



Naar een klimaatbestendiger landbouw in Nederland

Quickscan en agendering van onderzoek

A. Verhagen, M. Blom-Zandstra, P.J. Kuikman, E. den Belder, W.A. Brandenburg, J. Elderson, C.M.L. Hermans, B.F. Schaap, J.J.H. van den Akker, T.V. Vellinga & C. Waalwijk





Naar een klimaatbestendiger landbouw in Nederland

Quickscan en agendering van onderzoek

A. Verhagen¹, M. Blom-Zandstra¹, P.J. Kuikman², E. den Belder¹, W.A. Brandenburg¹, J. Elderson¹, C.M.L. Hermans², B.F. Schaap¹, J.J.H. van den Akker², T.V. Vellinga³ & C. Waalwijk¹

¹ Plant Research International

² Alterra

³ ASG Veehouderij

© 2009 Wageningen, Plant Research International B.V.

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

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 – 48 60 01
Fax : 0317 – 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
1. Inleiding	1
2. Effecten	3
3. Adaptatiestrategieën	9
4. Adaptatie en mitigatie	11
5. Conclusies	13

1. Introductie

Landbouw is een sector die sterk op beleid en markt reageert. Het gemeenschappelijk landbouwbeleid (GLB - via bescherming van de sector) en economische kansen, zoals bv biomassa productie voor energie, zijn mede bepalend voor de richting waarin de sector zich ontwikkeld. De beschermende rol van het huidige GLB zal hoogst waarschijnlijk langzaam worden afgebouwd en daarmee zal de rol van de markt voor de productie gerichte landbouw toenemen. De verandering in het GLB zal gericht zijn op het versterken van het multifunctioneel landgebruik en waarschijnlijk worden gekoppeld aan duurzame ontwikkeling. Bij de invulling van duurzame ontwikkeling en transities in de landbouw sector en zal klimaat via adaptatie en mitigatie een medebepalende krijgen.

Het opereren in een opener en vrijere consumenten en producenten markt zal een inspanning vragen van de sector. De individuele ondernemer zal zich moeten beraden op zijn concurrentie positie en zal samen met ketenpartners strategische keuzes moeten maken over het wel of niet door gaan met de huidige activiteiten, het versterken of uitfasen van activiteiten en producten in verschillende regio's. Naast de door beleid en markt geïnitieerde veranderingen zal ook klimaatverandering een medebepalende factor worden voor strategische en operationele keuzes.

Veranderingen in klimaat zullen gevolgen hebben voor de opbrengst van gewassen en op termijn zullen ook veehouderij systemen de gevolgen ondervinden. Dit zijn deels directe gevolgen van veranderingen in temperatuur, neerslag en CO₂ concentratie en deels indirecte gevolgen door veranderingen in ziekten en plagen druk, verzilting als gevolg van zeespiegelstijging of de noodzaak tot vermindering van emissies van broeikasgassen.

De gevolgen van klimaatverandering worden nog niet meegewogen bij beslissingen. Het tijdig reageren op een veranderend klimaat is echter noodzakelijk om te voorkomen dat de sector kansen mist of te laat anticipeert en aanpassen onnodig kostbaar wordt. Bij het integreren van klimaatverandering in de besluitvorming kunnen onjuiste, ineffectieve of te late beslissingen en investeringen deels worden vermeden.

Naast de noodzaak tot het reageren op veranderende klimatologische omstandigheden zal ook de omschakeling naar een koolstofarme en klimaatvriendelijke economie gevolgen hebben voor het agri-business complex. De verwachting is dat de vraag vanuit beleid en consumenten naar duurzame klimaatvriendelijke producten en productiesystemen sterk zal toenemen. De bijdrage van de landbouw (open teelten) in Nederland aan de nationale emissie balans is ongeveer 10%; de emissies zijn in ongeveer gelijke delen verdeeld over methaan (CH₄ uit voornamelijk koeien en mestopslagen), lachgas (N₂O uit bemesting met kunstmest en dierlijke mest) en CO₂ (voornamelijk uit afbraak van veen in veenweide en moerassige gronden). Daarnaast is een belangrijk deel van het wegtransport (tot 40%) in Nederland gerelateerd aan de landbouw en dat leidt tot omvangrijke emissies van CO₂. Ook de teelten onder glas leiden tot een forse emissie van CO₂. Het gehele agri-business complex is in Nederland verantwoordelijk tot zeker 20% van alle emissies.

