Nederland krijgt uiteindelijk het klimaat van Noord Frankrijk
- men gelooft niet dat door de toename van CO2 de produktie (vanzelf) omhoog gaat
- het areaal pootaardappelen neemt af in Nederland (agv Brussels beleid)
- met een ruime teeltwisseling, een goede bodemstructuur en minder zware machines blijft de teelt van pootaardappelen mogelijk, al geeft dit wel een hoge kostprijs.
- Erwinia blijft een probleem
- het onderwerp mechanisatie is niet aan de orde geweest in het gesprek (brede paden zijn prima, om Erwinia te kunne blijven bestrijden, maar brede paden zijn niet goed voor de bodemstructuur).

Sugar beet

Deelsessie gewasronde 1 Suikerbiet

Voorzitter: Jan Verhagen

Notulist: Jaap de Wit

Reflectant: dhr. Lamers (PPO Lelystad)

Aanwezigen: D. Hollenga (stuurgroep Klimaat Noord-Nederland), Dhr. Michielsen (teler) (Lelystad), mevr. Reidsma (Wageningen UR), Dhr. Huijbrechts (IRS), Dhr. Wage, dhr. de Zeeuw (Avebe)

Samenvatting

- Men kan zich vinden in de weergegeven klimaatfactoren. Hitte en waterbeschikbaarheid gaat belangrijker worden (met name op de lichtere gronden). Schadebedragen zijn discutabel. In de praktijk komt de schade vaker lager uit. In de tabel wordt voorgesteld om schade van langdurige droogte aan te passen naar 25 – 35%. Nachtvorst: 10 – 20%. Mogelijk tevens rooibaarheid in het najaar meenemen;
- Aandacht voor een grotere ziekten en plagendruk. Door gewasbescherming en veredeling verwacht men dit voldoende te beheersen. Als resistentie wordt doorbroken kan dit grote risico's met zich mee brengen.
- Een positief gevolg van klimaatverandering is een warmere winter waardoor mogelijk eerder ingezaaid kan worden. Hierdoor zou een hogere opbrengst kunnen worden gerealiseerd.
- Als klimaatfactor dienen tevens natte zachte winters te worden opgenomen. Dit is namelijk bepalend voor het eerder kunnen inzaaien.
- meenemen.
- In Italië zijn tegenwoordig problemen met de teelt van suikerbieten. De kwaliteit van de bieten is onacceptabel. Van de ziekten en plagen die daar voor komen waar we van kunnen leren.
- Er zal mogelijk geïnvesteerd moet gaan worden in de bietenbewaring (in december en januari). Bieten moeten koel en droog bewaard worden. Suikergehalte in de bieten neemt ongeveer met 0,1% af per week. Mogelijk met name een probleem in Flevoland aangezien de beschikbare oppervlakte beperkt is. Mogelijk dat naar een nieuwe manier van bewaren moet worden gekeken.
- Wereldwijd wordt er gekeken daar waar de teelt van suikerriet in de problemen komt er suikerbieten als alternatief geteeld kunnen worden.
- Mogelijk dat restproducten of andere stoffen van de suikerbiet interessant worden. Voorbeelden zijn biogas en bio-ethanol.
- De oppervlakte van de teelt is de afgelopen jaren afgenomen door politieke beslissingen (quotum). Als door de klimaatverandering het teeltareaal toeneemt dan wordt de ziekten en plagendruk ook groter. Beheersing hiervan zal belangrijker worden.
- De ruimte voor de suikerbietenteelt in NL is er. Tevens is de grond goed, NL is vlak en het klimaat wordt gunstiger. De wereldmarkt zal echter bepalend zijn voor het areaal.
- De suikerbietensector is tevens zeer goed georganiseerd. Onderzoeksinstituten in Europa werken goed samen. Tevens zijn de bietenketens goed georganiseerd in Europa.
- Veredeling gaat snel

Winter wheat

Deelsessie 2: GRAAN en BOLLEN (Lelie)

onverkort (concept)verslag

Voorzitter: Greet Blom-Zandstra

Reflectant: Dirk Osinga

Notities: Rob Smidt

Aanwezig: Haje Waalkens, Haje Doldering, Dirk Osinga, mw Pytrik Reidsma, Kees de Vries, Sjaak Dudink, Arnout Michielsen, Bart Muntjewerf, Jan den Tonkens.

Intro voorzitter:

Tarwe wordt geteeld vnl langs de noordkust en in Flevoland. Tarwe is gevoelig voor:

- langdurige droogte
- aanhoudend natte omstandigheden (ivm ziekten)
- later in het groeiseizoen ook voor veel wind (legering)
- natte omstandigheden bij de oogst

Lelie wordt m.n. geteeld in Drenthe en in de NO-polder. Lelie is ook gevoelig voor (aanvulling Osinga):

- regenval en hagel
- in juni ook voor schimmelziekten

Korte samenvatting van de reflectant:

