

Samenvatting

Wetenschappelijk is duidelijk aangetoond dat uitstoot van broeikasgassen een belangrijke oorzaak is van klimaatverandering. Volgens de scenario's van het KNMI krijgen we daardoor te maken met meer extreme weersomstandigheden. Hoe groot die veranderingen zullen zijn, verschilt echter per scenario. Volgens alle scenario's moeten we rekening houden met heviger buien, en daaraan gerelateerde fenomenen, zoals onweer, windstoten en windhozen. Ook lange droogteperiodes, zoals we in 2003 hebben meegemaakt, zullen in de toekomst vaker voorkomen. Momenteel hebben we in Nederland gemiddeld eens per 10 jaar een periode van extreme droogte, maar dat kan oplopen naar één keer per 2 jaar in 2050.

Deze extremen hebben natuurlijk gevolgen voor de landbouw, maar het is moeilijk aan te geven wat de consequenties daarvan zijn voor het bedrijfsresultaat. Daarvoor zijn te veel factoren in het spel, waaronder verschuivingen in de internationale concurrentieverhoudingen en prijsontwikkelingen. In dit essay beperken we ons tot veranderingen in de productieomstandigheden en mogelijkheden voor aanpassingen om ons te wapenen tegen watertekorten, verzilting, extreme buien, wind, toename van ziekten en plagen en verschuiving van het groeiseizoen.

Innovaties in de landbouw kunnen voor Nederland aantrekkelijke concurrentievoordelen of nieuwe exportproducten opleveren. Een zoektocht door de literatuur en internet levert een gevarieerd beeld op van in praktijk gebrachte innovaties.

- Veredeling.
Er wordt hard gewerkt aan de ontwikkeling van hitte-, zout- en droogteresistentie, hetzij via genetische manipulatie, hetzij via klassieke veredelingsmethodieken.
- Techniekontwikkeling.
In de sensor- en robottechnologie vindt een grote ontwikkeling plaats. Vooral voor de veldsituatie leveren deze innovatieve technieken nieuwe mogelijkheden voor 'early warning' en precisielandbouw. In de glastuinbouw worden vooral technieken ontwikkeld voor opslag van warmte en efficiënt ruimtegebruik. Ook de technieken om zonne-energie worden steeds rendabeler.
- Verbreiding in de landbouw.
Er zijn verschillende initiatieven om functies te combineren of nieuwe teelten te introduceren. Combinaties van visteelt en zilte gewassen kunnen interessant worden om kringlopen te sluiten. Gewassen als eendenkroos of algen kunnen interessante grondstoffen leveren aan de industrie.
- Regionale ontwikkeling.
Aanpassingen aan klimaatverandering op regionaal gebied heeft in veel gevallen betrekking op het waterbeleid. Voor de uitvoer is het nodig dat het gebied goed in kaart wordt gebracht en ontworpen worden gemaakt voor de inrichting van het gebied. Binnen het onderzoek ligt de laatste jaren steeds meer het accent op een geïntegreerde aanpak. Hierin heeft Nederland een voorloperpositie ten opzichte van andere landen en kan zo een gunstige positie verwerven rol als kennisexporterend land.

Tenslotte signaleren we een aantal aandachtspunten:

- De fysiologie.
Binnen het landbouwkundig onderzoek is veel fysiologische expertise aanwezig, die van belang is voor de ontwikkeling van klimaatbestendige adaptatiestrategieën. Momenteel stagneert het fysiologisch onderzoek en krijgt het buitenland op dat terrein een voorsprong. Vergroting van de kennis over wortelfysiologie, feedbackmechanismen, biotechnologie, sensortechnologie of modellenbouw is echter essentieel voor verdere ontwikkeling van klimaatadaptatiestrategieën. Het blijft nodig om experimenten te blijven doen al vergt dit de nodige investering.
- Een onafhankelijke positie.
Bij de ontwikkelingen binnen de veredeling en biotechnologie zijn vele (industriële) belangen gemoeid. Met name het inbouwen van resistenties tegen bestrijdingsmiddelen is een gevoelig aspect. Voor een goed inzicht in mogelijkheden of onmogelijkheden, is de garantie op een onafhankelijke en veilige positie van het onderzoek van groot belang.

- Actieve deelname van stakeholders.

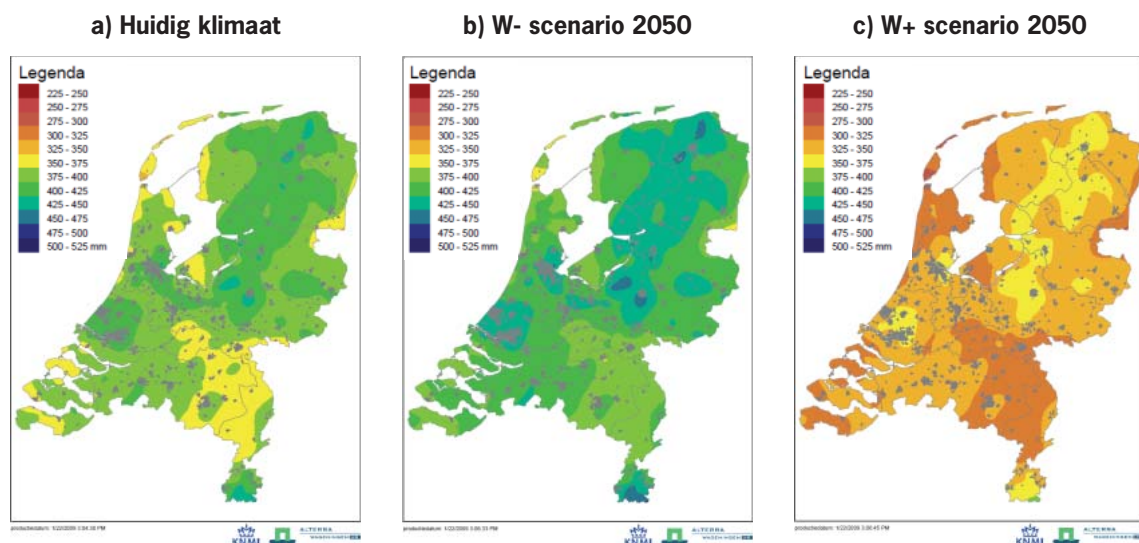
Nederland heeft een unieke positie in het internationale speelveld op het gebied van participatief onderzoek. Dit is een parel voor de export van kennis. Samenwerking en uitwisseling van kennis is een voorwaarde voor succes. Het zou veel winst opleveren wanneer de overheid hierin een voortrekkersrol zou nemen en de samenwerking intern en met het bedrijfsleven en landbouworganisaties zou vergroten.

1. De klimaatopgave

Het klimaat verandert, wereldwijd en in Nederland. Wetenschappelijk is duidelijk aangetoond dat uitstoot van broeikasgassen een belangrijke oorzaak hiervan is. Op basis van trendanalyses wordt voor de 21^e eeuw een verdergaande stijging van de gemiddelde temperatuur verwacht. Ook de extreme weersomstandigheden zullen toenemen, zoals warme, droge zomers, verandering van stormklimaat en periodes met grote neerslaghoeveelheden in de winter. Het klimaat wordt dus grilliger. Daarnaast verwacht men ook een stijging van de zeespiegel tussen de 35 en 85 cm tegen het eind van deze eeuw (2100).

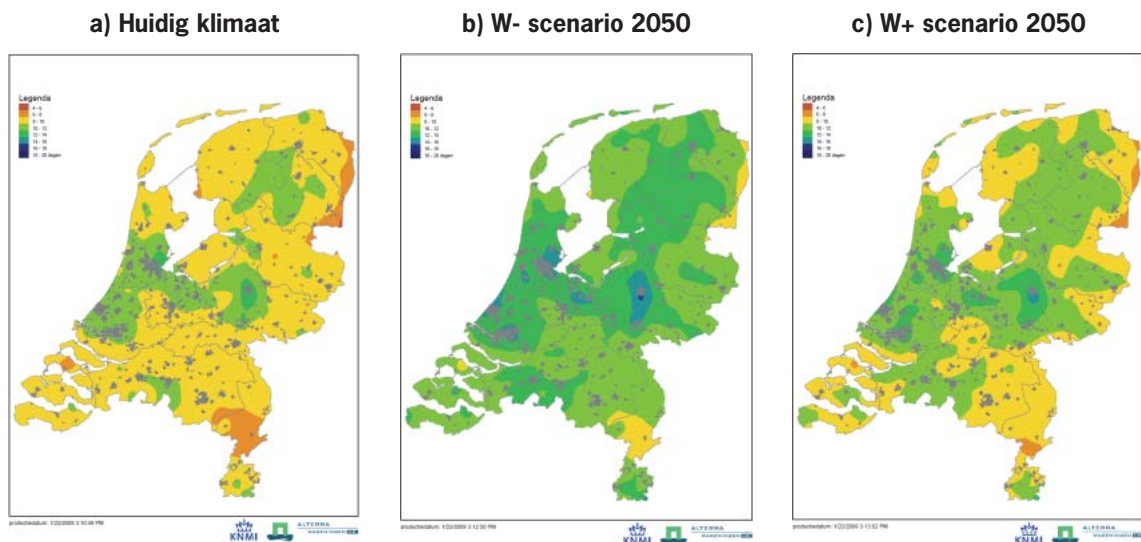
De meeste klimaatmodellen berekenen een duidelijke verandering in luchtstromingspatronen boven West Europa, maar de aard en grootte van die verandering verschillen sterk per model. Ook de snelheid waarmee de aarde opwarmt, is onzeker. Maar volgens alle scenario's moet rekening gehouden worden met heviger en vaker voorkomende buien, en de daaraan gerelateerde fenomenen, zoals onweer, windstoten en windhozen. Ook zullen er verschuivingen optreden in de gemiddelde neerslag over de seizoenen.

Het resultaat is moeilijk te voorspellen. Figuur 1 laat zien dat de gemiddelde neerslag in de zomer in het W scenario ('warmer') van het KNMI toeneemt, terwijl het in het W+ scenario ('warmer én veranderende luchtstromen') juist afneemt. Dit geeft aan dat je niet naar 1 scenario moet kijken. Wel wordt in de praktijk vaak rekening gehouden met het meest ongunstige scenario.



Figuur 1. Gemiddelde neerslag in het zomerhalfjaar in het huidige klimaat (a), en rond 2050 voor het W-scenario (b) en het W+-scenario (c). (Bron: Project Klimaateffect Atlas concept kaarten (maart 2009)).