In deze korte notitie worden de effecten van klimaatverandering op de landbouw geïnventariseerd en wordt geanalyseerd hoe de sector hierop kan reageren. Binnen het palet van reactie mogelijkheden is gekeken naar slimme combinaties waarbij adaptatie en mitigatie elkaar versterken. De nota begint met een beschrijving van de belangrijkste effecten van klimaatverandering, vervolgens worden mogelijke adaptatie maatregelen benoemd en combinaties van adaptatie en mitigatie worden geïdentificeerd.

Deze notitie is onderdeel van een studie uitgevoerd door het Planbureau voor de Leefomgeving "WEGEN NAAR EEN KLIMAATBESTENDIGER NEDERLAND" en bouwt verder op eerdere studies (zie oa. <http://www.klimaatportaal.nl/>, <http://www.pbl.nl/nl/dossiers/klimaatverandering/index.html>)

2. Effecten

Klimaatverandering zal de eerstkomende jaren een nog relatief weinig zichtbaar structureel effect hebben op de landbouw. Afhankelijk van de snelheid waarmee klimaatverandering zal plaatsvinden kan dit op korte termijn echter veranderen. Zo zullen zachtere winters en hogere temperaturen het groeiseizoen verlengen. Dit kan positief zijn voor de productiviteit, ook een verhoogde CO₂ concentratie zal een positief effect hebben op de productiviteit van de meeste gewassen. Waarschijnlijk neemt tegelijkertijd de druk van bestaande ziekten en plagen toe als gevolg van een lagere wintersterfte. Daarnaast kunnen, bij hogere temperaturen, exotische ziekten en plagen gemakkelijker in Nederland overleven. Het tempo en de intensiteit waarin deze veranderingen zullen plaats vinden zijn echter nog onduidelijk.

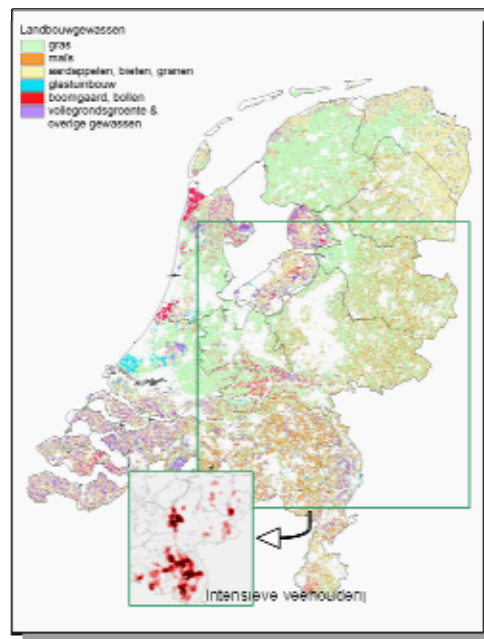
Tabel 1. Mogelijke consequenties van extreme gebeurtenissen klimaatverandering op landbouw.

