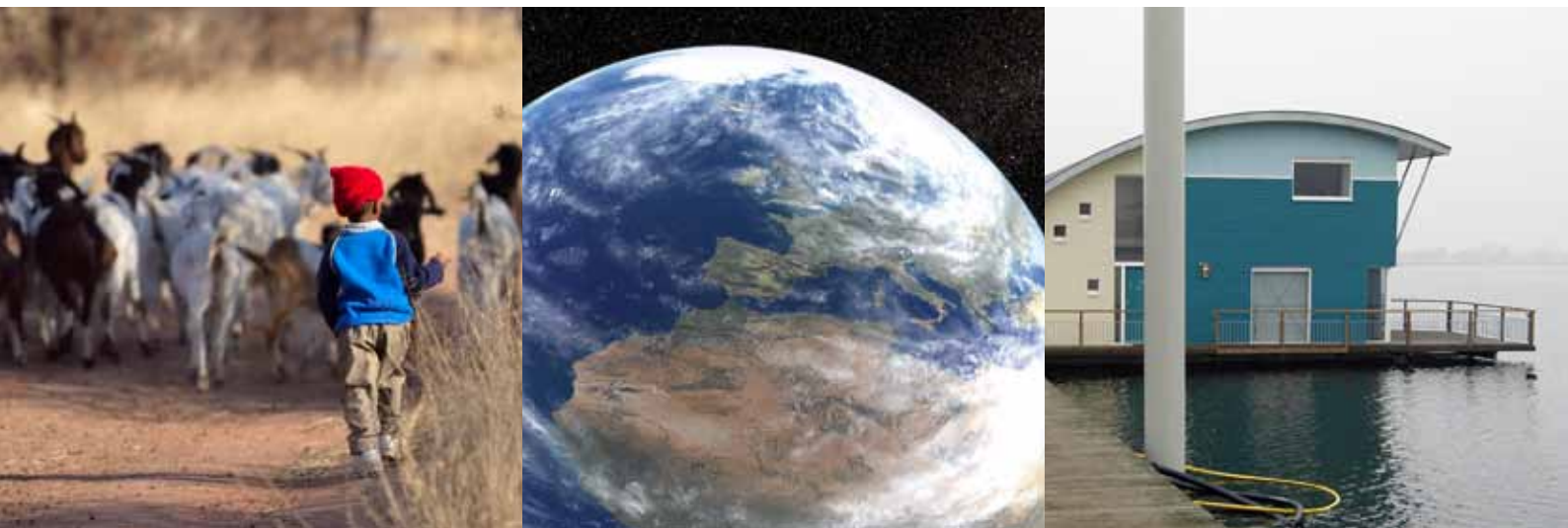


Klimaatonderzoek Wageningen UR

projecten, onderzoekers en expertise



WAGENINGEN UR
For quality of life

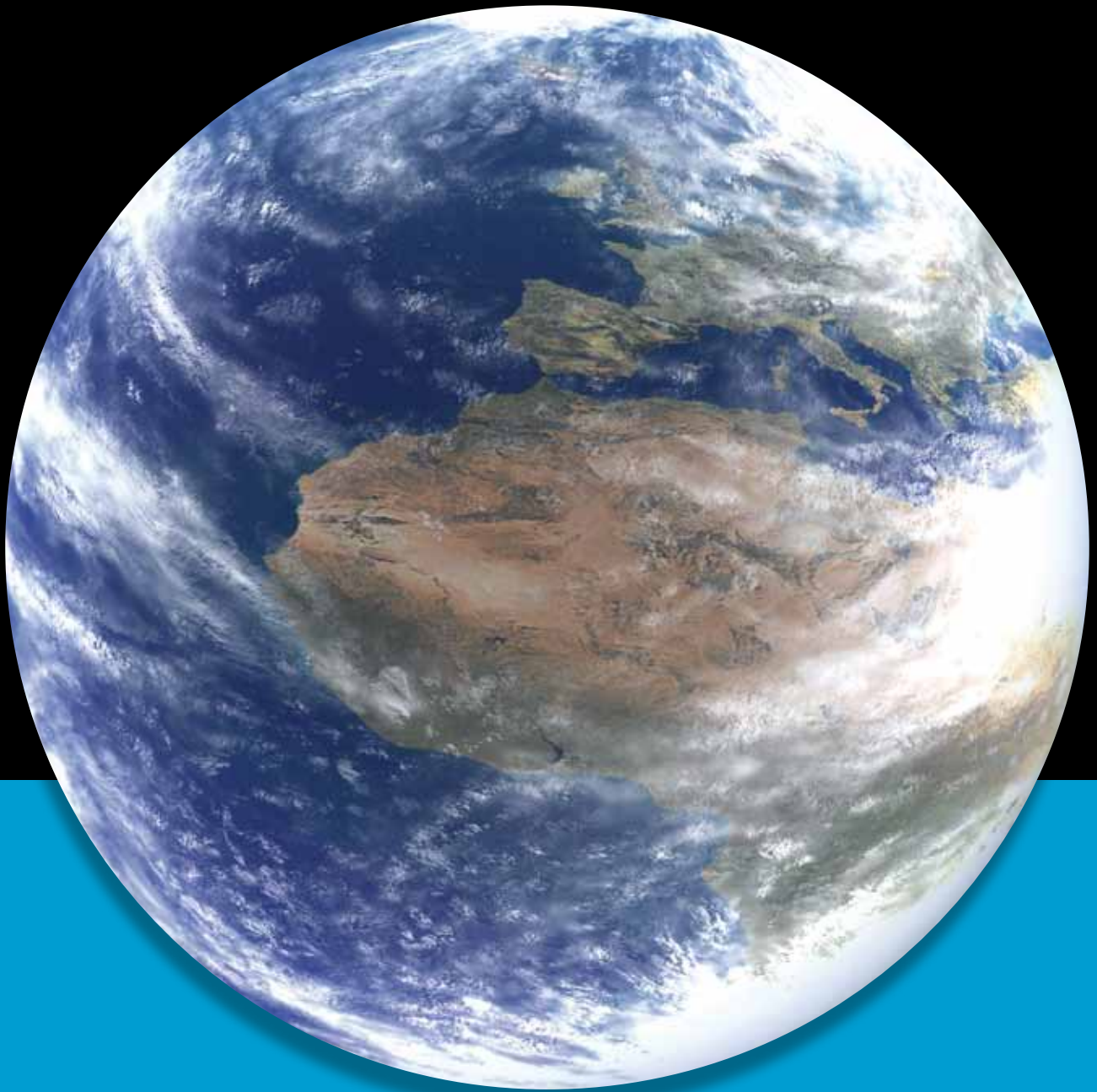


Klimaatonderzoek Wageningen UR

projecten, onderzoekers en expertise



WAGENINGEN **UR**
For quality of life



Het klimaatonderzoek van Wageningen UR is zowel diepgaand als breed. 'Science for impact' is een belangrijke overweging in de wijze waarop wordt gewerkt met de belanghebbende groepen en organisaties. Wageningen UR richt zich zowel op het mondiale klimaatsysteem als op de regionale en lokale klimaatverschijnselen, waarbij wetenschappelijke en maatschappelijke aspecten in samenhang worden beschouwd. Wageningen UR wil hierbij een effectieve rol spelen in de transitie naar een klimaatneutrale en klimaatbestendige wereld.

Voorwoord

Klimaatverandering is een actueel en belangrijk thema voor Nederland. Wageningen Universiteit en Researchcentrum (Wageningen UR) en het ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) besteden er dan ook veel aandacht aan. Deze brochure en de daarbij behorende film bieden een overzicht van de expertise van Wageningen UR op het gebied van klimaatverandering. De relatie tussen de diverse onderzoekactiviteiten is daarbij belangrijk. Juist door de diverse onderzoekactiviteiten met elkaar in verband te brengen, zowel vanuit de dier- en plantwetenschappen als de milieu- en omgevingswetenschappen als de sociaal-economische wetenschappen, komen er nieuwe kansen voor innovatieve bedrijvigheid.