Naast periodes van droogte, zullen er ook meer hevige piekbuien voorkomen, vooral in het W scenario. Dit geeft een grotere kans op lokale wateroverlast en daarmee kans op schade bij landbouwbedrijven. Figuur 2 laat zien hoeveel dagen met zware neerslag (>15 mm) men in 2050 verwacht. We zien bijvoorbeeld in Zuid Holland grofweg een toename van 10 dagen naar 14 dagen per jaar.



Figuur 2. Gemiddelde aantal dagen met 15 mm of meer neerslag per jaar in het huidige klimaat (a), en rond 2050 voor het W-scenario (b) en het W+-scenario (c). (Bron: Project Klimaateffect Atlas concept kaarten (maart 2009)).

Klimaatverandering maakt het noodzakelijk om vroegtijdig te anticiperen. We kunnen maatregelen nemen die klimaatverandering verminderen (mitigatie), of meebewegen met de veranderingen en maatregelen nemen die het land robuuster maken tegen klimaatverandering (adaptatie). In dit essay wordt de laatste optie, adaptatie, voor de landbouw verder uitgewerkt.



2. Betekenis van klimaatverandering voor de landbouw

De belangrijkste factoren die de bedrijfsvoering bij klimaatverandering beïnvloeden, zijn: temperatuurstijging, droogte, vernatting en verzilting. Hierbij moet in het achterhoofd worden gehouden dat de economische dynamiek in de landbouwsector waarschijnlijk groter is dan het tempo waarin het klimaat verandert. We kunnen dus slechts globale indicaties geven van de aard en omvang van de mogelijke klimaateffecten.

Effecten van temperatuurstijging

Toename van de temperatuur kan zowel positieve als negatieve gevolgen hebben voor de landbouw. Een positieve effect is bijvoorbeeld vervroeging van het groeiseizoen. Hierdoor kunnen een aantal gewassen langer doorgroeien en leveren daarmee een hogere productie. Aan de andere kant veroorzaakt temperatuurverhoging ook een toename van ziekten en plagen, het doorbreken van resistenties bij sommige gewassen en een betere overleving van parasieten in milde winters. Ook bij de intensieve veehouderij zal de ziektedruk en gevoeligheid voor epidemieën toenemen.

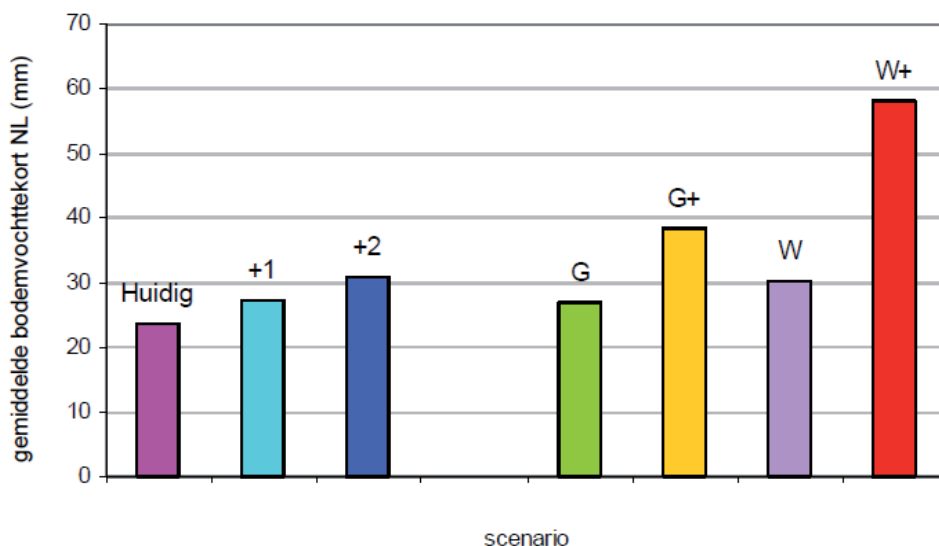
De mate waarin ziekten en plagen zich zullen verspreiden, hangt af van een combinatie van factoren. Daarbij speelt vooral vernatting een rol. Het is moeilijk aan te geven wat de gevolgen voor de gewassen zullen zijn, omdat nog weinig gegevens beschikbaar zijn over de mate waarin de ziektedruk zal veranderen en welke productie verliezen er optreden.

Extreme temperatuursveranderingen, zoals late vorst of hittegolven, kunnen eveneens productie verliezen veroorzaken. De mate waarin hangt echter af van het plantentype en het groeistadium van de plant. In boomgaarden kan late vorst vooral oogstverliezen veroorzaken tijdens de bloei in het voorjaar. Voor consumptieaardappelen kunnen hittegolven in de zomermaanden desastreus zijn. Voor gras kan hitte een tijdelijk groeistilstand betekenen. Voor intensieve veehouderijen kunnen hittegolven ook een knelpunt worden en toenemende koelcapaciteit (dus meer energie) of isolatie vereisen.

Effecten van veranderende neerslagpatronen

Klimaatverandering vergroot ook de kans op droogte. Hiervoor zijn bijvoorbeeld aardappel en maïs erg gevoelig. Om een idee te geven van deze veranderingen, toont Figuur 3 de toename van het vochttekort (neerslag minus de potentiële verdamping van gewas en bodem), die Rijkswaterstaat voor 2050 heeft berekend aan de hand van de verschillende KNMI-scenario's (www.droogtestudie.nl). Volgens die berekeningen lopen de vochttekorten vooral op in het G+ en W+ scenario, omdat daarmee extreem droge jaren worden verwacht. Dit betekent voor de landbouw vergroting van de opbrengstdervingen ten opzichte van nu (zie Tabel 2.1). Een droog jaar, zoals 2003, komt nu gemiddeld één keer in de 10 jaar voor. Maar in 2050 zal dat volgens het W+ scenario elke 2 jaar voorkomen. In jaren met droogte van een dergelijke omvang, moet in sommige regio's zoet water worden aangevoerd van elders. In 2003 werd het water voor het Groene Hart uit het IJsselmeer gehaald. Daarvoor moest de pomprichting van de gemalen speciaal worden omgedraaid. Hoewel dit technisch mogelijk is, brengt dit wel hoge kosten met zich mee.

Aanvoer van water van voldoende kwaliteit van elders wordt voor de landbouw steeds belangrijker. Sterker nog: de landbouw wordt daar steeds afhankelijker van. De Deltacommissie (Veerman, 2009) heeft daarom geadviseerd om het peil op het IJsselmeer te verhogen en daarmee de aanvoer van zoetwater beter te kunnen garanderen.



Figuur 3. Berekende vochtttekorten gemiddeld over Nederland, voor een meteorologisch gemiddelde situatie in de huidige situatie en de situatie van 2050 bij de WB21 (1° en 2°C temperatuurverhoging) en KNMI'06 klimaatscenario's (bron: Droogtestudie, 2005).

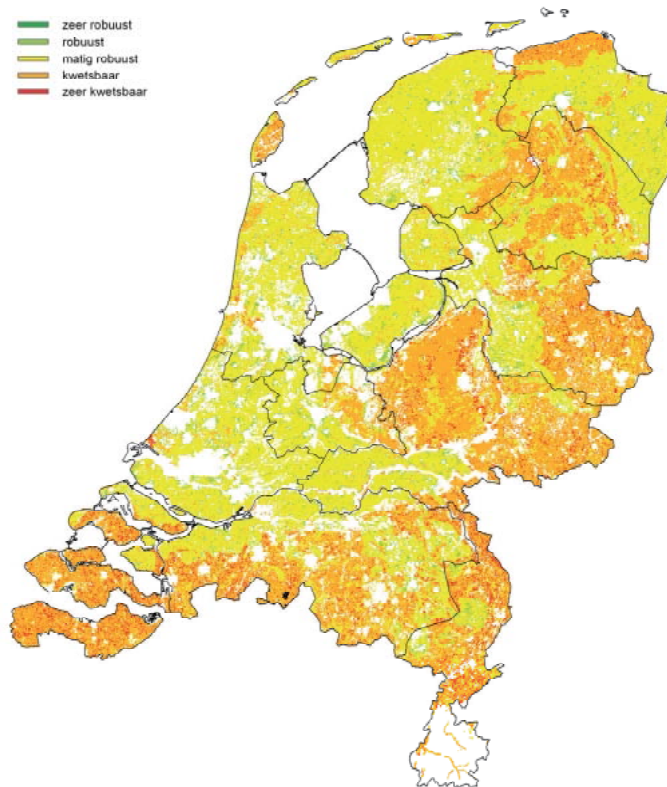
Tabel 2.1. Jaarlijks neerslagtekort voor de landbouw onder de huidige omstandigheden en in 2050.

	Huidig	G+, W+
Herhalingstijd (jaar) Neerslagtekort 2003	10	4-2
Derving Landbouw (gemiddeld jaar)	5%	10-20%

Figuur 4 geeft aan welke gebieden er in 2050 waarschijnlijk kwetsbaar zijn voor watertekort en waarin de landbouw de nadelige gevolgen ervan duidelijk zal ondervinden. Dit wordt vooral een belangrijk knelpunt op de zandgronden in het oosten van Nederland, in Noord-Brabant, in Zeeland en in de duinen. Droogte leidt tot productieverlies. Het veroorzaakt ook denitrificatie in de bodem, waardoor de beschikbaarheid van stikstof vermindert.

In tijden van grote droogte speelt de beregeningsproblematiek in diverse provincies een rol. Beregening van landbouwgewassen gaat vaak ten koste van de natuur, die ook van de verdroging te leiden heeft. Daarom zoekt men naar mogelijkheden om het water in tijden van vernatting beter te kunnen vastgehouden en tijdens droogte te kunnen gebruiken. Ook is de overheid tegenwoordig terughoudender met het afgeven van nieuwe beregeningsvergunningen. Het vinden van goede oplossingen voor watertekorten wordt in de toekomst dus steeds urgenter.

Zoals al aangegeven, nemen de frequentie en hevigheid van piekbuien bij klimaatverandering ook toe, vooral in het W scenario (Figuur 2). Recentelijk heeft het KNMI aangegeven dat hun G+/W+ 06 scenario's de veranderingen in (extreme) neerslag in de zomer voor de kuststrook waarschijnlijk onderschatten. Men moet in de toekomst rekening houden met meer perioden van droogte die worden afgewisseld met (korte) periodes van extreme neerslag. Piekbuien veroorzaken problemen met vernatting, vooral op de klei- en veengronden.