- Tekstuele opmerkingen mbt de rapportage:
 - o waar winterpeen staat moet lelies staan bij de bollen
 - o lelies worden niet per kilo verhandeld maar per stuk (wanneer dit wordt gecorrigeerd in de berekeningen compenseert dit elkaar uiteindelijk redelijk, zegt Osinga)
- 50% als schade percentage voor als het land onder water staat is niet genoeg; in de praktijk komt het er op neer dat 100% oogstverlies optreedt; de halfaangetaste bollen zijn per definitie verloren ("de bollen worden bijvoorbeeld niet half doorgesneden") → *Graag bijstellen in rapport.*
- in oktober/november is de neerslag belangrijker → gevarenzone voor het rooien; de extremen bepalen hier meer het oogstverlies door niet te kunnen rooien.
- De teelt kent in het verleden een goede ruilverkaveling, drainage en ontwatering; toekomstig gebiedsbeleid van de rijksoverheid kan dit verstoren. (RS: *hoe moet je dat zien??*)
- Een hogere temperatuur in de toekomst is geen probleem; dit kan juist meer opbrengst opleveren
- een hogere temperatuur leidt wel tot een groter aaltjesprobleem; waardoor de opbrengst juist daalt
- een hogere temperatuur zal ook leiden tot **andere** onkruiden, w.o. knolcyperus, daarnaast nemen virussen i.h.a. toe.
- de term 'katoen' in katoenluis mag weg: luis
- Er is terecht vermeld dat een groot deel van de teelt als contractteelt wordt uitgevoerd (*rapport: "Telers in Noord-Holland huren bij kwekers in Drenthe grond om daar te telen"*), dit kan ook een verschuiving van de teeltgebieden inhouden.
- Het gepresenteerde kaartje met de lelieteelt is misleidend; de teelt vindt met name in Drenthe plaats. (Noot Rob Smidt: Omdat de basisregistratiepercelen geen onderscheid maakt tussen de verschillende bollengewassen, maar allen 'bollenteelt' vermeld, zijn er teveel locaties voor de lelies in beeld gebracht; dit moeten we in de rapportage ondervangen door te vermelden dat het op de kaart om alle bollenteelt-locaties gaat en in de tekst nader vermelden waar de lelieteelt zich met name bevindt).
- **Hagel:** een groot deel van de gewassen is verzekerd tegen hagelschade; meer kans op hagel betekent ook hogere premies als kostenpost
- de hogere neerslaghoeveelheden leiden ook tot wegspoelen van bemesting; dit mag in het teeltseizoen niet meer worden aangevoerd → een zeker effect op de opbrengst mag niet worden uitgesloten.
- het genoemde bedrag voor veredeling wordt als te laag beoordeeld.
- **Waarom lelies gekozen ipv tulpen?** Tulpen staan juist in de moeilijke (winter)maanden op het land. Het IJsselmeer heeft in de winter een hoger peil; daardoor is het moeilijker voor de tulp om te wortelen.

Reacties vanuit de zaal:

- Peilverhoging in IJsselmeer is de komende 40 jaar niet te verwachten; het waterschap verwacht geen problemen bij een peilverhoging. Deze zijn er nu bij een extra peil van 10 cm ook niet. Rondom de aanleg van nieuwe natuurgebieden in de NOP is ook een ander peil te verwachten
- De ziektedruk neemt toe; bollentelers zijn wel aan het anticiperen via betere ontwaterde gronden, het zoeken naar nieuwe locaties, greppels frezen, bodemstructuurverbetering, het rond leggen van de kavels e.d. Er is een herwaardering voor kalk als middel om de bodemstructuur goed te houden.
- Moeten bollen nog wel in het bouwplan worden opgenomen? → afwisseling van bollen en graan gaat goed samen voor een goede bodem.
- Voor telers in de Flevopolder is graan meer bouwplanvulling en geen hoofdgewas
- 's Winters verzilten de sloten, daarom is doorspoelen aan het eind van de winter nodig.

Gewasbescherming:

- Drogere perioden leiden tot meer luizen / schimmels in de herfst; ook de kans op het gerstvergelingsvirus wordt groter. Bij de huidige gewasbeschermingstrategieën is dit nog geen probleem, maar dit kan door de klimaatverandering wel veranderen.
- In granen worden relatief weinig gewasbeschermingsmiddelen gebruikt; in de bollenteelt worden meer middelen gebruikt.
- Tagetes is een goede mogelijkheid om aaltjes te bestrijden; maar boeren kiezen nog vaak voor de natte grondontsmettingsmiddelen.
- Introductie van een nieuwe bestrijdingsmethode is vaak een kosten/baten kwestie.
- Verticillium is een goed alternatief (biologisch) middel om Rhizoctonia te bestrijden, maar telers vinden het maar moeilijk toepasbaar.
- Korte heftige buien van 50 mm geven geen schimmelproblemen.
- Sommige telers zijn wel optimistisch over de klimaatverandering en de prijsontwikkeling.
- Verspreiding van ziekten is ook te beperken door minder ver uit elkaar liggende percelen

Waterpeil

- Bodemdalinggebieden bevatten ook bollenteeltbedrijven. Osinga legt uit dat als je er eenmaal zit als bedrijf je niet zomaar verhuist.
- Ontwatering: De overheid houdt wel rekening met ontwatering op gebiedsniveau; maar op bedrijfsniveau is dit niet zelf te regelen, dus is men vaak afhankelijk van provinciaal beleid bij natuurontwikkeling. De provincie zou gescheiden watersystemen moeten ontwikkelen voor agrarisch gebruik en voor natuur, want dit gaat in de praktijk niet goed samen. Zo concreet is het echter nog niet.
- Men heeft het gevoel dat vroeger bij de drooglegging van de polders gekozen is voor waterpeilen, meer voor de landbouw dan voor de natuur. Tegenwoordig is de aandacht verschuivende naar meer voor de natuur dan voor landbouw.
- Flevoland heeft een goede drooglegging, de grond klinkt in. Wel vindt er soms onderbemaling plaats.

mbt waterhuishouding voor Fase3:

- Tendens naar natuur en waterpeil is gaande (ipv landbouw en waterpeil)
- Als telers kijk je wel naar de overheid, maar op bedrijfsniveau kun je niet veel (maar er is bijv. geen ramspoed op dit vlak). Er moet dus meer op regionaal niveau worden gekeken.
- Het voorkomen van afwenteling van (teveel) regenwater van verharde gebieden (dorpen/steden) naar oppervlaktewater landbouw.