Klimaatverandering vormt niet alleen een bedreiging, maar ook een kans om dingen beter te doen dan tot nu toe. Het is een uitdaging om de Nederlandse kwetsbaarheid om te zetten in onze sterkte. Onze sterkte gaat om het klimaatbestendig en klimaatneutraal gebruik van de beperkte ruimte in de delta voor onder andere landbouw, tuinbouw, aquacultuur, wonen en recreëren. Wageningen UR doet op verschillende fronten onderzoek naar klimaatverandering: bij Wageningen Universiteit, bij de onderzoeksinstituten Alterra, Plant Research International (PRI), de Animal Sciences Group (ASG), IMARES, het LEI, de Agrotechnology and Food Sciences Group (AFSG) en bij het praktijkonderzoek. Wageningen Universiteit en de hogeschool Van Hall Larenstein bieden verschillende onderwijsprogramma's op professional, BSc-, MSc- en PhD-niveau.

Het ministerie van LNV is voor Wageningen UR een belangrijke opdrachtgever, maar we doen ook klimaatonderzoek voor de ministeries van V&W, VROM en EZ, lokale en internationale overheden (EU), de Verenigde Naties, bedrijven en in het kader van diverse nationale en internationale onderzoekprogramma's.

Het eerste deel van deze brochure beschrijft de verschillende invalshoeken van het klimaatonderzoek, met de belangrijkste onderzoeksthema's van Wageningen UR. Deze informatie is tot stand gekomen door middel van groepsgesprekken met onderzoekers vanuit de verschillende Wageningen UR eenheden onder leiding van Prof. Herman Eijsackers. Het tweede deel van de brochure geeft een overzicht van de klimaatexpertise met informatie over klimaatgerelateerde projecten en de onderzoekers van Wageningen UR. Op de websites www.kennisonline.wur.nl en www.wur.nl (thema klimaat) is over de meeste van deze projecten nadere informatie te vinden. Het expertiseoverzicht is tot stand gekomen op verzoek van het ministerie van LNV, met het oog op de toekomstige focus van het klimaatonderzoek en de rol van het Kennisbasisprogramma. Via het Kennisbasisonderzoek ontwikkelt Wageningen UR strategische expertise voor de middellange en lange termijn, rekening houdend met ontwikkelingen in wetenschap, beleid en maatschappij. Klimaatverandering kent vele aspecten en effecten op het vlak van adaptatie en mitigatie, watervoorziening, landschap, gezondheid van mens en dier, voedselveiligheid en plantaardige en dierlijke productiesystemen. Binnen Wageningen UR leeft dan ook een scala aan ideeën en voorstellen voor de verdere expertiseontwikkeling met betrekking tot klimaatverandering. Daarom is het belangrijk om met elkaar af te spreken wat de urgente vragen voor de toekomst zijn, om daarmee zowel de breedte als de focus van het toekomstige onderzoek binnen Kennisbasis Klimaatverandering te bepalen.



Pier Vellinga

Thematrekker Kennisbasis Klimaatverandering



Jantsje van Loon

Coördinator Kennisbasis Klimaatverandering

Inhoud

Inleiding	5
Klimaatsysteem	6
Mitigatie	10
Adaptatie	16
Internationalisering	22
Projecten, onderzoekers en expertise	26
- Klimaatsysteem	26
- Mitigatie	27
- Adaptatie	30
- Internationalisering	34
Colofon	36