Figuur 4. Kwetsbaarheid voor watertekort in verschillende delen van Nederland in 2050. Berekend op basis van een combinatie van: gevoeligheid voor droogte, beschikbaarheid water, vochttekort in de bodem (W+ scenario) en aanvoermogelijkheden van water. (Bron: Klimaateffectatlas (klimaateffectatlas.wur.nl)).



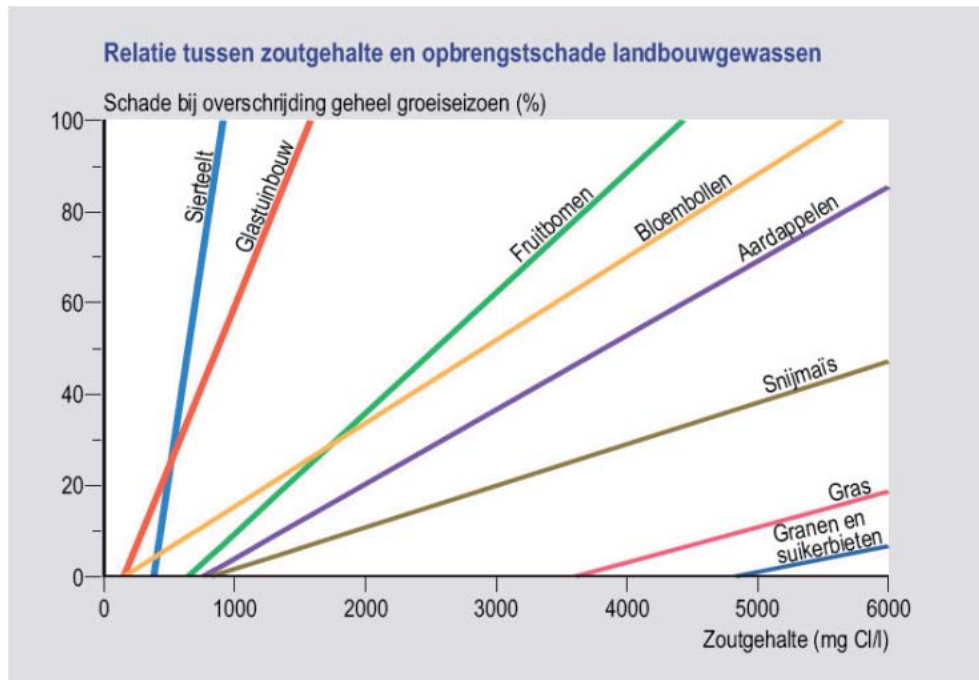
Figuur 5. Kwetsbaarheid van functies van het platteland voor wateroverlast in verschillende delen van Nederland. (Bron: Klimaateffectatlas (klimaateffectatlas.wur.nl)).

Figuur 5 toont de gevoeligheid van het agrarisch gebied voor wateroverlast zoals die is berekend met het model Future Water (Immerzeel, 2008). Het gaat om water dat niet snel genoeg kan worden afgevoerd. Dit treedt vooral op langs de randen van heuvelruggen, in beekdalen, diepere polders en droogmakerijen. Hevige regenval kan schade veroorzaken aan graan (door legering) of aan vruchten in boomgaarden (door optreden schimmelziekten). Knolgewassen zijn ook erg gevoelig voor vernatting. Wanneer een veld meerdere dagen onder water staat, wordt niet alleen het perceel onberijdbaar, maar verrot ook de knol. Naast productieverlies treedt ook afspoeling op van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater. Dit zal een probleem vormen bij de uitvoering van de Kaderrichtlijn Water.

Toenemende zoutinvloed

De G+ en W+ scenario's voorspellen een aanzienlijke toename van de verzilting door klimaatverandering. Dit kan worden veroorzaakt door opkwellend zoutwater of door zoutwater dat via rivieren verder het land instroomt bij een stijging van de zeespiegel.

Verzilting door kwel is een autonoom proces, en wordt - behalve in de kustgebieden - nauwelijks beïnvloed door klimaatverandering. Zeewater heeft slechts tot ongeveer 10 km landinwaarts effect op de zoutspiegel, verder niet meer. Het oprukken van de zouttong door instroom via de rivieren heeft een veel groter effect. Dit is het geval in de Zuid-Hollandse Delta. De Nieuwe Maas en Nieuwe Waterweg zullen in de zomer bovendien waarschijnlijk minder water gaan aanvoeren, waardoor het zoute water verder landinwaarts kan trekken en inlaatpunten laat verzilten. Het wordt dus in de toekomst steeds moeilijker om deze punten te gebruiken voor aanvoer van zoet water. De waterinlaat zal steeds vaker tijdelijk moeten worden gestaakt omdat het water te zout is. Volgens de voorspelling zal rond 2050 in een extreem droog jaar de waterinlaat bij Gouda twee keer zo lang moeten worden gestaakt als in de huidige situatie.



Figuur 6. Zoutschade voor landbouwgewassen (Bron: RIZA, 2004).

Verziltzing bedreigt niet alleen de kustgebieden, maar ook de klei- en veengebieden in Noord- en Zuid-Holland, Flevoland en Friesland. Naarmate de verziltzing toeneemt, zullen ook de eisen aan de beschikbaarheid van kwalitatief goed water toenemen.

Verschillende gewassen in de glastuinbouw zijn erg gevoelig voor zout, vooral sierteeltgewassen (Figuur 6) in de grondgebonden teelten. Fruitbomen, bollen en aardappelen zijn redelijk gevoelig. Bij suikerbieten vormt verziltzing vooral een risico tijdens de kieming. Tijdens de knolvorming kan het juist een positief effect hebben op de kwaliteit door toename van het suikergehalte.

Waterkwaliteit

Afgezien van de mogelijk toekomstige verziltzing van het water is er ook een indirecte relatie tussen klimaatverandering en waterkwaliteit via de zogenaamde 'blauwalgen problematiek'. In veel provincies komt dit op bij een overschot aan nutriënten in het oppervlaktewater. De aanwezigheid van blauwalgen is op zichzelf geen probleem voor gewassen. Maar water met blauwalgen mag niet meer worden ingelaten en is dus niet meer beschikbaar. De 'blauwalgen problematiek' zal waarschijnlijk verergeren bij klimaatverandering, omdat een stijging van de luchttemperatuur ook de watertemperatuur verhoogt, vooral in ondiep water. Dan vindt ook meer afspoeling plaats van nutriënten door heviger neerslag. Dat zijn twee factoren, die elkaar versterken.

Concrete voorbeelden van klimaateffecten op gewasgroei

De effecten van klimaatverandering op de gewasgroei verschillen sterk per gewasstype. Dit kan zowel negatief als positief uitpakken (zie Tabel 2.2; Schaap *et al.*, 2009). Hoe groot het effect is op de productie hangt af van het groeistadium van het gewas en is dus sterk seizoensafhankelijk. We zullen dit iets verder uitwerken voor de aardappel en de kansen op een toename van de problemen inschatten.



Tabel 2.2. *Negatieve of positieve effecten van klimaatverandering voor een aantal gangbare gewassen.*

	Negatief effect	Positief effect
Gras	Toename aantal hete dagen	
Pootaardappel	Toename hittegolven (vooral in juli); warm en nat juli – sept Bacterie Erwinia; aanhoudend warme winter (meer uitlopers en rot)	Omstandigheden waaronder Phytophthora zich ontwikkelt, nemen af.
Consumptie- / zetmeelaardappel	Idem; warm en nat (juli-sept > bacterie Erwinia)	Aanhoudend nat weer (Phytophthora) neemt af
Wintertarwe	Langdurig droog; windstoten (aug > legering); kwakkelweer winter (opvriezen wortels)	Aanhoudend nat (juli – sept) >> dorsen minder belemmerd
Suikerbiet	Aanhoudend warme winter (verlies suiker tijdens bewaren)	Nachtvorst (doodvriezen kiemplantjes) neemt af
Lelie	Aanhoudend warme winter (meer koeling nodig tijdens bewaring bollen); verhoogde kans op hagelbuien/zware regen (schade aan blad en knop)	
Winterpeen	Droogte (vooral mei – juni) > achterblijvende kieming	nachtvorst mei (scheuren winterpeen) neemt af
Zaaiui	Warm en vochtig (juni – aug) >> schimmels: langdurig droog in zomer (groei-reductie)	
Koolzaad	Droogte in zomer (versneld afrijping): relatief warme mei maand (schade door insecten)	Strengere vorst (kieming) neemt af
Artisjok	Warme winter (onvoldoende bloei-inductie); aanhoudende hitte (juli –sept) >> afname bloemkwaliteit en eetbaarheid	Vorst jan- feb (beevriezing wortelstokken) neemt af
Druif	Hagel (schade aan vruchten) neemt iets toe	Nachtvorst (afsterven trossen) neemt af: warm en droog (versnelde afrijping) neemt toe
Kers	Zachte winters (onvoldoende bloei-inductie) nemen toe	Aanhoudend nat (juni – aug >> schimmelaantasting vrucht) neemt af
Zonnebloem		Aanhoudend nat weer (meeldauw) neemt af
Tomaat	Hittegolven juli aug (meer koeling nodig) neemt toe; toename warm en vochtig (onvoldoende mogelijkheden voor beluchting)	Vochtig en nat (ziekte druk) neemt af

Kans op weersveranderingen in verschillende seizoenen

Het KNMI heeft op basis van weersgegevens uit het verleden trendanalyses uitgevoerd voor de toekomst en voor een aantal gewassen een doorkijk gemaakt naar 2040 (Schaap *et al.*, 2009; Goosen *et al.*, 2009). De mogelijke veranderingen van de weersomstandigheden is sterk regiogebonden. Voor de kust levert dit aanzienlijk andere verwachtingen op dan voor het binnenland. Voor de consumptie/zetmeelaardappel gebruiken we de weergegevens uit Eelde.

Het groeiseizoen van poten tot oogsten loopt van april tot oktober. De belangrijkste problemen bij ongunstige weersomstandigheden zijn verrotting, doorwas of ziekten en plagen (zie Tabel 2.3). Volgens het KNMI zullen in 2040 vooral hittegolven, perioden met warm en nat weer en warme winters zijn toegenomen (Tabel 2.4 en 2.5), in het W+ scenario nog sterker dan in het G+ scenario's. Dus de ziektedruk en problemen met doorwas of verrotting na de winter zullen waarschijnlijk ook toenemen.