Verwachte gevolgen van klimaatverandering	Extreme gebeurtenis	Consequenties voor landbouw
Verandering van temperatuurspatronen	Late vorst	Doodvriezen van bloemen of knoppen bij vervroegde bloei (bv 2008)
	Hittegolven	Productieverlies en gewasschade (bv 2003)
Verandering neerslagpatronen	Overstromingen	Vervuiling van grond- en oppervlaktewater door uitspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen Kwaliteitsverlies door langdurig onder water staan gewas Bewerkbaarheid en berijdbaarheid wordt lastiger Verlating zaaidata
	Droogte	Opbrengstderving Kwaliteitsverandering
	Plensbuien of hagel	Fysieke schade (zoals legering bij granen)
Zeespiegelstijging	Overstromingen door zout of brak water	Uitspoeling nutriënten, gewasbeschermingsmiddelen Kwaliteitsverlies gewas Bewerkbaarheid en berijdbaarheid wordt lastiger Verlating zaaidata
	Verzilting	Opbrengstderving Kwaliteitsverandering

Naast een geleidelijke verandering in het klimaat zal de frequentie en intensiteit van extreme gebeurtenissen veranderen. Met name veranderingen in de frequentie en intensiteit van hittegolven, droogte, hevige buien zijn belangrijk voor de vitaliteit en concurrentiekracht van de landbouw sector (zie Tabel 1).

In Nederland zijn aardappel en gras belangrijke ruimtegebruikers. De Nederlandse aardappel sector (poot, consumptie en zetmeel) is internationaal een sterke speler. Grasland is gekoppeld aan de melkveehouderij waar ook ruwvoer productie (maïs) een centrale rol speelt. We gaan bij de beschrijving van de effecten van klimaatverandering uit van zes fysisch-geografische regio's: duinen, heuvelland, hogere zandgronden, laagveengebied, rivierengebied en zeekleigebied. Deze regio's sluiten aan bij de ruimtelijke verdeling van de belangrijkste gewasgroepen o.a. gras, aardappel, bieten en maïs en granen (zie ook Figuur 1). Naast de grondgebonden landbouw en de melkveehouderij is

de intensieve veehouderij een belangrijke economische sector. De verschillende impacts en de relatie met de landbouw worden hieronder beschreven.



Figuur 1. Verdeling van de belangrijkste gewassen over Nederland (Uit: Blom-Zandstra et al., 2008).

Verziltig is een gevolg van zoute kwel en een belangrijke oorzaak van productieverlies bij zoutgevoelige gewassen zoals gras, granen, fruit en aardappel. Verziltig vormt een risico voor gebieden direct achter de dijken en duinen, maar ook voor gebieden die verder van de kust verwijderd zijn: de klei- en veengebieden in Noord- en Zuid-Holland, Flevoland en Friesland (zie Figuur 2). Bij suikerbieten heeft verziltig een positief effect op het suikergehalte. Ook biedt verziltig mogelijkheden om zoutminnende gewassen te telen (bv lamsoor, zeekraal) of om aan de ontwikkeling van zout tolerante gewassen (bv aardappel) te werken. De kustgebieden bieden dan ook kansen voor introductie van nieuwe economisch aantrekkelijke gewassen of uitbreiding van het huidige areaal van die gewassen.

Om het perspectief voor zilte teelten in Nederland te kunnen bepalen dient eerst duidelijk te zijn welke planten geschikt zijn voor deze teelt. Vervolgens kan worden nagegaan welke planten in potentie onder zilte omstandigheden kunnen worden geteeld.



Figuur 2. Gevoeligheid voor verziltig.

Over de mogelijke omvang van zilte teelten lopen de meningen uiteen. Als we uitgaan van klimaatscenario's zoals door het KNMI omschreven, dan voltrekt zich binnen enkele decennia reeds een aanzienlijke klimaatsverandering. Een direct gevolg hiervan is dat lager gelegen gebieden geleidelijk zullen verziltig.

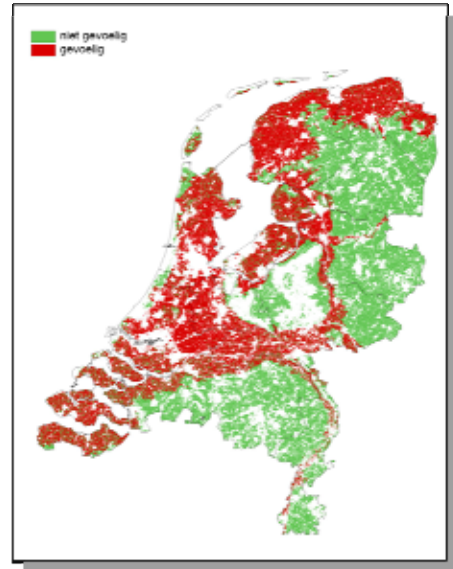
Een eerste schatting is dat we rond 2050 jaar voor een kwart van het huidige landbouwareaal (125.000 ha) te maken krijgen met landbouwsystemen die te maken krijgen met licht tot ernstig verziltig. Als voorbereiding op deze