Inleiding

Klimaatverandering krijgt momenteel veel aandacht in de media. Wageningen UR verricht al geruime tijd onderzoek op het gebied van klimaatverandering, maar de laatste jaren is het maatschappelijke en politieke gevoel voor urgentie enorm toegenomen. Voor de Kennisbasis Klimaatverandering betekent het dat er veel en nieuwe vragen ontstaan over adaptatie, mitigatie, waterbeheer en ruimtelijke inrichting. Klimaatverandering leidt tot effecten op onder andere infrastructuur, verstedelijking, biodiversiteit, landbouw en volksgezondheid. Het Kennisbasis-onderzoek richt zich op die kennis die nodig is om over vijf jaar de vragen die dan naar voren komen te kunnen beantwoorden. Het is voor klimaatverandering soms moeilijk om toekomstgerichte kennis te ontwikkelen. Klimaatverandering is namelijk zo actueel, dat de ontwikkelde kennis direct wordt toegepast of weer aan nieuwe inzichten moet worden aangepast. Dit geldt zeker voor het aandachtsgebied van het ministerie van LNV. Veel effecten van klimaatverandering zullen op de werkgebieden van het ministerie van LNV hun weerslag hebben. De sectoren die het ministerie van LNV tot haar domein rekent, zijn echter ook veroorzakers van klimaatverandering. Denk aan landbouw, de melkveehouderij, en de agro-productieketen. Wageningen UR moet dan ook met de landbouwsector en de natuurbeheerders meedenken hoe zowel de oorzaken als de effecten van klimaatverandering kunnen worden verkleind. Aanpassingen binnen de veehouderij en in het landgebruik zijn noodzakelijk. De ruimtelijke inrichting is van grote invloed op de demping van de klimaatverandering, maar als samenleving moeten we ons ook aanpassen. Vanzelfsprekend wordt deze kennis niet alleen in Nederland ontwikkeld, maar op vele plaatsen wereldwijd. Nederland is net als andere deltagebieden in de wereld kwetsbaar voor de effecten van klimaatverandering. Juist in de delta's woont het grootste deel van de wereldbevolking. De kennis en kunde die wij in Nederland opdoen, hopen wij daarom op vele plaatsen elders in de wereld te kunnen toepassen. Hierbij zijn we ondermeer actief in de ontwikkeling van de Internationale Delta Alliantie. Via het onderzoek in de Kennisbasis Klimaatverandering nemen Wageningen UR en het ministerie van LNV de maatschappelijke verantwoordelijkheid om ook zich ontwikkelende landen kennis te bieden om zich tijdig op de effecten van klimaatverandering voor te bereiden. Door de samenwerking tussen Wageningen Universiteit en de onderzoeksinstituten vindt de kennis ook zijn weg naar het onderwijs. Omdat Wageningen Universiteit vele internationale MSc- en PhD-studenten telt, vormt het onderwijs een efficiënt instrument om kennis over klimaatverandering, mitigatie en adaptatie wereldwijd beschikbaar te maken. Hierbij leren we zelf ook veel van onze internationale studenten en internationale partners. Daarnaast worden de onderzoekers van Wageningen UR zeer frequent betrokken in het onderzoek ten behoeve van het Europese klimaatbeleid.

Klimaatverandering is complex; daarom worden in veel onderzoekprojecten verschillende expertises samengebracht om tot een effectieve strategie voor mitigatie en adaptatie te komen. Door een multidisciplinaire aanpak en het combineren van natuurwetenschappelijke en sociaalwetenschappelijke kennis kunnen zowel de technische als de economische en de bestuurlijke aspecten goed worden behandeld. Naast de multidisciplinaire samenwerking is bij Wageningen UR ook sprake van goede interactie tussen fundamenteel, beleidsgericht en toepassingsgericht onderzoek. Deze interactie is noodzakelijk omdat bij grote groepen in de samenleving een gevoel van urgentie nog ontbreekt, terwijl deskundigen het erover eens zijn dat we zo snel mogelijk moeten beginnen met de implementatie van maatregelen. Het Wageningse onderzoek gaat van microniveau via de systeembenadering naar de mondiale schaal. Door de interactie van verschillende ruimtelijke dimensies en tijdsdimensies, disciplines en toepassingen in het klimaatonderzoek kan de ontwikkelde kennis goed worden afgestemd op de verschillende doelgroepen van wetenschap tot overheid tot bedrijfsleven.