De klimaatverandering heeft waarschijnlijk ook een positieve impact op de aardappelteelt: Het aantal perioden met aanhoudend nat zullen waarschijnlijk afnemen. Daardoor zullen uitbraken van Phytophthora waarschijnlijk ook verminderen.

Tabel 2.3. Effecten van klimaatverandering op weersomstandigheden en effecten op het gewas.

Klimaatfactor	Periode	Impact op het gewas
Hevige regenval	mei - sept	Verrotten groot deel van de aardappeloogst
Hittegolf	juli - sept	'Doorwas'
Warm en nat	juli - sept	Vóórkomen van de bacterieziekte Erwinia die natrot en stengelrot veroorzaakt waardoor oogstbederf optreedt
Extreme hitte	juni - sept	Afsterven van de aardappelplant door hoge verdamping en verbranding
Aanhoudend nat weer	mei - aug	Sputen tegen Phytophthora is niet mogelijk (vanwege verspreiden van ziekten) waardoor oogst verloren gaat
Vorst	mei - juni	De aardappels bevroren en komen niet op (lente)
Warme winter	dec - maart	Bewaring van aardappelen problematisch, de buitenlucht kan de aardappelen niet koelen en veroorzaakt verlies vocht en uitlopers en rot



Tabel 2.4. *Vóórkomen (#) van klimaatgebeurtenissen die in het huidige klimaat schade veroorzaken in Noord-Nederland (station Eelde). Klimaatdata (1976-2005) afkomstig van het KNMI.*

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



Tabel 2.5. *Mogelijk vóórkomen (#) van ongunstige klimaatgebeurtenissen in 2040 in scenario G+ (licht) en W+ (grijs), gebaseerd op data van het KNMI in de periode 2026-2055 (weerstation Eelde).*

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

Voor een aantal gangbare gewassen is deze analyse uitgevoerd voor de situatie in Noord Nederland. Voor meer informatie hierover: zie Schaap *et al.*, 2009.

3. Klimaatkansen

Klimaatverandering kan een bedreiging vormen, maar kan ook mogelijkheden bieden voor innovaties in de landbouw. Onze Nederlandse hoogproductieve landbouwmethoden en uitgebreide knowhow bieden uitstekende mogelijkheden om de landbouw te innoveren ten behoeve van een betere klimaatbestendigheid. Deze innovaties kunnen we ook internationaal goed vermarkten door onze sterke handelspositie. Er zijn een aantal interessante ontwikkelingen binnen het wetenschappelijk onderzoek, waarbij we kunnen aanhaken. Het gaat om thema's als:

1. Vernieuwingen van het uitgangsmateriaal.
2. Ontwikkeling in de techniek.
3. Verbreding van de bedrijfstak.
4. Aanpassingen op regionaal gebied door bedrijfsoverstijgende innovaties.

Binnen kennisinstellingen zoals Wageningen-UR lopen een groot aantal onderzoeksprojecten over veredeling, ontwikkeling van nieuwe (sensor)technologieën en systemen voor 'early warning', verbeteren van modellen, het ontwerpen van strategieën of scenario's voor gebiedsontwikkelingen, etc. Hierin is de thematiek van de klimaatverandering een belangrijk onderwerp. Het bedrijfsleven richt zich bij de ontwikkeling en commercialisering van knowhow vooral op de veredeling, sensor- en energieopslagtechnieken of productie van energiegewassen. In Tabel 4.1. staan er een aantal onderwerpen op een rij.



Tabel 3.1. *Innovaties in de landbouw, die worden ontwikkeld of in de praktijk worden ingezet.*

	Innovaties in uitgangsmateriaal	Techniekontwikkeling op bedrijfsniveau	Bedrijfsoverstijgende innovaties
Verzilting	Biosaline, Zeeland, Texel (NL) TopsyBaits, productie van zeepieren (NL) Global seed vault (Noorwegen); Nordic Genetic Resource Centre	Zoutlandbouw in Adelaide (Aus) Zeekraal productie in Mexico Seawater Farms in Eritrea	Oppolderen
Wartertekort	Monsanto: droogteresistente tarwe ICRISAT: drought resistant crop varieties (India) Droogte resistente katoen varianten (CSIRO, Australie)	WaterPyramid (NL) Rainwater harvesting systems (wateropslag basins) in Ganshu China Waterbesparende technieken, anders ploegen, (sub-Sahara Africa, Brazilië)	Zuivering via Eendekroos (NL)
Waterberging		Drijvende kas (NL) Wateropslag in de bodem (aquifers)	Waterpark Het Lankheet (natuurlijke waterzuivering met rietmoerassen - WUR)
Neerslagoverlast	Robuuste koeien in de venen	Drijvende kas	
Ziekten en plagen	Gen-technologie (WUR)	Feromoon-sensortechniek (WUR)	
Temperatuurstress	Heath resistant cotton varieties (CSIRO, Australia)	Adapting planting period to changing climate patterns (CSIRO, Australia) Timing aanpassen aan groeiseizoen (CSIRO, Australië)	
Mitigatie en energiegewassen	Eendekroos (NL) Algenproductie, Ingrepo (NL)	Sensortechnologie (Geo-logisch, NL) Energieleverende kas (of staldak): Greenportkas Venlo; Zuidplaspolder Porta Nova, Waddinxveen, Zonneterpconcept, Grasraffinage	Cradle to cradle: Greenport Shanghai, Greenport Venlo CO ₂ reductie door peilopzet in veenweiden (Veenweidepact Krimpenerwaard, Bodegraven Mexico Seawater Forestry Project Noord) Waterpark Het Lankheet (koolstofopslag in rietmoerassen); Geothermie in Drenthe



Veredeling

Op het gebied van de veredeling hebben we in het onderzoek al vele jaren goede resultaten geboekt. Momenteel worden nog steeds nieuwe rassen ontwikkeld, zowel met de klassieke (inkruis)methodieken als via de biotechnologie.

In de biotechnologie zijn momenteel opmerkelijke, nieuwe technieken in opkomst. Een techniek die momenteel opkomt, is de zogenaamde cisgenese¹. Deze techniek is binnen Wageningen-UR ontwikkeld. Hierin wordt via genetische manipulatie gewerkt met de eigen genen van de plantensoort. Dit lijkt daarmee op de klassieke veredeling, maar is veel sneller. Ook nieuw is het gebruik van 'gene silencing'. Dit is een methode om genen uit te schakelen en wordt momenteel gebruikt in de veredeling op ziekteresistentie.

In het kader van de klimaatverandering wordt momenteel veel veredeld op hitte- en droogteresistentie. Monsanto verwacht binnen 10 jaar met nieuwe tarwerassen op de markt te kunnen komen die bestand zijn tegen droogte en efficiënter met water omspringen.

Ook wordt via veredeling of genetische manipulatie gezocht naar rassen van tomaat of aardappel met een hogere zouttolerantie. Buiten Nederland zijn vooral research laboratoria in Mexico, Australië en Arizona op dit terrein actief. Australische onderzoekers hebben in samenwerking met Britse collega's een innovatie bereikt door haarvaten van planten zodanig te modificeren dat ze zout accumuleren. Hierdoor wordt het zout niet verdere de bladeren in getransporteerd en loopt het fotosyntheseapparaat geen schade op. Voor rijst blijkt dit in de praktijk goed te werken. Voor tarwe en gerst is deze techniek ook veelbelovend.

¹ Dit is een manipulatietechniek waarbij soortegen genen worden gebruikt. Genen die coderen voor een gewenste eigenschap worden binnen een soort of binnen kruisbare soorten van de ene plant naar een andere plant overgebracht. Door het gebruik van soortegen genen vallen een aantal nadelen van de gangbare transgenese met soortvreemde genen, weg.

Veredeling op resistentie tegen ziekten en plagen gaat langzamer, al komen er zo nu en dan wel nieuwe resistente rassen beschikbaar. Dankzij de techniek van gene silencing kan men nu al een tomaat met resistentie tegen meeldauw op de markt brengen.

Techniekontwikkeling

Voor teelten in het veld vindt momenteel een grote ontwikkeling plaats in de sensor- en robottechnologie (Stuefer *et al.*, 2004; Welte & Teran, 2004). Het lukt steeds beter om de bodemgesteldheid te bestuderen en teeltregistraties uit te voeren. Met programma's als Agrovision en Opticrop kan worden ingezet op precisielandbouw: nauwkeurige sturing van bemesting en verbetering van mogelijkheden voor onkruidbeheersing. Dit verbetert de ketenefficiëntie, bespaart energie en reduceert de uitstoot van broeikasgassen.

Voor de glastuinbouw is de sensortechnologie niet nieuw, maar deze wordt steeds verder verfijnd met name voor verdere energiebesparing.

Op het gebied van 'early warning' systemen is het gebruik van seksferomonen een nieuwe ontwikkeling. Hiermee kan vroegtijdig worden gesignaleerd of siergewassen zijn aangetast door de bananenboorder en kunnen telers tijdig maatregelen nemen.

Er wordt de laatste jaren ook veel vooruitgang geboekt bij de ontwikkeling van energie- of warmteopslag. De '**Greenportkas**' is hiervan een voorbeeld. Naast de ontwikkeling van energiezuinige systemen wordt ook gewerkt aan efficiënter ruimtegebruik en het sluiten van kringlopen. Hiervan zijn de '**Stapelkas**' en de '**Drijvende kas**' mooie voorbeelden.

Ook vindt nog steeds verbetering van de benutting van zonne-energie plaats. Deze ontwikkeling wordt onder meer gebruikt voor de productie van (schoon) water. Zo heeft Aqua-Aero WaterSystems de zogenaamde WaterPyramid ontwikkeld voor de productie van (drink)water uit zout of vervuild water. Een ander voorbeeld is het Dutch Rainmaker team. Dit is een groep specialisten die door een combinatie van verschillende technieken in staat zijn om water te produceren uit lucht.

Verbreding van de bedrijfstak

Er zijn diverse initiatieven om nieuwe vormen van landbouw of teeltcombinaties te introduceren. Combinaties van bijvoorbeeld visteelt en de teelt van zilte gewassen kunnen interessant zijn om de nutriëntenkringloop zoveel mogelijk te sluiten.