verzilting worden in verschillende regio's van Nederland, zoals Noord-Nederland, de kop van Noord-Holland en Zeeland, zilte teelten inmiddels ontwikkeld.

Bij de ontwikkeling van de zilte teelten worden de volgende vragen geadresseerd:

- welke planten groeien onder zilte omstandigheden?
- hoe kan een aanzienlijke markt worden gerealiseerd?
- hoe kan de huidige kennis worden ingezet om gewassen te verbeteren?
- hoe kunnen totale landbouwsystemen duurzaam worden opgezet?

Vernatting zal vooral bij klei- en veengronden voorkomen en leidt meestal tot productieverlies. Vernatting veroorzaakt ook een grotere kans op uitspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen naar het grond- en oppervlaktewater. Dit kan een probleem vormen bij de uitvoering van de Kaderrichtlijn Water. Daarnaast vergroot vernatting de kans op ziekten en plagen, inclusief epidemieën. Schimmelziekten en bacteriën (vooral bovengronds) verspreiden zich gemakkelijker onder natte omstandigheden. In Figuur 3 is te zien dat vernatting voor een groot deel van de teelten in Nederland een risico vormt. Hierin is goed te zien dat ook langs de grote rivieren een brede strook kwetsbaar is voor de negatieve gevolgen van vernatting. Verder zal de bewerkbaarheid en berijdbaarheid tijdens natte periodes afnemen, dit zal vooral in het voorjaar (bij het zaaien of poten) en het najaar (tijdens de oogst van met name rooigewassen) problemen geven.



Figuur 3. Gevoeligheid voor vernatting.

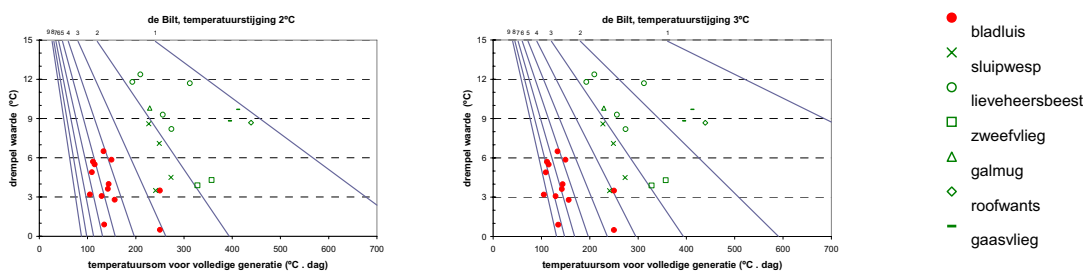
Droogte zal vooral op de zandgronden en in de duinen een belangrijk knelpunt worden, voor de landbouw zijn de hoge zandgronden in Oost Nederland en Noord-Brabant relevant.

Veranderingen in **ziekten en plagen** worden door een combinatie van factoren bepaald. De directe en indirecte gevolgen van klimaatverandering spelen ook een rol bij de verspreiding, frequentie en intensiteit van ziekten en plagen. Zo is vernatting is een belangrijke factor bij de verspreiding van ziekten en plagen en een hogere temperatuur heeft juist weer invloed op het doorbreken van resistenties, vergroot het aantal predatoren en stimuleert het oprukken van nieuwe ziekten en plagen die zachte winters kunnen overleven. In de intensieve veehouderijssystemen zal naar verwachting de ziektedruk en gevoeligheid voor epidemieën toenemen. Windrichting en windsterkte zijn belangrijke factoren die de luizendruk beïnvloeden, dit is van belang bij de teelt van poot-aardappels. Een hoge luchtvochtigheid en verhoging van de temperatuur zijn gunstig voor schimmelziektes.