Biodiversiteit en schaalvergroting:

- Grotere biodiversiteit door minder te spuiten
- op bedrijfsniveau te beïnvloeden door bredere akkerranden, bijv. via de vergoedingsregeling van kopakkers van 6 meter. Deze vergoedingsregeling wordt door de provincies Friesland en Groningen niet meer ondersteund.

Samenvatting voorzitter tot slot:

- “Waterhuishouding wordt een groter probleem”;
- “Ziektedruk wordt een groter probleem” → De groep boeren verwacht juist dat dit een minder groot probleem wordt.

Flevoland Region specific risk and impacts

Deelsessie bouwplan Flevoland

Voorzitter: Bjartur Swart

Notulist: Jaap de Wit

Aanwezigen: dhr. Lamers, dhr. Dudink, dhr. Wester, dhr. Langebeeke, dhr. Michielsen, dhr. Bergmans, dhr. Tonkes, mevr. Reidsma.

- Indeling in 2 gebieden op basis van bouwplan (Noordoost polder en Zuidelijk Flevoland) is goed

- Verschillen in bedrijfsgrootte en intensiteit bouwplannen
- In Oostelijk Flevoland is veel gediëpploegd, waardoor lichtere gronden zijn ontstaan
- Stijging van het IJsselmeer mogelijk een groter probleem (voor lelies en tulpen)
- Er zijn al locaties waar wordt onderbemalen
- Grootste probleem is het voldoende goed water tot de beschikking hebben
- Bollentelers zijn van west naar oost gegaan vanwege de waterkwaliteit
- Inklinking bodem een probleem
- Minder waterbergend vermogen van de polder vanwege inklinking
- Klink speelt met name in de gebieden rond Tollebeek, Emmeloord – Espel. Mogelijk dat het in de toekomst moeilijker wordt deze gebieden droog te houden.
- Huidige problemen zijn veelal met technische maatregelen opgelost (bv. onderbemaling). Politiek gezien is dit niet gewenst.
- Kwaliteit van bronwater is van belang. Dit jaar zoutschade in witlof door bronberegening. Er zijn echter bronnen waar de kwaliteit van het bronwater niet is veranderd. De kwaliteit van bronwater is sterk locatieafhankelijk.
- Mogelijk teeltverschuivingen, langere groeiperioden door hogere T, grotere ziektedruk (aaltjes). Met gewaskeuze is op bodemziekten te sturen. Leren van ziekten in het buitenland
- Luizen zullen extra aandacht vragen, vanwege grotere overlevingskans in de winter, overbrengen van ziekten door luizen een groter probleem
- Maatregelen wateroverlast richten op bodemstructuur. In Flevoland is bodemstructuur een groot probleem. Steeds meer percelen waar water op blijft staan, er wordt daarom tegenwoordig veel gekilverd.
- Mogelijke maatregelen zijn: overschakelen biologische landbouw met een ruime tot zeer ruime vruchtwisseling. Saldo is echter belangrijk!!! Andere maatregelen zijn lichtere machines, dag- en nacht werken (door mogelijkheden precisielandbouw), aandacht voor bodemleven, rijpadenteelt, rendement bepaalt!
- Verwacht wordt dat klimaat niet leidend zal zijn voor introductie van nieuwe gewassen. Bouwplan wordt bepaald door de markt (graanprijs). Gewassen met een hoge toegevoegde waarde kunnen interessant worden, mogelijk worden deze eerder toegepast vanwege ruimere bouwplannen.
- Lokale markt krijgt steeds meer aandacht, streekeigen producten, betrokkenheid consument. Kansen die hier liggen moeten worden benut.

Annex A2: Minutes of Workshop III

The following minutes of Workshop III are in Dutch.