In Nederland zijn verschillende kennisinstellingen actief om de teelt- en gebruiksmogelijkheden van halofyten (zoals zeekraal) te bestuderen, teelten die op dit moment vooral kleine nichemarkten bedienen. Mogelijk zal dit voorlopig ook zo blijven. Voor zoutgevoelige gewassen blijft de Nederlandse concurrentiepositie ook bij klimaatverandering waarschijnlijk gunstig, terwijl de kosten van grond en arbeid voor zilte teelten dermate hoog zijn dat omschakelen naar grootschalige zoutwaterlandbouw waarschijnlijk niet kansrijk is.

Ook de productie- en gebruiksmogelijkheden van eendenkroos (Lemna) of algen zijn momenteel onderwerpen van studie. Eendenkroos is heel geschikt als grondstof voor bijvoorbeeld: groenbemester, waterzuiveringfilter, eiwitbron voor de industrie van voedingssupplementen en veevoer. Ook algen hebben een aantal interessante toepassingen, waarvan die als grondstof voor Multi-vitaminen, medicijnen of voedingsmiddelen in de toekomst heel lucratief kunnen worden.

Regionale ontwikkeling

Regionale aanpassingen aan klimaatverandering heeft in veel gevallen betrekking op het waterbeleid, zoals: goede ontwatering, peilgestuurde drainage, mogelijkheden voor wateropslag of scheiden van zout en zoet water door

aanleg van stuwen. Voor de uitvoer moet het gebied goed in kaart worden gebracht en ontwerpen worden gemaakt voor herinrichting van het gebied. Binnen het onderzoek verschuift het accent de laatste jaren naar een geïntegreerde aanpak en samenwerking met stakeholders. Deze zogenaamde 'participatieve benadering' (Blom-Zandstra & van Keulen, 2008) levert een goede vraagarticulatie op, vergroot het draagvlak, en waarborgt uitwisseling van kennis en ideeën en implementatie van juiste technologie. In projecten zoals 'hotspot Noord Nederland' (waarvan LTO-Noord de trekker is) zijn goede ervaringen opgedaan in de bijeenkomsten en ateliers over de klimaatproblematiek in de noordelijke provincies.

De participatieve aanpak beperkt zich niet tot Nederland. Hij wordt ook al een aantal jaren met succes gebruikt in internationale projecten waarin bijvoorbeeld wordt gewerkt met 'farmer field schools' (Van den Berg & Jiggins, 2007). Nederland heeft met deze aanpak een voorloperpositie ten opzichte van andere landen en kan in zijn rol als kennisexporterend land hierdoor een gunstige positie verwerven.

In verschillende regio's in Nederland ontwikkelen partijen initiatieven voor een integrale gebiedsontwikkeling, met name in de veenweidegebieden en in gebieden waar natuur en landbouw sterk verweven zijn, zoals in Noord Brabant en in Noord en Midden Limburg.

Ook met internationale partners worden initiatieven ontwikkeld, zoals de ontwikkeling van een Agrofoodpark voor duurzame voedselproductie in Sjanghai. Dit is een initiatief waarin zowel overheid als bedrijfsleven participeren en waarin de hele keten ('*from cradle 2 cradle*') wordt betrokken.

De voorbeelden van deze innovaties bieden kansen op vernieuwingen in de landbouw naar een duurzamere en meer klimaatbestendige sector. In de bijlage worden de innovaties verder uitgediept.



Artistieke weergave van een toekomstbeeld over een biologische kringloopkas.

4. Tot slot

In de toekomst moet de productiviteit, innovatieve kracht en een sterke internationale marktpositie van de landbouw gegarandeerd blijven. Bevolkingsdruk en verstedelijking zullen waarschijnlijk verder toenemen. Dit vergt een verdere intensivering van de glasteelt en intensieve veehouderij, een grotere druk op het water en energiegebruik en wellicht ook een herverdeling van bouwland. Mogelijk zullen daardoor in Nederland verschuivingen optreden van de productie van consumptiegewassen naar productie van luxeartikelen, zoals sierbomen, sierbloemen, heesters, wijndruiven of producten met hoogwaardige inhoudsstoffen voor de industrie. Mogelijk zullen er zelfs landbouwsectoren naar het buitenland verhuizen.

Klimaatverandering met meer perioden van hitte, droogte of overmatige regenval en meer overstromingsrisico's zullen de aanleg van bufferzones en opslagmogelijkheden van energie en water noodzakelijk maken. Een toename van ziekten en plagen vraagt meer kennis over effecten van allerlei pathogenen op de productiviteit van gewassen, de verspreidingsrisico's en de overdraagbaarheid op andere gewassen. Om tijdig op epidemieën te kunnen inspelen moeten betere early warning technieken worden ontwikkeld.

Binnen de techniekontwikkeling zal nog een belangrijke innovatiesprong gemaakt moeten worden. Ook de kennis over een combinatie van adaptatie- en mitigatiestrategieën vereist een innovatieslag. Hiermee kan Nederland zijn voorsprong sterke internationale marktpositie behouden. Nederland heeft veel expertise op het gebied van watermanagement en kan daarmee op de internationale markt waarschijnlijk nog steeds een voorsprong. Conservering, productie of zuiniger gebruik van (zoet) water en alle kennis daaromheen kan in de toekomst mogelijk een nog interessanter internationaal handelsproduct worden.



Belangrijke kennisthema's voor de toekomst

Op een aantal vlakken heeft Nederland binnen het internationale speelveld interessante mogelijkheden om zich bij veranderende klimatologische omstandigheden te profileren:

1. *Water.*
Nederland heeft een sterke positie als het gaat om water- en deltatechnologie. Deze kennis is een belangrijk exportproduct maar heeft nog een zwaar accent op waterveiligheid. Nederlandse instituten worden betrokken bij het veiliger maken van New Orleans bijvoorbeeld. We zouden ons nog sterker moeten profileren op onze kennis over adaptatie in bredere zin.
2. *Fysiologie.*
Binnen het landbouwkundig onderzoek is momenteel fysiologische expertise aanwezig, die van belang kan zijn voor de ontwikkeling van klimaatbestendige adaptatiestrategieën. Bijvoorbeeld de kennis over wortelfysiologie, feedbackmechanismen bij stress, biotechnologische kennis, kennis op gebied van sensortechnologie of modellenbouw, etc. zijn belangrijke tools voor de verdere ontwikkeling klimaatadaptatiestrategieën. Het blijft echter nodig om de kennis te verrijken met een experimentele onderbouwing. Hier hangen kostenplaatjes aan.
3. *Onafhankelijkheid.*
Binnen de veredeling en biotechnologie zijn vele (industriële) belangen gemoeid. Voor een goede ontwikkeling van kennis en inzicht in de mogelijkheden en onmogelijkheden, kansen en bedreigingen, is de garantie op een onafhankelijke en veilige positie voor het onderzoek van groot belang.
4. *Participatie stakeholders.*
De unieke positie van Nederland in het internationale speelveld op het gebied van participatief onderzoek is een parel voor de export van kennis. Samenwerking en uitwisseling van kennis is een absolute voorwaarde voor succes. Dit heeft ook consequenties voor de manier waarop binnen Nederland in allerlei (beleids)gremia wordt samengewerkt. Het zou veel winst opleveren wanneer de overheid hierin een voortrekkersrol zou nemen en de samenwerking binnen het overheidsapparaat en met het bedrijfsleven zou vergroten.

Colofon

Deze brochure is geschreven in het kader van het LNV-BO project Ruimtelijke Klimaatadaptatie, ter ondersteuning van het ARK Impulsproject Landbouw in Noord Nederland. De auteurs bedanken in het bijzonder LTO Noord, met name Peter Prins (LTO Noord, projectleider Klimaat en Landbouw Noord Nederland), voor zijn bijdragen en ideeën. Verder is dankbaar gebruik gemaakt van de kennis uit het Klimateffectatlas project (IPO, Klimaat voor Ruimte, Ruimte voor Geoinformatie, Kennis voor Klimaat en de Waterdienst).

Literatuur

- Blom-Zandstra, M. & H. van Keulen, 2008.
Innovative concepts towards sustainability in organic horticulture. Testing a participatory technology design, *International Journal of Agricultural Sustainability* 6 (3), 195–207.
- Blom, G., M. Paulissen, C. Vos & H. Agricola, 2008.
Effecten van klimaatverandering op landbouw en natuur, Nationale Knelpuntenkaart en Adaptatiestrategieën, PRI Rapport 182, pp 38 + bijlagen.
- Blom-Zandstra, G., M. Paulissen & B. Schaap, 2009.
How will climate change affect spatial planning in agriculture and nature? Examples from three Dutch regions. *Earth and Environmental Science*. Submitted.
- Blom, G., M. Paulissen, W. Geertsema & H. Agricola, 2009.
Klimaatverandering in 3 casestudiegebieden. Integratie van adaptatie strategieën voor landbouw en natuur. Wageningen UR Rapport 255, Pp 74.
- Goosen, H., L. Stuyt, M. de Groot, M. den Braber, J. Bessembinder, E. Steingröver, S. van Rooij, F. Witte & G. Blom-Zandstra, 2009.
Klimaatteffect Atlas 1.0 Eindrapportage fase 2: Van Schetsboek naar klimaatteffectatlas, in afronding.
- Hermans, T., J. Verhagen, P. Vereijken, F. Ewert, H. Smit, M. Metzger, H. Naef, R. Verburg & G. Woltjer, 2008.
Spatial impacts of climate and market changes on agriculture in Europe [Monograph]
- Droogers P, A. Van Loon & W.W. Immerzeel, 2008.
Quantifying the impact of model inaccuracy in climate change impact assessment studies using an agro-hydrological model, *Hydrology and Earth System Sciences* 12 (2), 669-678.
- Reith, J.H., M. Blom-Zandstra, W. Brandenburg, R.H. Wijffels, J. Steketee & N. Staats, 2003.
Transitiepad 'Energie en grondstoffen uit Aquatische Biomassa'.
- Schaap, B., G. Blom-Zandstra, I. Geijzendorffer, T. Hermans, R. Smidt & J. Verhagen, 2009.
Project Klimaat en Landbouw Noord-Nederland Fase 2, Nota 629 Plant Research International en Alterra, pp 66 + bijlagen.
- Stuefer, J.F., S. Gomez & T. Van Molken, 2004.
Clonal integration beyond resource sharing: implications for defence signalling and disease transmission in clonal plant networks. *Evolutionary Ecology* 18 (5-6), 647 – 667.
- Van den Berg, H. & J. Jiggins, 2007.
Investing in farmers: The impacts of farmer field schools in relation to integrated pest management, *World Development* 35 (4), pp. 663–686.
- Verhagen, A., M. Blom-Zandstra, P.J. Kuikman, E. den Belder, W.A. Brandenburg, J. Elderson, C.M.L., Hermans, B.F. Schaap, J.J.H. van den Akker, T.V. Vellinga & C. Waalwijk, 2009.
Naar een klimaatbestendiger landbouw in Nederland. Quicksan en agendering van onderzoek1, Plant research International, Nota 613, Pp. 14.
- Welte, V.R. & M.V. Teran, 2004.
Emergency prevention system (EMPRES) for transboundary animal pests and diseases – The EMPRES-livestock: An FAO initiative. Impact of Ecological Changes on tropical Animal Health and Disease Control. In: *Annals of the New York Academy of Sciences* 1026, 19 – 31.