De gevoeligheid van gewassen voor ziekten en plagen is moeilijk ruimtelijk weer te geven. Ook is moeilijk aan te geven wat de exacte gevolgen zijn voor de productie omvang en kwaliteit. Er zijn nog geen duidelijke gegevens beschikbaar zijn over de mate waarin een ziekte onder de veranderende omstandigheden optreedt en welke schade hierdoor kan worden verwacht.

Recent onderzoek naar het effect van klimaatverandering op plaaginsecten en hun natuurlijke vijanden laat zien dat er op termijn problemen te verwachten zijn. In een warmer klimaat zullen er meer generaties van plaaginsecten voorkomen. De natuurlijke vijanden kunnen de extra generaties plaaginsecten niet bijhouden. Voor bladluisoorten en diverse natuurlijke vijanden zoals sluipwespen, lieveheersbeestjes, zweefvliegen, galmuggen, roofwantsen en gaasvliegen is in Figuur 4 uitgewerkt hoeveel extra generaties te verwachten zijn bij 2 en 3 graden temperatuurstijging. Voor iedere insectensoort is aangegeven welke minimum temperatuur (drempelwaarde) en welke temperatuursom nodig zijn voor de ontwikkeling van ei tot volwassen beest. Elk punt in Figuur 4 geeft een insectensoort weer. Bij een temperatuurstijging van 2 graden komen er 3 tot 6 extra generaties bladluizen bij, maar ook 1 à 2 extra generaties

natuurlijke vijanden. Bij een stijging van 3 graden is het aantal extra te verwachten generaties bladluizen opgelopen tot 4 - 9, terwijl de toename in hoeveelheid natuurlijke vijanden ver achterblijft met maar 1 tot 3 extra generaties.



Figuur 4. Te verwachte extra generaties bladluis en haar natuurlijke vijanden bij 2 en 3 graden temperatuurstijging op basis van gegevens uit de periode 1997-2000.

Kortdurende weersextremen (zoals bijvoorbeeld hittegolven, hagel, stormen, zware wateroverlast of late vorst) leveren vooral fysieke schade aan gewas en gebouwen op. Vooral in de fruitteelt en de glastuinbouw kan hagel schade voor grote verliezen zorgen. Bij graan kan legering als gevolg van stormen en hevige neerslag tot misoogst leiden. Late vorst kan in boomgaarden grote oogstverliezen veroorzaken door bevroering van bloemen. Het effect van hittegolven op gewassen is moeilijk in te schatten en nog niet meegenomen in de analyse. Voor intensieve veehouderijen kan dit echter een groot knelpunt worden voor de teelt van ruwvoergewassen. Dit vraagt ook om grotere koelcapaciteit van stallen en hokken.

Hotspot Noord-Nederland

Deze studie richt zich op de effecten van klimaatextremen: welke klimaatgebeurtenissen vormen potentiële 'knock-out' risico's voor de belangrijkste sectoren en bedrijfssystemen met als gewassen en dieren: tarwe, aardappelen, suikerbieten, wortelen, uien, tomaten, melkkoeien, varkens en kippen? Zijn die extremen ook te verwachten voor de volgende jaren, en in welke mate? Wanneer wordt een bestaande activiteit onmogelijk? Welke technische en ruimtelijke adaptatiestrategieën zijn mogelijk om de negatieve effecten van klimaatextremen op te vangen? Daarnaast zoeken we naar nieuwe gewassen, die dank zij het veranderende klimaat in Nederland potentie kunnen krijgen: druiven, artisjok, zonnebloem, riet.

De stakeholders, agrarische ondernemers, worden op regelmatig bij het project betrokken om praktische kennis in te brengen of hun mening te geven over de resultaten. Zij zijn onontbeerlijk om draagvlak te creëren in de regio voor de ontwikkelde strategieën.