Verslag van de scenario's bespreking met de akkerbouwers op 1 Maart 2010

Maryia Mandryk, Pytrik Reidsma

Algemeen

1. Boeren begrepen de vragen goed en hebben per scenario enthousiast de voorgestelde vragen beantwoord. In die zin was het een goede bijeenkomst. De twee contrasteerde toekomst visies (Mondiale markt en Zorgzame regio) zijn herkend door de akkerbouwers. Deze context is goed meegenomen in de beschrijvingen van gangbaar intensief akkerbouwbedrijven van de toekomst. Ze hebben een goede argumentatie gegeven van hoe ze per scenario bepaalde keuzen zouden maken om succesvol met het akkerbouwbedrijf te zijn. De boeren hebben marktkansen voor akkerbouwbedrijven benoemd, ook zijn ze ingegaan op een aantal andere zaken zoals: bedrijfsomvang, bouwplan, technologie en waterbeheer. Deze informatie kan dus van nut zijn bij verwerking van de scenario's en bedrijfstypologie.
2. De boeren hebben de voorbeelden van de mogelijke strategieën opgepakt die op de slides stonden om de antwoorden te structureren (bedrijfsomvang, gewassen, technologie, marktkansen). Ze hebben geen alternatieve categorieën aanpassingen bedacht (behalve waterbeheer, welke vaak aan technologie gekoppeld wordt). Dit kan twee dingen betekenen, of de deelnemers hechten veel waarde aan de voorgestelde categorisering van de vragen, of we hebben volgens de deelnemers de juiste vragen gesteld..
3. Voor agrariërs is het belangrijkste doel in beide scenario's om het bedrijf voort te kunnen zetten en dat ze op een maatschappelijke verantwoorde wijze kunnen verdienen met het akkerbouw bedrijf. Dat is belangrijk bij de bepaling van de "oriëntatie" van de agrariërs die gebruikt wordt voor het maken van een typologie. Bijvoorbeeld, boeren gaan aan alleen aan natuurbeheer doen alleen als ze daarvoor betaald worden. Er is een kleine groep boeren die bewust voor de natuurbeheer kiest, maar economisch voordeel is hier de sturende factor.
4. Het Mondiale markt scenario heeft schijnbaar de voorkeur bij de akkerbouwers, vanwege betere mogelijkheden om met het gangbare bedrijf door te gaan, mits de subsidies voor suiker niet verdwijnen. Ze hoeven daarin minder creatief te zijn en andere (lokale en dus diversere) oplossingen te zoeken zoals verwacht in het Zorgzame regio scenario. Dit feit moet genoemd worden bij verwerking van de scenario's. Hierbij moet opgemerkt worden dat voor het wegvallen van de suikersubsidies er wel structurele verandering in het verdienmodel plaatsvinden.
5. Klimaatverandering is niet direct relevant voor het doen van structurele aanpassingen op een bedrijf. Dat is een belangrijke conclusie die in het de paper van Maryia "Scenario's van structurele aanpassingen op bedrijfsniveau voor toetsing van adaptatiestrategieën aan klimaatverandering" gebruikt zal worden. Klimaat geeft wel een context, maar markt en beleidsontwikkelingen (samen met technologie) zijn de bepalende factoren voor structurele aanpassingen, ook voor de toekomst. Dat moet in het paper heel duidelijk aangegeven worden (relevante belang van drijvende factoren).
6. Waterspiegelstijging van het IJsselmeer zoals door commissie Veerman voorgesteld en weerextremen zijn belangrijke factoren voor de scenario definitie. Het huidige waterbeleid beoogt dat het IJsselmeerpeil op de lange termijn met de zeespiegel mee zal stijgen. De dijken langs het IJsselmeer zullen dan moeten worden verhoogd. Als alternatief voor dijkversterking wordt in het Water Innovatie (WINN) project onderzoek gedaan naar het grootschalig herinrichten van het IJsselmeergebied door het aanleggen van geulen, ondieptes, eilanden en vooroevers. Het is nog niet bekend of deze maatregel het areaal akkerbouw in Flevoland zal beïnvloeden.
7. Er wordt dezelfde volgorde van belang van adaptatiestrategieën benoemd voor beide scenario's, behalve bedrijfsomvang die in het Zorgzame regio de laatste optie was. Deze informatie zal gebruiken worden bij scenario verwerking.

Mondiale markt

In het algemeen had dit scenario positieve reacties van de ondernemers. Teeltsystemen in Flevoland zijn gericht op wereldmarkt met hoge kwaliteit van de productie en innovatieve technologie. Pootaardappelen en consumptie aardappelen blijven kerngewassen. De grond in Flevoland is te duur voor energiegewassen

voor de wereldmarkt, maar duurzame energie heeft grote potentie in Flevoland, met name wind-, zonne energie, vergisting. De markt is als sturende factor genoemd. De boeren moeten zelf de markt opzoeken. Aanpassingen van de teeltsystemen aan klimaatverandering wordt met name door het gebruik van technologie gerealiseerd.

8. De prioritering van de adaptatie strategieën is als volgt: markt>bedrijfsomvang>gewassen>technologie. In algemeen wordt verwacht dat de markt (en beleid) de meest bepalende factor is voor bedrijfsadaptatie.
9. Markt: hoogwaardige producten, duurzame energie, biologisch vergelijkbaar met gangbaar, leveren van kennis
10. Bedrijfsomvang: twee of drie keer grotere bedrijven, veel samenwerking, gehuurd land, kleine bedrijven hebben kansen op lokale markt. Interessant is dat bedrijfs opschaling volgens ondernemers groter was dan volgens onderzoekers. De aannamen volgens onderzoekers zijn op mate van trends naar 2050 (ongeveer 60-80 ha), en volgens ondernemers is het oppervlakte ca 3 keer groter (150-180, en voor bedrijven met samenwerking tot 300-500 ha). Er moet rekening gehouden worden met de getallen gegeven door akkerbouwers bij het bepalen van hoe de bedrijven in 2050 daaruit zitten qua omvang. Trends van meer gehuurd land en samenwerking met andere ondernemers worden herkend. Meninge over intensiteit worden verspreid. De bedrijven kunnen minder intensief worden door verdubbeling van oppervlakte of ze gaan meer intensief worden door verbreedingsactiviteiten.
11. Gewassen: discussie wel/geen energiegewassen, ruimere rotaties, pootaardappel sterk, zoek naar 4^e gewas, meer groenten, nieuwe rassen met dubbele opbrengsten. Boeren zijn er niet mee eens dat er geen suikerbieten in de rotatie voor het Mondiale markt scenario. Ze deden mee aan de aanname van het scenario om nieuwe oplossingen in de rotatie te zoeken. Ze geven aan dat pootaardappelen het kerngewas blijft.
12. Technologie: precisie landbouw, GPS en robots, minimale inzet kunstmest, sensor gebaseerd waterbeheer – dit klopt helemaal met scenario aannames. Technologie wordt genoemd als belangrijke factor voor succesvolle aanpassing aan klimaatverandering.