Kees Slingerland

Domeintrekker Groen-Blauwe Ruimte en Directeur Environmental Sciences Group



Klimaatsysteem



Atmosferische processen in de grenslaag aan het aardoppervlak

Het atmosferisch klimaat wordt gevormd door een samenspel van atmosferische processen onder invloed van zonne-instraling en interacties met het aardoppervlak. In Wageningen wordt de zonne-instraling al ruim 80 jaren gemeten vanwege de belangrijke rol voor de landbouw. Hiermee bezit Wageningen UR een van de langste meetseries van de wereld. Verschillende groepen in Wageningen bestuderen al lange tijd intensief de uitwisseling van warmte en waterdamp tussen het landoppervlak en de atmosfeer. Zo onderzoekt de leerstoelgroep Meteorologie en Luchtkwaliteit de atmosferische processen in de grenslaag aan het aardoppervlak (de onderste kilometer van de atmosfeer) en richt de Earth System Sciences - Climate Change groep zich op de complexe interactieprocessen tussen de aarde en het klimaatsysteem. Maar ook binnen diverse andere leerstoelgroepen en onderzoeksteams wordt de interactie tussen landgebruik, natuurlijke ecosystemen en landbouwkundige productieprocessen onderzocht. Kenmerkend voor het Wageningse onderzoek naar het klimaatsysteem is het samenspel van fysische kennis over atmosferische processen en biogeochemische kennis over broeikasgassen, in combinatie met het toevoegen van een handelingsperspectief voor de mensen. Wageningen UR heeft internationaal een belangrijke inbreng in met name modelverbetering en het ontwikkelen van methoden voor innovatieve waarnemingen.

Rol landgebruik in het klimaatsysteem

Eind jaren '80 van de vorige eeuw dachten de grote internationale klimaatonderzoeksinstituten dat het klimaatsysteem te verklaren is op basis van de kennis van de oceaan en de atmosfeer. Land en landgebruik leken er niet toe te doen. Onderzoekers van Wageningen UR behoren internationaal tot de eersten die grootschalige experimenten hebben opgezet om te kijken in hoeverre landdegradatie, ontbossing en veranderingen in landgebruik verantwoordelijk zijn voor klimaatverandering en andersom. Nu vormt het terrestrische systeem een integraal onderdeel van de klimaatmodellen.

Er zijn een aantal belangrijke invalshoeken in het Wageningse onderzoek naar de interactie tussen landgebruik en het klimaatsysteem:

- *De invloed van het landgebruik op het weer en het klimaat zelf*

De verdeling van bossen versus landbouwgronden versus stedelijke gebieden is (ook op kleine schaal) van grote invloed op het (lokale) weer. Veranderingen in landgebruik zorgen daarom voor een verandering van het weer en het klimaat. Als bijvoorbeeld de Amazone wordt ontbost, zullen door de verandering van de reflectie van het landoppervlak en de verandering van de verdamping andere patronen van temperatuur en neerslag ontstaan. Zo gaat het ook bij de verwoestijning van de Sahel. Als het droger wordt, met minder vegetatie, krijg je andere interacties met de atmosfeer en daardoor een verandering in neerslag. Daarom doen we onderzoek naar de effecten van ontbossing, verwoestijning en urbanisatie op het klimaatsysteem.

- *De rol van landgebruik met betrekking tot emissies en opname van broeikasgassen*

De mondiale koolstofbalans is deels afhankelijk van het gedrag van terrestrische componenten van het systeem aarde. Van de totale mondiale CO₂-emissie (van rond de acht gigaton) wordt jaarlijks wereldwijd een vierde deel (ongeveer twee gigaton) vastgelegd in bossen. Bij afwezigheid van deze bossen, is de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer veel groter, en zou de temperatuurstijging veel hoger zijn. Daarnaast zit veel koolstof in de bosbodem. Als deze koolstof uit de bodem vrij komt, schiet de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer omhoog met als gevolg een toename in de temperatuurstijging.