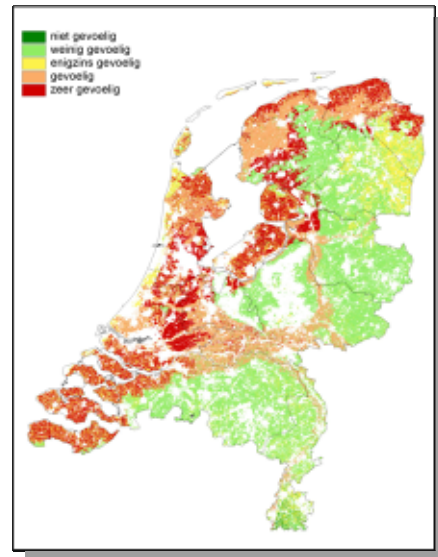
Vooral de veengebieden (grasland), de gebieden langs de grote rivieren (de boomgaarden), Oost-Groningen (bedrijfssystemen met rotaties), Flevoland (bloembollen) en Noord-Limburg (de glasteelt geconcentreerd rond Venlo) zijn gevoelig voor extremen. Midden-Friesland, Midden-Drenthe, Overijssel en Noord-Brabant zijn relatief ongevoelig.

De glastuinbouw in het Westland en de bloembollen sector zijn gevoelig voor extremen (storm, hagel en natschade). In het algemeen is de gevoeligheid voor extremen in de kuststreken (met uitzondering van Zeeland) ook laag, omdat daar akkerbouw en glastuinbouw een kleinere rol spelen en het daar vooral weinig gevoelig grasland betreft.

Een geïntegreerd beeld van probleemgebieden is te zien in Figuur 5. Vooral de Westelijke Veengebieden, Flevoland, Oost-Groningen en Zeeland blijken gevoeld voor klimaatverandering. Met name de akkerbouwbedrijven met rotaties en de graslanden in de veengebieden zijn kwetsbaar. Oost-Drenthe, Zuidoost-Groningen en de duinstreek in Noord- en Zuid-Holland zijn relatief ongevoelig voor klimaatverandering. De kaart geeft nog geen informatie over de grootte van de schade, omdat die per regio sterk kan verschillen.

Naast negatieve effecten kan klimaatverandering ook positieve gevolgen hebben en nieuwe kansen bieden voor versterking van de sector. Zo kan klimaatverandering naast een productieverbodiging ook de introductie van nieuwe gewassen (bv. zonnebloem, artisjok, druif) mogelijk maken. Vernatting zal het inklinken van veengronden vertragen en in combinatie met hogere temperaturen mogelijk een reducerende effect op de ziekten en plagen druk hebben.

Toenemende droogte en verzilting kan kwaliteitsverbetering van bepaalde gewassen opleveren, zoals bv een verhoging van het suikergehalte bij suikerbieten. Verhoging van de CO₂-concentratie in de atmosfeer stimuleert de vegetatieve groei van gewassen en zal daarmee een positief effect hebben op de omvang van de productie en daarnaast een beperking van het water verbruik met zich meebrengen. Ook de transitie van productie landbouw naar andere multifunctionele systemen kan nieuwe economische kansen met zich meebrengen.



Figuur 5. Gevoeligheid van landbouwgewassen voor klimaatverandering.

3. Adaptatiestrategieën

De oplossingsrichtingen voor de knelpunten kunnen sterk variëren van relatief eenvoudige korte termijn aanpassingen binnen een bedrijf tot ingrijpende lange termijn maatregelen met grote consequenties voor de inrichting van het platteland of voor innovatieve onderzoeksprogramma's. Mogelijke adaptatiestrategieën kunnen grofweg in 4 categorieën worden ingedeeld:

- Teeltmaatregelen, die door de boer op bedrijfsniveau kunnen worden opgepakt. Deze hebben weinig of geen invloed op de omgeving van het bedrijf.
- Innovatie waarvoor veredelingsonderzoek en technologieontwikkeling (w.o. veredelingsonderzoek) een belangrijke sturende factor is.
- Aanpassingen in het regionaal beleid. Dit vraagt een gezamenlijke aanpak door boeren, provinciale en gemeentelijke overheden en belangenorganisaties.
- Alternatieven bedrijfssystemen.