Zorgzame regio

Terwijl markt de belangrijkste factor blijft is de rol van gewassen ook groter geworden. Bedrijfsomvang wordt als de laatste optie genoemd. Het perspectief om vooral op een regionale markt zich te richten is door akkerbouwers niet met groot enthousiasme ontvangen. Consumenten gedrag zou akkerbouw dwingen op een andere gewassen over te stappen: soja en andere vleesvervangers. De opties van verbreding zoals zorg en recreatie zullen toenemen, zoals wordt verwacht, maar niet sterk. Ondernemers zien meer kansen in lokale/regionale ketens die direct aan een bedrijf zich sluiten (bijvoorbeeld, verkoop van kersen, groenten of bloemen). Wat betreft klimaat, het was een zeer belangrijke opmerking dat de initiatief en oplossingen gaan niet vanuit het bedrijf zelf, maar vooral vanuit de omgeving (provincie, waterschap). Dit opmerking klopt met een kern aanname van het Zorgzame regio scenario die constateert grotere rol van de overheid in het bedrijfsleven. Verbreding komt wel voor als er subsidies daarvoor zijn.

13. De prioritering van de adaptatie strategieën is als volgens: markt> gewassen >technologie >bedrijfsomvang
14. Markt: duurzame energie, meer doen binnen eigen keten, nieuwe teelten
15. Gewassen: meer lokale gewassen, ruimere en gezonde rotatie, agrarisch natuur beheer (luzerne, grassen). Het was goed dat de boeren hebben concrete voorbeelden van alternatieve gewassen genoemd.
16. Technologie: gericht op milieu, gesloten kringloop op bedrijf, meer gericht op kwaliteit en hogere opbrengsten – zoals verwacht in het scenario.
17. Bedrijfsomvang: gematigde doorgroei, samenwerking met melkveehouderij

Verskil tussen de scenario's

Het grootste verschil tussen de scenario's is in de prioritering van de factoren die het meest belangrijk zijn voor succesvolle bedrijven in de toekomst.

Vervolgstappen

1. Belangrijkste lessen worden opgepikt voor de organisatie van bijeenkomsten aan latere fasen van het onderzoek (bijv. om alternatieve beleidsstrategieën in verband met klimaatverandering met mensen uit de provincie, waterschap en LTO te bespreken). Dit zijn controle over het lijst van

genodigden (we bepalen dat zelf), duur van de bespreking, opzet en welke soort vragen er gesteld worden.

2. Koppeling aan het maatschappelijk project van Joop de Kraker. Direct werk met akkerbouwers aan modellen, scenario's en bedrijfstypologie. Waarschijnlijk gaat het project verder met enquête-onderzoek en/of andere methoden.
3. Gebruik van de informatie voor de verwerking van scenario's van structurele aanpassingen aan bedrijven. Betere inzicht in bedrijven van de toekomst. Karakteristieken van bedrijven zoals omvang en doelen zullen aangepast worden op basis van discussies bij de bijeenkomst. Definitie van ondernemende bedrijven worden aangepast. In plaats van huidige minimaal 10% inkomsten uit minimaal 2 verschillende nevenactiviteiten, wordt definitie van minimaal 10% inkomsten uit minimaal 1 nevenactiviteit (windenergie, recreatie, zorg, stalling en verwerking producten). Activiteiten van alleen loondienst of huisverkoop zijn niet genoeg voor de ondernemende karakter van de bedrijf. Andere kwalitatieve en kwantitatieve karakteristieken zullen gebruikt worden voor beschrijving van de bedrijven van de toekomst.
4. Gebruik van de informatie voor modellering van keuzen van diverse bedrijfstypen voor de toekomstige situatie. Het meest relevante informatie voor de modellering onderzoeksdeelte wordt besproken in de tweede deel van de bijeenkomst (komt in een aparte verslag).

Genoemde adaptatie strategieën in detail

Table 8 Adaptatie strategieën per scenario

<i>Akkerbouwers</i>					
Mondiale markt					
Num.	Strategie #1	Strategie # 2	Strategie #3	Strategie #4	Opmerkingen
1 (in volgorde van prioritering)	Markt -duurzame energie (zon, wind, vergisting); -biologisch is vergelijkbaar met gangbaar via marketing; -vergaande samenwerking bedrijven in ketens	Bedrijfsomvang -* 3 keer; -veel gehuurd land; -klein % bedrijven nog voor lokale markt - niche	Gewassen -wereldwijd gewassen energie en brandstof; Nederland hoog saldo aardappelen; -onderzoek biedt nieuwe rassen met dubbele opbrengsten en niet gevoelig	Technologie -mechanisatie GPS; -bemesting via onderzoek geheel vernieuwd; -waterbeheer opgelost met nieuwe methode	Er moet geld verdient worden
2 (geen prioritering)	Markt Als sector moeten meer toegevoerde waarde naar de producten te sluiten	Bedrijfsomvang -groter via samenwerking met collega's ondernemers; -en/of intensiever via verbreding	Gewassen -geen bieten→op zoek naar "4e gewas" (energie teelten, vollegrondsgewas, agrarisch natuur beheer	Technologie Door samen werken naar grotere, betere en efficiënte mechanisatie; -precisielandbouw met GPS	De ondernemers zijn de belangrijkste factor
3 (in volgorde van prioritering)	Technologie -minder kunstmatige beregening; -GPS; Minimale uren/ha gewas; -ver doorgevoerde automechanisering	Markt -Europa: Flevo is toeleverancier van hoogwaardige producten; -wereldwijd leveren van kennis/vernieuwde technieken	Bedrijfsomvang -150-180 ha eenmansbedrijf; -350-500 ha samenwerking	Gewassen - pootaardappelen/ handelsgewassen ; -geen energie gewassen; -ruimte, rotatie; -minimale inzet chemie/kunstmes, optimale mogelijkheden worden benut	
4 (in volgorde van prioritering)	Markt -meer inkomsten uit duurzame energie; -gesloten kringlopen	Bedrijfsomvang -verdubbeling oppervlakte, minder intensief	Gewassen -meer groenten (uien, winterpeen, witlof); -meer pootaardappelen; -minder consumptieaardappelen;	Mechanisatie -precisielandbouw (GPS< robotisering); - waterbeheer→sensor technologie efficiëntie	Biobased economy