- *De rol van de hydrologische cyclus in het klimaatsysteem*

De hydrologische cyclus is een integraal onderdeel van het klimaatsysteem en vormt een belangrijke hulpbron voor landbouw en natuur. Een aantal groepen binnen Wageningen UR richt zich op de betekenis van klimaatverandering voor de watervoorziening in de komende 50 jaar. Dit onderzoek wordt verricht van mondiale tot lokale schaal. Klimaatverandering is één van de belangrijkste factoren voor het toekomstig watermanagement. Tot nu was watermanagement vooral reactief, en gebaseerd op gegevens uit het verleden. Door

klimaatverandering is er echter een mate van onzekerheid over toekomstige ontwikkelingen, waardoor we statistische gegevens anders moeten gebruiken. Watermanagement moet daarom meer proactief worden.

Pioniersrol en internationaal netwerk

Binnen de onderzoeksschool WIMEK (Wageningen Instituut voor Milieu- en Klimaatstudies) worden promovendi opgeleid die zich richten op milieukunde en milieubeleid.

Klimaatverandering is daarbij al zo'n twintig jaar een belangrijk onderwerp. In eerste instantie is goed gekeken naar de uitstoot van verschillende broeikasgassen. Waar komen broeikasgassen vandaan en wat zijn de relevante processen?

Als voorbeeld noemen we promotieonderzoek naar de productie van methaan door rijstplanten. Rijstplanten groeien in water, dus zonder zuurstof, waardoor al het bodemmateriaal dat wordt afgebroken, als methaan naar boven komt. Begin jaren '90 van de vorige eeuw is ontdekt, dat de rijstplant een soort schoorsteen vormt die methaan snel naar de atmosfeer afvoert.

Daarnaast is veel onderzoek gedaan naar CO₂? Waar blijft de CO₂ die wordt uitgestoten? Hoeveel CO₂ nemen bossen op?

Naast onderzoek naar de oorzaken van klimaatverandering is ook veel onderzoek verricht naar de gevolgen van klimaatverandering. Wat gebeurt er als het warmer wordt? Wat gebeurt er als er meer of minder neerslag valt? Dat heeft zijn effecten op landbouw en natuur over de hele wereld.

Diverse Wageningse hoogleraren en onderzoekers nemen deel aan internationale programma's. Prof. Pavel Kabat is bijvoorbeeld projectleider van het Integrated Land Ecosystem-Atmosphere Processes Study (iLEAPS)-programma. Prof. Bert Holtslag geeft leiding aan het Global Energy and Water Cycle Experiment (GEWEX) Atmospheric Boundary Layer Study (GABLS), en Prof. Rik Leemans is voorzitter van het Earth System Science Partnership waarbinnen ruim 10.000 onderzoekers bijeen komen om de internationale onderzoeksagenda te bepalen. Juist door dat sterke internationale netwerk van de Wageningse boegbeelden krijgen de studenten extra kansen om samen te werken met toponderzoekers van andere internationale instituten.





Mitigatie



De opgave

Klimaatverandering is een ongewild bijproduct van de huidige wijze van energieopwekking en landgebruik. Deze zorgen voor een uitstoot van broeikasgassen die het klimaatsysteem zodanig beïnvloeden dat de temperatuur stijgt. Mitigatie is het tegengaan van de klimaatverandering door het verminderen van de netto emissies van broeikasgassen. Internationaal zijn verregaande afspraken gemaakt over het beperken van de uitstoot van broeikasgassen. Op advies van de Tweede Kamer Commissie Klimaat heeft het Kabinet in 2005 besloten dat Nederland zich committeert aan de zogenaamde '2-graden-doelstelling' (de gemiddelde temperatuur mag niet meer dan 2°C toenemen), zoals voorgesteld door de EU. Dit vraagt een vergaand post-Kyoto emissie-reductiebeleid; een vermindering van 20 % van de uitstoot van broeikasgassen in 2020, en van 60 tot 80 % in 2050. Nederland moet daarom net als andere landen deze verminderde uitstoot monitoren en registreren.