De hier genoemde adaptatiestrategieën zijn gericht op de productie landbouw. De effecten van deze maatregelen op andere gebruiksfuncties is hier niet meegenomen. Effecten van ingezette maatregelen is niet altijd direct zichtbaar, maar soms zal er een periode nodig zijn voordat een maatregel geïmplementeerd kan worden en de effecten merkbaar worden.

De eerste groep maatregelen, op teeltniveau, passen in het operationeel management. Nu al is het weer mede bepalend bij beslissingen, zoals tijdstip van zaaien, oogsten en bemesten. De effecten hiervan zijn meestal direct merkbaar, maar kunnen ook gedurende meerdere seizoenen merkbaar zijn. Voorbeelden van teeltmaatregelen zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 2. Voorbeelden van teeltmaatregelen op bedrijfsniveau.

Maatregel

Irrigatie (bij droogte) en achterlaten van gewasresten voor vergroting van vochtvasthoudend vermogen van de grond

Versterking van plaagonderdrukking door aanpassingen in de landschapsstructuur (aanleg bloemrijke akkerranden en/of houtwallen)

Aanpassingen aan verzilting door:

- verbetering van de efficiency van het zoet water gebruik
 - brak water voor irrigatie
-

Het gebruik van de huidige rassen en variëteiten zal niet altijd een voldoende sterke basis geven voor de productie landbouw. Veredeling en technologische ontwikkeling zijn nu al mede bepalend voor het succes van de Nederlandse landbouw. De interactie tussen de sector en de wetenschap is belangrijk gebleken in de ontwikkeling en de competitiekracht van de landbouw. De veredeling zal voor landbouw ook in de toekomst belangrijk blijven, maar is tevens tijdrovend. Het ontwikkelen van nieuwe variëteiten kost ongeveer 15 – 20 jaar. Via genetische modificatie is het mogelijk gericht en sneller te werken. Ook omschakelingen naar nieuwe teelten zoals bio-energie productie (bv. koolzaad, riet, wilg) of aquacultures vraagt tijd, niet alleen op bedrijfsniveau maar binnen het gehele agribusiness complex. Daarnaast vraagt implementatie op gebiedsniveau een inbedding in bestaande regionale plannen.

De drijvende kas is een duidelijke innovatie waarmee een nieuwe richting is ingeslagen en de teelt onder glas minder gevoelig wordt voor overstromingen en wateroverlast. Hagelkanonnen en hagelnetten worden al geruime tijd in de fruitteelt gebruikt in bv Frankrijk en Spanje. De wetenschappelijke basis van het hagelkanon, het effect ervan en daarmee het nut is omstreden. Toch neemt het gebruik in Nederland toe.

Water is een belangrijke integrerende factor voor het landelijk gebied. De landbouw als belangrijke gebruiker van en betaler aan de waterinfrastructuur is bepalend voor de invulling van deze infrastructuur.

Het samenspel tussen verschillende vormen van landgebruik vraagt een gebiedsgerichte, geïntegreerde aanpak, die op lokaal niveau moeten worden aangepakt. Deze processen vragen veel tijd, evenals verandering van een bedrijfssysteem of gebiedsgerichte aanpassingen. Klimaatverandering kan een versnellend effect hebben op de strategische keuzes van bedrijven. Functie verbreding is al te zien in oost, zuid en west Nederland waar toerisme, recreatie en zorglandbouw belangrijke economische drijfveren zijn. Maar tegelijkertijd vindt er elders ook intensivering van de landbouw en bedrijfsvergroting plaats.