			-meer graan; -nieuwe teelten;		
Zorgzame regio					
1(in volgorde van prioritering)	Markt -duurzame energie; -lokale producten (niet altijd biologisch); -gangbaar groeit naar biologisch	Gewassen -vergelijkbare rassen als nu; -hoog saldo gewassen Nederland; -meer lokaal gewassen	Bedrijfsomvang -verdubbelen; -samenwerking met vee; -intensief	Technologie -mechanisatie GPS; -waterbeheer wordt opgepakt	
2 (in volgorde van prioritering)	Markt -van het land t/m de klant	Gewassen -regio gewassen telen waar naar wordt gevraagd; -agrarisch natuur beheer breed in de sector introduceren	Technologie -mechanisatie efficiënter en beter kwaliteit	Bedrijfsomvang -minder noodzaak om te groeien; -kwaliteit is belangrijk	
3 (pr)	Markt -europa, plaatselijke markten; -gerichte consumentenlevering via tussenhandel; -nieuwe teelden	Gewassen -pootaardappelen, suikerbieten, handelsgewassen en tarwe; -gezonde teeltrotatie; -initiatieven voor plaatselijke oplossingen	Technologie -gericht op duurzaam/milieu en arbeidsbesparend; -minder ver doorgevoerd; -optimalisering van machines	Bedrijfsomvang -75-100 ha eenmansbedrijf; -150-200 ha samenwerking	
4 (in volgorde van prioritering)	Markt -verdere ontwikkeling duurzame energie; -inkomsteen uit landschapsbeheer; -meer doen binnen eigen keten (toegevoerde waarde er product)	Gewassen -iets ruimere rotatie; -zelfde gewassen, ook naar bodemvruchtbaarheid; -minder hulpstoffen	Bedrijfsomvang -gematigde doorgroei; -extensiever; -weinig verandering in bouwplan	Technologie -meer gericht op kwaliteit verbetering en hogere opbrengsten; -precisielandbouw waardoor minder hulstoffen; -gesloten kringloop op bedrijf	
<i>Beleidsmakers en onderzoekers</i>					
Mondiale markt					
1(in volgorde van prioritering)	Bedrijfsomvang -verdubbeling van omvang via aankop, huur en samenwerking;	Markt -stukje van de keten wordt bij bedrijf getrokken (bewaren, sorteren, verpakking)	Gewassen -relatief meer hakvruchten en groenten (soja, zonnebloem). Dit kan door resistentie en slim bouwplan met land ruil	Technologie -mechanisatie met precisie	Schaalvergroting is de belangrijkste
2 (in volgorde van prioritering)	Samenwerking -conglomeraties van bedrijven voor kostenbesparing en efficiëntie	Precisielandbouw	Bodemstructuur-klimaat -bodemdaling tegen gaan; -verbetering door minder aardappelen, meer groenten en tarwe	Intensivering -meer groenten	Klimaatadaptatie – bodemstructuur
3 (geen prioritering)	Bedrijfsomvang -beperkte schaalvergroting; -specialisering	Gewassen -andere rotaties door samenwerking gespecialiseerde bedrijven; -nieuwe gewassen (oliegew.), vleesvervangers	Markt -lokale ketens; -duurzame productie, waaronder biologisch	Technologie -verdergaande mechanisatie, ook in de verwerking; -aanpassing watersysteem op bedrijfsniveau (drainage, irrigatie)	Klimaatadaptatie – nieuwe teeltsystemen
4 (geen prioritering)	Bedrijfsomvang -intensivering door samenwerking/spec	Gewassen -inzetten op product dat	Technologie -meer gebruik van GPS, robots	Klimaat: -hoe krijg je verse producten bij de	Adaptatie aan klimaatver: Juiste hoeveelheid