Bijlage I.

Voorbeelden van een aantal innovaties in de landbouw

Innovaties in het uitgangsmateriaal

Zowel nationaal als internationaal zijn vele voorbeelden te vinden van innovaties in de biotechnologie, gericht op het vergroten van de tolerantie van gewassen voor bepaalde effecten die door klimaatverandering versterkt zullen worden. Hier volgen enkele voorbeelden.

Droogteresistentie

Al enige tijd geleden is de zadenproducent Monsanto bezig geweest met de ontwikkeling van een transgene droogteresistente tarwevariëteit, maar deze vanwege de maatschappelijke weerstand in de koelkast gestopt. Sinds kort heeft de onderneming deze activiteit weer opgepakt na de overname van WestBred, een specialist in de veredeling van tarwe. Monsanto wil zich vooral concentreren op variëteiten die bestand zijn tegen droogte, een hogere productie opleveren en efficiënter omspringen met water en stikstof. Volgens Monsanto zal het ongeveer tien jaar duren om een nieuwe transgene tarwevariëteit te ontwikkelen. Het budget dat hiervoor vereist is, zou naast de kosten voor de overname van WestBred ongeveer 70 miljoen dollar bedragen. Niet alleen Monsanto is op zoek naar rendabele ggo-tarwe. Australische wetenschappers werken aan een droogteresistente variëteit en ook Syngenta is op dit vlak actief. (Bron: Reuters, 23/07/2009; www.vilt.be/Monsanto_gaat_zich_weer_bezighouden_met_ggo-tarwe)

Zoutresistentie

Op het Biosaline Innovation Centre van de vrije Universiteit wordt in zouttolerante gewassen als zeekraal, zeekool en strandbiet bestudeerd welke aanpassingsmechanismen voor zout aanwezig zijn en via allerlei veredelings technieken kunnen worden ingebracht in productiegewassen. Hierbij wordt ook gebruik gemaakt van planten die verzameld zijn in gebieden met een extreem klimaat.

Meer informatie over Biosaline Innovation Centre staat op www.falw.vu.nl/Onderzoekcentra.)

Uit: http://www.vu.nl/nl/Images/VU%20Magazine%20nr.%202%20september%202008_tcm9-53475.pdf

Onderzoekers van de universiteit van Adelaide in Australië hebben in samenwerking met onderzoekers van de Britse universiteit van Cambridge cellen rond de haarvaten van planten door genetische modificatie zo veranderd, dat de cellen zout opnemen. Hierdoor wordt het zout niet verder getransporteerd, zodat de plant geen schade oploopt. De onderzoekers zijn momenteel bezig deze techniek toe te passen bij tarwe, gerst en rijst. Bij rijst worden al hele goede resultaten behaald.

In Nederland is ook een onderzoek gestart naar het kweken van aardappelrassen die beter bestand zijn tegen zout water. Dit onderzoek wordt gesteund door de ZLTO en de provincie Zeeland en wordt uitgevoerd door aardappelveredelingsbedrijf C. Meijer. Op proefvelden test C. Meijer rassen en ouderlijnen op zoutgevoeligheid. (Uit: Agrarisch Dagblad, 8 juli 2009, auteur: Jan Engwerda)

Uit: <http://www.agd.nl/1079767/Nieuws/Artikel/Wetenschappers-ontwikkelen-zouttolerante-planten.htm>

Ziekteresistentie

De techniek van 'gene silencing' is door Wageningse plantenveredelaars voor het eerst gebruikt om een resistentie tegen meeldauw tot stand te brengen. Het uitschakelen van genen werd tot nu toe gebruikt om kwaliteitsaspecten van planten te verbeteren, maar nog niet om de resistentie tegen ziekten te verhogen. De veredelaars verwachten

dat met deze nieuwe veredelingsstrategie duurzame resistentie mogelijk is. Enkele jaren geleden werd het mechanisme ontdekt waarmee ziekteverwekkers de immuniteit van planten om zeep helpen. Pathogenen maken moleculen aan, die bepaalde genen in de plant beïnvloeden om toegang te krijgen. Deze genen, S-genen genoemd, reageren op signalen van de ziekteverwekker en geven hem toegang tot de plant, waardoor die wordt aangetast. Door één of meerdere S-genen uit te zetten, blokkeer je de toegang voor de ziekteverwekker en wordt de plant weer resistent. Buitenlandse onderzoekers vonden een S-gen in gerst dat de ziekte meeldauw toegang gaf. Het bleek dat dit S-gen via mutatie in bepaalde variëteiten was uitgeschakeld en dat deze variëteit al meer dan dertig jaar resistent was tegen meeldauw. Toen hetzelfde S-gen werd uitgezet in de modelplant *Arabidopsis*, werd dit plantje ook resistent tegen meeldauw. Binnen Wageningen UR werd in 2007 aangetoond dat ook de tomaat niet meer vatbaar is voor meeldauw als je dit S-gen uitschakelt. Zo'n recessieve resistentie wordt momenteel al voor vier S-genen in andere gewassen op rasniveau toegepast en er is een groeiende lijst van potentiële S-genen die bij verschillende ziekten toegepast kunnen worden. Het moet nog verder worden bestudeerd in hoeverre deze veredelingsstrategie in de praktijk kan worden ingezet. (Bron: Resource, het blad voor Wageningen Universiteit en Researchcentrum.)

Technologieontwikkeling

Sensoren

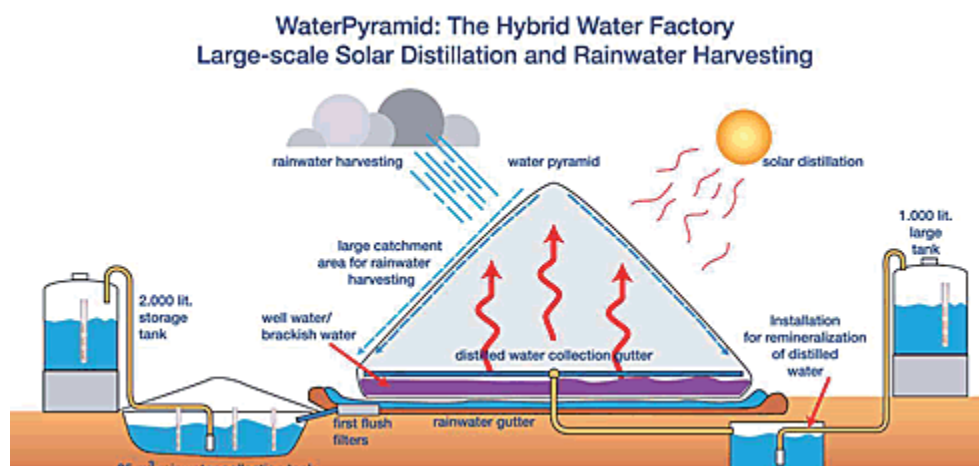
Momenteel vindt een grote ontwikkeling plaats binnen de sensortechnologie. Verschillende organisaties uit het onderzoek en het bedrijfsleven werken in het programma Geo-Logisch samen aan de ontwikkeling van teeltregistratieprogramma's en het in gebruik nemen van opbrengstkaarten. Opbrengstkaarten, kaarten met een stikstofsensor, satelliet-biomassakaarten en Blgg-bemonsteringskaarten kunnen nu in het teeltregistratieprogramma van Agrovison/ Opticrop worden geladen. De teeltregistratieprogramma's Comwaes en Crop van Agrovison/ Opticrop hebben een module waarmee kaarten kunnen worden ingelezen en strooikaarten kunnen worden gemaakt die via Isobus communiceren met boordcomputers voor werktuigen. Het maken van aardappelopbrengstkaarten voor een rooier met opbrengstsensoren is echter nog niet goed gelukt. De kleitarra tussen het product en aangekoekte klei op de weegband maken de metingen onnauwkeurig.

Veel van de activiteiten van Geo-Logisch worden in een nieuw landelijk project voortgezet, dat zich richt op ketenefficiëntie, met de focus op energiebesparing en reductie van broeikasgassen. Met de gps-techniek kan brandstof worden bespaard en de bodemstructuur worden verbeterd. Dat betekent minder lachgasproductie.

Waterwinning

Aqua-Aero WaterSystems heeft het zogenaamde WaterPyramid concept ontwikkeld. Dit concept maakt gebruik van een eenvoudige technologie om schoon (drink)water te produceren uit zout of vervuild water. De meeste energie voor dit proces komt uit zonlicht, zowel direct ingestraald als opgevangen door zonnecollectoren. Het procedé is in eerste instantie ontwikkeld voor tropische en subtropische gebieden met veel zonlicht en een vlak oppervlak. Het concept is gepatenteerd en heeft in 2006 een prijs gewonnen die was uitgelooft door de Wereldbank.

De techniek is eenvoudig (zie Figuur 5). Zonlicht valt door het foliedek en verdampt het water. Dit condenseert tegen het foliedek, wordt in goten opgevangen en afgevoerd naar een opslagbassin. Het systeem vraagt wel een flink grondoppervlak om effectief te zijn. Het systeem kan ook worden gebruikt om regenwater op te vangen.



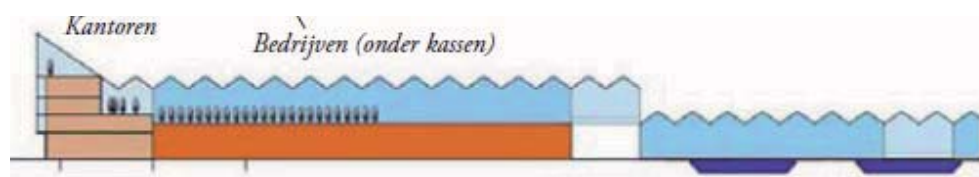
Figuur 5. Het WaterPyramid concept van Aqua-Aero WaterSystems.