Door de nauwe verwevenheid van landbouw en natuur in Nederland is het belangrijk te weten wanneer de belangen tussen landbouw en natuur botsen. In Tabel 3 staan een aantal voorbeelden van adaptatiestrategieën die ook een effect op de natuur hebben.

Table 3. Effecten van regionale herinrichting ten behoeve van de landbouw op de natuur uit hetzelfde gebied.

Aanpassingsstrategieën door herinrichting

Land uit landbouwproductie nemen of verbreden met andere functies (agritoerisme, recreatie, zorglandbouw, huisverkoop, biomassaproductie natuur- en zeecultuurparken, etc)

Verplaatsen van boerenbedrijven

4. Adaptatie en mitigatie

De invloed van de landbouw op de broeikasgasbalans is duidelijk. Deze is direct via energiegebruik voor de bewerking van bodem en gewas, koeling, transport en indirect via de productie van inputs en verwerking van landbouw producten. In Nederland is ruwweg 40% van de lachgas en methaan emissies afkomstig uit de landbouw, hoofdzakelijk gerelateerd aan dierlijke productie.

Naast de emissies binnen de landsgrenzen heeft de Nederlandse landbouw ook een significant effect op het grondgebruik in het buitenland. Een duurzame productie keten begint bij de basis. De bijdrage die productiesystemen, ook degenen die andere sectoren of industrieën van grondstoffen voorzien, leveren aan de broeikasgasbalans zal duidelijk moeten worden gemaakt en worden meegenomen in de keten.

Veranderingen in de functies en inrichting van de agrarische bedrijfsvoering, gebieden en de keten bieden kansen om adaptatie en mitigatie te combineren. Op bedrijfsniveau kan een slimmere timing en dosering van kunstmest en een betere keuze van de meststof bijdragen aan verlaging van de lachgas emissies. De keuzes van type en intensiteit van grondbewerking, management van gewasresten hebben effect op de koolstofbalans en op de verliezen van stikstof en emissies van lachgas. Binnen de ketens en landschappen kunnen slimme combinaties worden opgezet om bv het hergebruik van reststromen te stimuleren. De teelt van biomassa voor energie (bv riet in natte landschappen) is een duidelijk voorbeeld van een manier waarop veranderingen in bedrijfsvoering en mitigatie samengaan. Ook de mogelijkheden om via vergisting van mest al of niet in combinatie met andere grondstoffen energie te produceren en tegelijk de werking van en emissies uit meststoffen beter onder controle te krijgen zijn relevant voor de Nederlandse landbouw. Denk daarbij ook aan de energieleverende kas waarbij zonnecollectoren in de glastuinbouw worden gebruikt. Dit is een recente, relevante innovatie. Het vastleggen van koolstof in houtige gewassen kan goed worden ingepast in een landschap waarbij houtwallen en dergelijke een additionele landschappelijke kwaliteit bieden.

5. Conclusies

De Nederlandse landbouw is gevormd door constante aanpassingen aan natuurlijke en economische omstandigheden. Bij het vormgeven van het agrarisch gebruik van de landelijke omgeving zal in toenemende mate rekening moeten worden gehouden met klimaatverandering. Het reduceren van broeikasgasemissies zal hierbij hand in hand moeten gaan met het aanpassen aan veranderende klimatologische omstandigheden.

De Nederlandse landbouw zal via technologische innovaties waarin creativiteit en flexibiliteit centraal staan, naar verwachting geen onoverkomelijke problemen ondervinden van een geleidelijke klimaatverandering. Toch zullen er verrassingen blijven bestaan waar de landbouw op zal moeten inspelen. Met name de veranderende risico's door extremen en ziekten en plagen zijn nog onduidelijk.

Slimme combinaties van maatregelen waarbij mitigatie en adaptatie ingepast worden in bestaande strategieën vragen een beter inzicht in de effecten en efficiëntie van maatregelen. De exacte uitwerking van deze maatregelen zal per regio en sector dienen te worden uitgewerkt. Centraal bij deze aanpak is het risicomanagement op bedrijfsniveau.