	ailisatie; -niet elke ondernemer hoeft alles zelf te organiseren	aansluit bij de vraag (totaal oplossing)		consument jaar rond; -bewaring en logistiek	water van juiste kwaliteit op het juiste moment
5 (geen prioritering)	Markt -duurzaam geteeld; -regionale markt; -energie als nieuwe inkomsten (grootschalig energielandschap)	Mechanisatie/water -precisielandbouw; -jaarrond landbouw (goede bodem vruchtbaarheid)	Gewassen -tuintbouw; -pootaardappelen; -druif, artisjok; -ook gewassen met veel biomassa voor energie	Bedrijfsomvang -gelijk; -intensievere gewassen; -hogere toegevoegde waarde; -focus wegschuift van mondiaal naar regionale markt	
6 (geen prioritering)	Sterke concurrentie → alternatieve inkomsten	Goed worden in 1 of 2 teelten, energiegewassen?	Grotere bedrijven		
7 (geen prioritering)	Focus op teelt van pootaardappel	Roboterizing en precisielandbouw	Omvang bedrijf 60-80 ha	Wind en zonne energie zijn neven inkomsten	
8 (in volgorde van prioritering)	Productie robuust – het belangrijkste -uitgaansmateriaal ontstaan na veredeling; -aardappelen; -vollegrongsgroenten; -grassen	Bedrijfsomvang -verdubbeling grootte (met gehuurd land)	Specialisatie op teelten	Productie sterk internationaal georiënteerd; keten-spelers	Peilbeheer op maat in waterbeheer
9 (in volgorde van prioritering)	Bedrijfsomvang -verdubbeling ha (80-100) via huur; -minder bedrijven	Gewassen -rotaties over landschappen dus specialisatie per bedrijf; -inzet op kwaliteit (pootgoed)	Technologie -precisie technologie; -close en remote sensing voor timing van grond en gewas bewerking en water beheer; -veelal uitbesteed aan gespecialiseerd bedrijven	EU markt en wereld -basis materiaal voor industrie (grondstoffen)	Klimaat Inzet op technologie, flexibel en tijdig kunnen inspelen op veranderingen op kleine (< perceel) ruimtelijk en tijdsschaal; -monitoring en expert kennis
10 (in volgorde van prioritering)	Gewassen -bedrijven richten zich (moeten) meer op de pootaardappelteelt; -veel granen in bouwplan voor bodem gezondheid; -sterke specialisatie;	Technologie -hoog intensieve teelt met veel precisie landbouw om zo hoog mogelijk kwaliteit te halen; -verwijden aardappelopslag met robot; -geavanceerde water beregning	Omvang -bedrijven worden zeer groot (150 ha) om schaalvoordeel te hebben; -hoog intensief	Bedrijven verzorgen hun eigen beregning en waterbeheer en beslissen over geavanceerde technologie om de bodemstructuur te verbeteren	
Zorgzame regio					
1 (geen prioritering)	Neventaken -deel van inkomen uit landschapsbeheer, zorg, educatie;	Schaalvergroting -minder (max 50%)	Diversificatie van gewassen en samenwerking met veehouderij op zelfs gemengd bedrijf	Klimaat aanpassing: Boer speelt rol bij water en natuurbeheer	Neven taken -prioriteit
2 (in volgorde van prioritering)	Precisielandbouw -efficiënter en beter voor milieu;	Samenwerking -kennis en efficiëntie	Verbreding -duurzame energie (windmolens en biomassa); -natuur beheer; -regionale verkoop	Bodemstructuur -verbetering ter verbetering wateropvang en afvoer	Klimaatverandering → bodemstructuur
3 (in volgorde van prioritering)	Bedrijf -niet vergroten, maar misschien verbreden (optimaliseren);	Gewassen -nieuwe gewassen: energie gewassen dat streekproducten	Overleg met natuur en milieu organisaties (windenergie)	Markt -biologisch; -streekproducten	

	-samenwerking met andere taken (sport)	zijn			
4 (in volgorde van prioritering)	Gewassen -grote variatie; -biologisch; -nieuwe	Technologie -GPS, robots	Markt -op zoek naar lokale/regionale specialiteiten	Bedrijfsomvang -huidige of iets kleiner; -hoge netto per ha (ook met subsidie)	Adaptatie: door grotere variaties in gewassen kleinere risico's gaan totale opbrengst derving
5 (in volgorde van prioritering)	Bedrijfsomvang -wordt kleiner; -er gaan meer mensen per ha aan het werk (hogere toegevoegde waarde); -grotere differentiatie in bedrijven, ieder zoekt eigen niche	Gewassen -veel meer tuinbouw; -bulk gewassen verdwijnen; Veel meer met toegevoegde waarde (recreatie, natuur, zorg): maïs voor maïsdoelhof, bloem voor pluhakkers	Markt -Flevo kloppend hart van Nederland; -benutting intensiteit landelijk gebied hoog door combinatie agrarische producten-recreatie-zorg-natuur	Technologie/water -blijft op huidige niveau, geen grote veranderingen	
6 (in volgorde van prioritering)	Ontwikkeling nieuwe rassen (consumentengedrag)	Rotatie gericht op bodem verbetering: -mineralen verlies sterk inperken; -afvalstromen hergebruikt (biovergisting)	Markt -alternatieve inkomsten; -vergroten toegevoegde waarde;	Ontwikkelingen -beperkte schaalvergroting; -uitbreiding gewassen (groenten); -verwerking dichtbij	Waterbeheer - robuuster systeem (strategie #5)
7 (in volgorde van prioritering)	Samenwerking met melkveehouderij (uitwisseling land, mest) -kringloop sluiten	Neveninkomsten -subsidies agrobiodiversiteit; -wind en zonne energie	Bedrijfsomvang: -kleine toename; -ruimere bouwplan		
8 (in volgorde van prioritering)	Brede diversificatie -hoogwaardig uitgangsmateriaal; -breed bouwplan met lokale gewassen voor lokale markten (kennis en arbeidsintensiteit)	Nieuwe teelten -snijbloemen; -groenten; -artisjok, knoflook	Stadslandbouw -kans voor lokale afzet	Optimaal waterbeheer is ook heel belangrijk	Klimaat- vastleggen co2 levert bonus
9 (in volgorde van prioritering)	Bedrijfsomvang -schaalvergroting 80-100, huur	Gewassen -weinig ruimte voor nieuwe gewassen	Technologie het belangrijkste -mechanisatie op eigen bedrijf zo veel mogelijk in eigen hand; -waterbeheer via overheid	Markt -off farm employment in diensten sector; -bedrijf: neveninkomsten, beperkt aantal diensten op een bedrijf	Klimaat - informatiestromen naar de sector, advies op keuzes op bedrijven
10 (in volgorde van prioritering)	Markt -afzet van producten vindt veel directer plaats; -de buurtsupermarkt neemt direct van boeren af	Bedrijf -gesloten systemen; -gemengd bedrijven met en akkerbouw produceren streekproducten	Gewassen door klimaatverandering wordt verspreid door meerdere gewassen te telen	-alternatieve inkomsten zijn ook belangrijk voor het inkomen; -bedrijven doen veel aan milieueducatie en voorlichting over voedsel	

Annex A3: Table used in Workshop IV for discussion

Table 9 Adaptation measures (in Dutch) for ware/seed potato, winter wheat and sugar beet for climate factors. The scale level, effectiveness and the indicative costs are mentioned