Op dit moment wordt het nog uitsluitend toegepast in de tropen, maar het zou ook prima kunnen worden ingezet in de gematigde streken wanneer schoon water schaarser worden en de instraling van zonlicht toeneemt. (zie <http://www.aaws.nl/home.htm> - #)

Innovaties in de kasteelt

Ten behoeve van de kasteelt wordt voortdurend gewerkt aan ontwikkeling van meer energiezuinige systemen en vergroting van de weerbaarheid tegen grillige vernaderingen van de omgevingsfactoren. Sleutelwoorden daarin zijn: effectief ruimtegebruik, sluiten van kringlopen en het vergroten van de warmteopslagcapaciteit. Dit levert voortdurend nieuwe kasconcepten op zoals: de '**stapelkas**', de '**drijvende kas**' en de '**greenportkas**'.

In de sierteelt kunnen vaak twee teeltlagen boven elkaar bestaan: de meest lichtbehoevende is boven en schermt te felle instraling af voor de onderste teelt. Behoeft aan creatief ruimtegebruik heeft geleid tot het ontwerp van de '**stapelkas**'. Dit kastype wordt binnenkort in praktijk gebracht in de Glasparel in Waddinxveen. Een deel van de kassen is gestapeld op een bedrijfsruimte en onder de overige kassen is de waterberging gepland. Die ruimtewinst levert plaats op voor woningen en bedrijvigheid, zonder dat het areaal glas terugloopt (zie Figuur 6). De tuinbouw kan hierdoor rendabel duurzame warmte leveren aan de naastgelegen woningen, bedrijven en kantoren.



Figuur 6. Dubbel ruimtegebruik: stapelen of drijvende kassen (Bron: Innovatienetwerk).

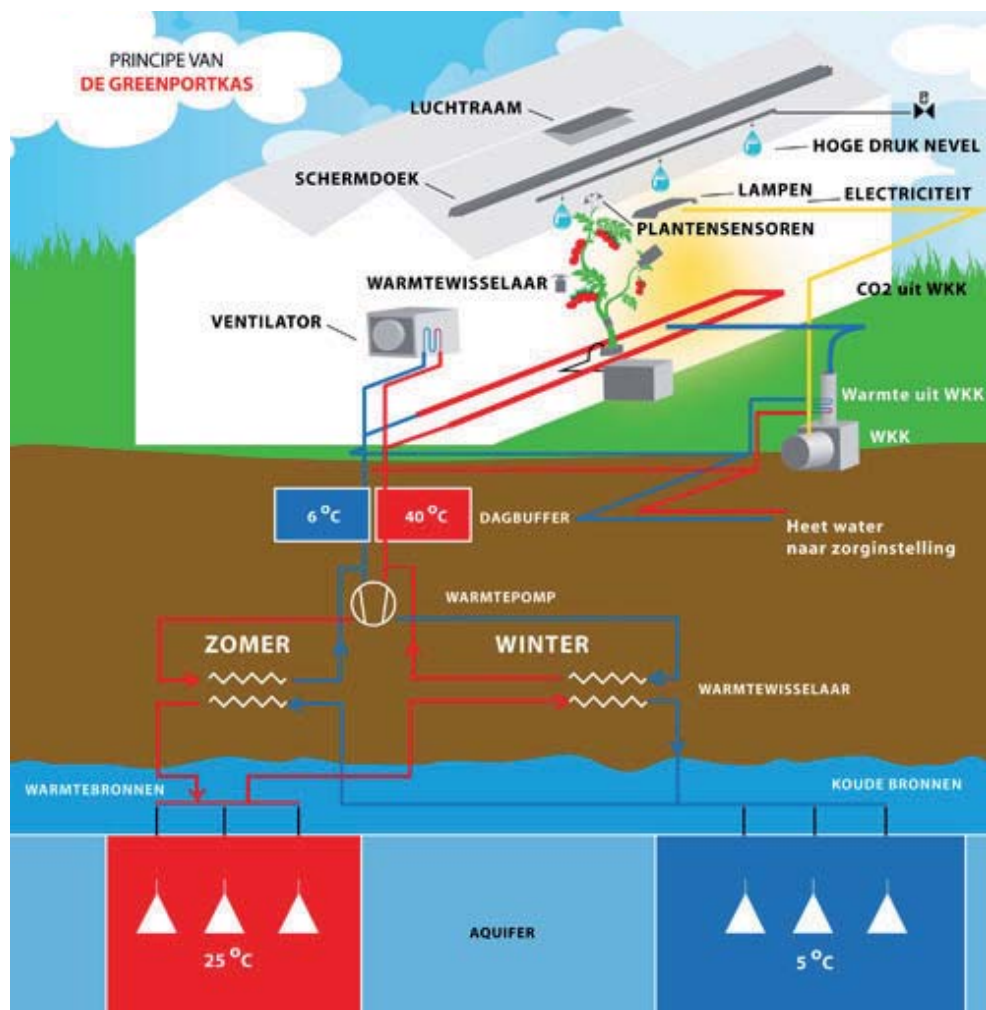
De '**drijvende kas**' is geschikt om glastuinbouw te combineren met grootschalige waterberging en kan worden gebruikt in gebieden met een waterproblematiek zoals een zakkende bodem en veel neerslag. In juni 2005 is 's werelds eerste drijvende kas, een initiatief van zes bedrijven en het Innovatienetwerk, opgeleverd in Naaldwijk (zie Figuur 7). De drijvende kas rust op een drijflichaam dat direct op het water is gebouwd met behulp van geëxpandeerd polystyreen (EPS, piepschuim) en staalvezelbeton. De kas is voorzien van kasverwarming- en koeling en schermen en dient momenteel als expositie- en presentatieruimte.

De rozenkwekers Frank Olieman en Wim van Kampen gaan in 2010 een drijvende rozenkas bouwen van 5 hectare in Zuid-Holland onder de naam Floating Roses World. Begin 2011 moet de kas in bedrijf zijn. De 5 hectare grote kas ligt op een 0,7 meter dikke laag geëxpandeerd polystyreen (EPS), volgens hetzelfde principe als de demokas in Naaldwijk. Het wordt de eerste commerciële drijvende kas.



Figuur 7. Demo drijvende kas in Naaldwijk (foto: www.drijvendekas.nl).

De '**Greenportkas**' (Figuur 8) in Venlo bestaat uit drie onderdelen: een semi-gesloten kas, warmte opslag in de bodem en de levering van warmte aan partijen buiten de tuinbouw. In de semi-gesloten kas wordt efficiënter met CO₂ omgegaan dan in een traditionele kas, waardoor de productie hoger is dan in normale teelten. Er hoeft geen licht te worden weggeschermd, want de overvloedige warmte wordt afgevoerd via ondergrondse opslag van laagwaardige warmte. De warmte wordt via een warmtewisselaar en een warmtepomp in het grondwater opgeslagen op een diepte van ongeveer negentig meter, waardoor de locale grondwatertemperatuur stijgt van 6°C tot 25°C. 's Winters wordt die warmte weer uit het grondwater gehaald om de kas te verwarmen, zodat er over het gehele jaar geen opwarming van de grond plaats vindt. Hierdoor bespaart de kas jaarlijks twee miljoen kubieke meter gas. Dit is ongeveer 35 % van het totale eigen verbruik. De hoogwaardige warmte van de WKK wordt voor een aanzienlijk deel aan externe partijen geleverd: de Zorggroep Noord- en Midden-Limburg en de Mytyschool Ulingshof. De gebouwen van beide afnemers liggen aan de andere kant van de weg tegenover de kas en hoeven zo veel minder gas te verstoken.



Figuur 8. Het principe van de Greenportkas.

Nieuwe toepassingen in de landbouw

Feromoonvallen beschikbaar voor praktijkgebruik

Onderzoekers van Wageningen UR hebben een nieuw seksferomoon ontdekt dat aantastingen en besmettingen van de bananenboorder (*Opogona sacchari*) moeiteloos en specifiek aantoonbaar in een groot aantal siergewassen. Door toepassing van dit nieuwe seksferomoon in een feromoonval kunnen telers de bananenboorder vroegtijdig signaleren en kunnen ze tijdig specifieke maatregelen inzetten. De bananenboorder is een (sub)tropische mot die met geïmporteerd plantenmateriaal Nederland binnenkomt en zo schade veroorzaakt in de bedekte teelt van een groot aantal siergewassen. Veel ingevoerde (sier)planten zijn een geschikte waardplant voor de bananenboorder. De aanwezigheid van de bananenboorder in sierplanten kan een serieuze bedreiging vormen voor de Nederlandse export. Het is dus van groot belang dat Nederland kan garanderen dat hier gekweekt en in de handel gebracht plantmateriaal vrij is van deze mot.

Lemnaweiden en Lemnavijvers

Sinds een aantal jaren staat eendenkroos (*Lemna minor*) in de belangstelling. In Amerika wordt deze plant veel ingezet bij het zuiveren van afvalwater in de zogenaamde *Lemna lagoons* vanwege zijn vermogen om zware metalen en andere verontreinigingen op te nemen. Eendenkroos kan echter ook worden gebruikt voor de productie van biogas. Wanneer een deel van het kroos regelmatig met skimmers wordt geoogst, kan de productie en daarmee de zuivering worden gemaximaliseerd. In voedselrijke omstandigheden kan eendenkroos elke 2 dagen 1,5 keer in

biomassa toenemen. De plant is rijk aan voedingsstoffen en zeer eiwitrijk en kan voor een aantal toepassingen worden gebruikt, zoals:

- filter voor verontreinigingen;
- groenbemester en bodemverbeteraar;
- bron voor specifieke eiwitten;
- bron van methaangas;
- voer voor vee, vogels en vissen.

Eendenkroos groeit optimaal in licht brakke omstandigheden. Dus in brakkere gebieden zouden daarom in principe productieve eendenkroosweiden kunnen worden ontwikkeld, die productiever kunnen zijn dan grasweiden en geïntegreerd kunnen worden met andere productiesystemen.

(uit: Rapport Zilte Perspectieven, <http://library.wur.nl/ebooks/minInv/rapporten/1703299.pdf>)

Productie van algen

Het bedrijf Ingrepro uit Borculo levert de algen als basisproduct of halffabrikaat aan zo'n tachtig verschillende afnemers uit ruwweg vier afzetgroepen. De afzet aan de humane voedingsmiddelenindustrie levert de hoogste inkomsten op. Deze branch gebruikt bestanddelen uit de alg om er onder meer Multi-vitaminen, medicijnen of voedingsmiddelen van te maken. Ook wordt de alg als grondstof gebruikt voor cosmetische producten.