Gewas	Klimaatfactoren en mogelijk gevolg voor gewas	Adaptatie maatregel	Ruimtelijk schaalniveau	Effectiviteit	Schatting van de kosten en mogelijke beperking
1) Consumptie aardappel en pootaardappel	1) Hoge intensiteit neerslag – gedeeltelijk rotten van de oogst (mei – sept voor consumptie) mei to aug voor pootaardappel	1) Verbeteren van de doorlaatbaarheid van de bodem door bodemstructuur te verbeteren (goed landbouwpraktijk) 2) Verbeteren van bovengrondse afstroom 3) (Intensive) drainage 4) Varieteit veredelen die tegen waterstress kan	1) Veld/bedrijf 2) Veld 3) Veld 4) Sector	1) Laag 2) Medium – hoog 3) Hoog 4) onbekend	1) Laag – hoog, meerdere maatregelen 2) Laag 3) Medium 4) Hoog, als het al mogelijk is
	2) Hittégolf – Doorwas (juli-sept.)	1) Plant aardappelen in wijde bedden met meer grond rond de aardappel 2) Kies en variëteit die zich vroeg laat poten en vroeg laat oogsten 3) Koelen met drip irrigatie 4) Betere gewasbedekking van bodem door goede plantafstand en bemesting 5) Veredel een hitte bestendig gewas	1) Bedrijf 2) Veld 3) Bedrijf 4) Bedrijf 5) Sector	1) Medium – hoog 2) Medium – hoog 3) Hoog 4) Laag – medium 5) onbekend	1) Medium 2) Laag 3) Hoog 4) Medium 5) Hoog
	3) Warm en nat – Erwinia spp. (juli-sept.)	1) Veredel een resistent gewas voor Erwinia spp. 2) Biologische bestrijding 3) Optimale bemesting (gezonde plant is minder kwetsbaar)	1) Sector 2) ? 3) Veld/Bedrijf	1) Medium (maar is grotendeels onbekend) 2) ? 3) Laag - medium	1) Hoog 2) ? 3) Laag
	4) Warme Winter – Problematische bewaring (dec. -maart)	1) Mechanische koeling 2) Uitloop beheersen met chemisch middel 3) Veredel resistent ras	1) Bedrijf 2) Bedrijf 3) Sector	1) Hoog 2) Hoog 3) Onbekend	1) Medium 2) Laag 3) Hoog
2) Wintertarwe	1) Lange droge periode – opbrengstvermindering (juni-aug.)	1) Verbeter het water vasthoudend vermogen van de bodem 2) Veredel een droogte resistent ras	1) Veld 2) Sector	1) Laag - Medium 2) Hoog	1) Laag 2) Hoog
	2) Kwakkelweer – wortelschade door opvriezen (nov.-maart)	1) Vroeg zaaien	1) Bedrijf	2) Laag	1) Laag
3) Suikerbiet	1) Warme winter – vermindering suikergehalte van biet (dec. -maart)	1) Voorkom schade aan bieten gedurende de oogst, transport en bij het maken van de bewaarhoop 2) Voorkom tarra en achterblijven van gewasresten en onkruid in bewaarhoop voor optimale ventilatie 3) Maak bewaarhoop max 2m hoog en niet de breed 4) Mechanische ventilatie 5) Optimaliserd de plantafstand (grote bieten hebben minder suikerverlies dan kleinere bieten) 6) Gebruik een ras dat minder suikerverlies geeft 7) Verkorten duur van opslag (vroeg levering aan fabriek)	1) Bedrijf? 2) Bedrijf? 3) Bedrijf 4) Bedrijf 5) Bedrijf 6) Bedrijf 7) Sector	1) Laag – medium 2) Laag 3) Laag – medium 4) Medium – hoog 5) Laag – medium 6) Medium 7) Hoog	1) Laag 2) Laag 3) Laag 4) Medium 5) Medium 6) Laag 7) Hoog

Table 10 Adaptation measures for climate factors the influence the operational management such as: planting, spraying, irrigation, and harvesting. The scale level, effectiveness and the indicative costs are mentioned.

Werkgang	Probleem	Mogelijk gevolg voor gewas	Adaptatie maatregel	Schaalniveau	Effectiviteit	Schatting van de kosten en de beperking
1) Zaaien/poten	Veld is te nat voor poten en pootbedbereiding	Late opkomst	1) Meer org. Stof voor betere bodemstructuur 2) Vaste rijpaden en gps rijden 3) Automatisch aanpassen bandenspanning	1) Veld 2) Veld/Bedrijf 3) Bedrijf	1) Laag 2) Hoog 3) Medium	1) Laag 2) Medium 3) medium
	Veld is te nat voor zaaien		1) Meer org. Stof voor betere bodemstructuur 2) Vaste rijpaden en gps rijden 3) Automatisch aanpassen bandenspanning	1) Veld 2) Veld/Bedrijf 3) Bedrijf	1) Laag 2) Hoog 3) Medium	1) Laag 2) Medium 3) medium
2) Spuiten	Gewas is te nat	Aantasting met Phytophthora	1) Vliegtuig gebruiken 2) Resistent ras ontwikkelen	1) Bedrijven 2) Sector/onderzoek	1) Hoog 2) Hoog	1) Medium 2) Hoog
3) Beregening	Droogte stress		1) ?	1)	1)	1)
4) Oogsten	Veld is te nat	Late oogst	2) Meer org. Stof voor betere bodemstructuur 3) Vaste rijpaden en gps rijden 4) Automatisch aanpassen bandenspanning 5) Vroeger ras	2) Veld 3) Veld/Bedrijf 4) Bedrijf 5) Sector/	2) Laag 3) Hoog 4) Medium 5) Medium - Hoog	2) Laag 3) Medium 4) Medium 5) Laag - Medium