Het tweede afzetkanaal is de voerindustrie. Daar worden uit de alg ingrediënten voor honden- en paardenvoer gemaakt. Daarnaast vormt ze ook een bron als natuurlijke afweerstoffen en voedingssupplementen voor kippen, koeien en varkens.

Een derde afzetkanaal zijn de viskwekers op land. De algen vormen uitstekend visvoer. Deze markt groeit momenteel hard, omdat er steeds meer vis op land wordt gekweekt.

Het vierde afzetkanaal is de tuinbouw, waarin algen kunnen worden gebruikt als groeibevorderaar of natuurlijke schimmelremmers. Ook worden algen verkocht aan producenten van bioplastics.

Via het concept 'PowerFarm' wil Ingrepro in de toekomst ook biodiesel uit algen gaan halen en verwacht dat het oliepotentieel van algen veel groter is dan van koolzaad of palmolie.



Zoutwaterlandbouw

In Wilhelminadorp worden sinds 1983 zeepieren (zagers) en vismeel geproduceerd door het bedrijf Topsy Baits. Het bedrijf heeft inmiddels bijna honderd kweekvijvers op zeventien hectare land en levert zelfs een hogere opbrengst dan suikerbieten. In 2000 is het bedrijf ook begonnen met het maken van visvoer uit de zagers en levert nu ook vismeelvrij forelvoer. In de traditionele zalmkwekerijen moet eerst vier tot vijf keer zoveel vis uit zee worden gevangen. Dat is met het product van Topsy Baits niet meer nodig. Zij verwerken slachtafval van de zalmkwekerijen in het voer: de koppen, de graten. Daar gaat een paar procent gedroogde zagers doorheen, want dat hebben vissen nodig voor de voortplanting.

(Zie: www.topsybaits.nl) en (uit: http://www.ingrepro.nl/16-20_P+_28_People.pdf)

Samenwerking in het Landelijk Gebied

Nieuw Limburgs Peil: samen aan de slag tegen verdroging

Limburg steeds droger en de verscheidenheid in natuur neemt af.

Daarom is het waterschap Peel en Maasvallei met een integrale gebiedsgerichte aanpak in en rond de gevoelige natuurgebieden van Midden-Limburg en Noord-Limburg gestart met het project Nieuw Limburgs Peil. De natuurdoelen die door de Provincie en het Rijk zijn gesteld, vormen het uitgangspunt. Samen met de mensen in de streek is het waterschap in dialoog gegaan over manieren om het waterbeleid beter aan te pakken en maatregelen te formuleren. Ook geavanceerde computermodellen en rekenscenario's hebben daarbij hun dienst bewezen, zoals bijvoorbeeld het model Ibrahim, een gebiedsdekkend computersimulatiemodel voor de kwantitatieve hydrologie. De maatregelen zijn in te delen in drie categorieën:

- gebiedsdekkende maatregelen, zoals inzet van ontwateringstechnieken of peilgestuurde drainage en extra stuwen in waterschaps- en boerensloten gelden voor heel het gebied;
- lokale maatregelen, zoals aanpassing van de watergangen (vercondigen, dempen, omleiden);
- maatregelen in natuurgebieden zelf, zoals (optimalisatie) compartimentering. Natuurterreinbeheerders, waterschap en reconstructiecommissie gaan aan de slag met uitwerkingsplannen voor de maatregelen.

Uit: <http://www.wpm.nl/projecten/@76426/pagina/>

Wuivende Weelde – een kansrijk concept²

De veenweiden lenen zich ervoor om op grote schaal riet te kweken en in te zetten voor het opwekken van groene energie als grondstof voor de papierindustrie of als biobrandstof. In Wageningen zijn onderzoekers er al in geslaagd om uit liesgras op kleine schaal energie te produceren. Een rieteconomie zou een nieuw tijdperk kunnen inluiden voor een gebied waar het inkomen van de bestaande melkveeboeren nu al negatief is. Rietteelt kan in principe goed worden gecombineerd met andere functies. Als op bepaalde locaties de melkveehouderijen gehandhaafd blijven, zullen ze met de rietpercelen een ruimtelijk palet gaan vormen. De waterrijkdom biedt dan een andere dimensie, waarin natuurbeheer en recreatie een plaats krijgen.

Overstappen op grootschalige rietteelt zou een forse trendbreuk betekenen. Al tientallen jaren speelt men in het veenweidegebied met de gedachte om meer toe te gaan naar het systeem van 'peil volgt functie'. Momenteel wordt het gebied voortdurend ontwaterd om er te kunnen boeren. Dat leidt tot bodemdaling en daardoor is weer diepere ontwatering nodig. Dit cyclisch proces wordt beëindigd wanneer er wordt gekozen voor het principe van 'functie volgt peil', waardoor het waterpeil fors omhoog gaat en op een andere manier gebruik wordt gemaakt van de gronden. Deze nieuwe productievorm heeft voordelen:

- De uitstoot van kooldioxide (CO₂) wordt teruggedrongen. Momenteel is dit – vanwege het lage waterpeil – zo'n 25 ton per jaar en ontstaat door het te lage waterpeil (bron: Klimaatwinst in Nederlandse veenweidegebieden, WUR/DHV, 2005);
- Er komt meer ruimte voor waterberging;

² Nog niet in de praktijk gebracht.

- De kosten van het waterbeheer gaan mogelijk iets omlaag. Door de dalende bodem worden de kosten om de gronden te ontwateren (voor met name landbouw) steeds hoger. Dat geldt ook voor het beheer van dijken, wegen en riolering.

Grootschalige rietteelt levert winst op voor het milieu en het klimaat. Peilverlagingen worden hierdoor (in niet bebouwde gebieden) stopgezet, waardoor veenklink wordt gestopt. Dit biedt ook mogelijkheden voor waterzuivering, ruimte voor waterberging, energieteelt, grondstof voor papier en versterking van de ecologische structuur. Een toename van muggen zou in de toekomst mogelijk een aandachtspunt kunnen worden.
(bron: o.a. <http://www.energiechannel.nl/nieuwsdetails.php?nid=56>).

Het scheiden van zout en zoet water in gebiedsontwikkeling

Kapitaalintensieve en meestal ook arbeidsintensieve teelten zijn aangewezen op zoet water. Naar verwachting kan er in de toekomst minder zoet water worden aangevoerd voor doorspoeling. In veel droogmakerijen bevinden zich brakwatervensters op plaatsen waar de deklaag van klei wordt doorbroken door goeddoorlatende zandbanen. Dit kan een natuurlijke oorsprong hebben als restanten van oude geulen. Echter, de 'gaten' in de deklaag kunnen ook een resultaat zijn van menselijk handelen, als de deklaag bij het aanleggen van grote infrastructurele werken wordt doorbroken. Met stuwen kan brak water van zoet water worden gescheiden, waardoor delen van de polder brakker worden. Op deze plaatsen kan een natuurfunctie worden gekoppeld aan agrarisch natuurbeheer. Op de plaatsen die zoeter worden ontstaan meer zo mogelijkheden voor kapitaalintensievere teelten.

Duurzaam toekomstperspectief voor Limburgse landbouw door Nederlands-Chinese samenwerking

Vlak bij Sjanghai wordt het 'Greenport Sjanghai' ontwikkeld, een agrofoodpark voor duurzame voedselproductie. Dit 27 km² grote park is het resultaat van samenwerking tussen TransForum, Wageningen UR, Limburgse agrarische ondernemers, de Sjanghai Industrial Investment Corporation (SIIC) en de Chinese overheid. De Provincie Limburg, de Regio Venlo en verschillende agrarische ondernemers, vertegenwoordigd door Knowhouse, hebben een belangrijke positie in dit consortium. De ontwikkeling van Greenport Sjanghai biedt unieke kansen voor de Limburgse agrarische sector, niet alleen voor de export van agrarische producten, maar vooral ook voor het vermarkten van Nederlandse agrarische kennis op een expanderende wereldmarkt.

Cradle 2 Cradle. Greenport Sjanghai wordt een showcase van duurzame productie van kwalitatief hoogwaardig voedsel vlakbij een grote stad. In het park worden productie, verwerking en handelsfuncties geïntegreerd, zodat ketenmanagement en kwaliteitscontrole gegarandeerd zijn. De productie vindt plaats volgens de principes van cradle-2-cradle, dus met gesloten kringlopen, waarbij alle rest- en bijproducten opnieuw worden gebruikt. Zo zal Greenport Sjanghai nauwelijks afval produceren en nauwelijks fossiele brandstoffen gebruiken, maar zelfs energie produceren. Dat kan oplopen tot 260 miljoen watt per jaar, die wordt geleverd aan de naburige Ecocity Dongtan (geplande capaciteit: 500.000 inwoners). Kippen, koeien en varkens zullen onder optimale condities worden gehouden voor verhoogd dierenwelzijn en een betere diergezondheid. Daarnaast voorziet het plan in de teelt van champignons, kasgroenten en vis. Al het water in het park wordt hergebruikt. Het agropark draagt ook bij aan de zuivering van water uit de omgeving. Greenport Sjanghai zal woon- en werkgelegenheid bieden aan enkele duizenden mensen. In 2010 gaat Greenport Shanghai in bedrijf, als onderdeel van de Wereldtentoonstelling in Sjanghai in dat jaar.



Limburgs bedrijfsleven. Greenport Sjanghai legt een koppeling met de Floriade 2012 en de ontwikkeling van Greenport Venlo. Een Memorandum of Understanding waarin de verdere ontwikkeling van Greenport Sjanghai is vastgelegd, zal worden ondertekend door gedeputeerde Ger Driessen van de provincie Limburg, burgemeester Bruls van Venlo en de Sjanghai Agricultural Commission. TransForum en SIIC tekenen als coördinatoren voor respectievelijk het Nederlandse en Chinese consortium voor de implementatie en management van Greenport Sjanghai. Een Letter of Intent voor de uitvoering van deelprojecten wordt getekend door de voorzitter van KnowHouse, Martin Eurlings, TransForum, SIIC, Environmental Science Group (Wageningen UR) en Grontmij. (Bron: www.greenportshanghai.com/files/masterplan.pdf)