Mitigatie vraagt ingrijpende aanpassingen in de energievoorziening, in waterbeheer en natuurbeheer, in de ruimtelijke ordening en van de wijze van landgebruik. Met de huidige kennis en technieken zijn hieraan hoge kosten verbonden. De maatschappelijke sectoren uit het beleidsdomein van LNV zijn voor ongeveer 15 % verantwoordelijk voor de totale Nederlandse uitstoot van broeikasgassen. Er is een toenemende maatschappelijke druk om te komen tot een transitie naar klimaatneutrale landbouw en voedselproductie, waarbij aspecten komen kijken als bodembeheer, keuze van gewasteelt, energiegebruik binnen de agroketen, melk-, vlees- en visproductie en de productie van overige voedingsmiddelen, voedselverwerking, transport en natuurbeheer.

Verder is er de Nederlandse en ook Europese doelstelling om in 2020 20% van de energie d.m.v. bio-energie op te wekken. Het kabinet heeft geld uitgetrokken om de ontwikkeling van de zogenaamde 'bio-based economy' te stimuleren. Het produceren van bio-massa voor energie zal de wereldprijs van voedsel doen stijgen en zal additionele druk uitoefenen op de biodiversiteit wereldwijd. Een belangrijke vraag bij teelt en gebruik van bio-energie is wat hiervan het netto-effect is, in termen van CO₂-equivalenten en duurzaamheid.

Wageningen UR doet veel onderzoek naar de verschillende aspecten van mitigatie. In onderstaande paragrafen wordt een aantal van de belangrijke mitigatie onderzoeksthema's beschreven.

Monitoring, feedbacks en waarschuwingssignalen

Het bij het Klimaatsysteem genoemde onderzoek naar de interactie tussen landgebruik en klimaat heeft niet alleen geleid tot een beter inzicht in de emissieprocessen, maar is ook zeer relevant voor de discussie over rapportages die Nederland op basis van internationale afspraken is verschuldigd. Op dit moment wordt vooral gerapporteerd op basis van schattingen en aannames. Samen met internationale partners is in de afgelopen jaren een systeem ontwikkeld waar je continu de CO₂ flux kunt meten, zelfs op perceelniveau. Monitoring laat zien dat veel van de broeikasgassen die in Nederland in de lucht zitten, uit het buitenland komen. Als in de toekomst zwaardere internationale afspraken over emissiereductie worden gemaakt, is het belangrijk om te weten waar hoge concentraties vandaan komen.

Inzicht in jaarlijkse fluctuaties van de CO₂ vastlegging in bijvoorbeeld bossen of uitstoot door bijvoorbeeld veenweidegebieden helpt om de processen te begrijpen. Dat is de basis voor de ontwikkeling van een handelingperspectief. Deze proceskennis is ook belangrijk voor het begrip van terugkoppelmechanismen, *feedbacks*, in het klimaatsysteem. Er is nog weinig bekend over deze *feedbacks*: hoe sterk zijn ze, en wanneer treden ze op? Als bijvoorbeeld door klimaatverandering op bepaalde plekken het bos verdwijnt, kan alle in het bos opgeslagen CO₂ terug komen in de atmosfeer, en daarmee de klimaatverandering versterken. Daarom is het belangrijk om mogelijke *feedbacks* in kaart te brengen, te kijken of deze mogelijk als een waarschuwingssysteem kunnen fungeren, en of die *feedbacks* gunstig kunnen worden beïnvloed. Prof. Marten Scheffer doet onderzoek naar waarschuwingssignalen door niet alleen te kijken of ecosystemen ergens wel of niet kunnen bestaan, maar ook of zo'n systeem kwetsbaar is of niet. Doel is om vroegtijdig de risico's in een systeem zichtbaar maken.

'Source' of 'sink'

Het systematisch monitoren van de hoeveelheid emissies van verschillende landgebruiksvormen biedt interessante nieuwe mogelijkheden voor emissiebeleid. Bijvoorbeeld voor het ontwikkelen van klimaatdiensten, zoals het vastleggen van CO₂ door veehouderijbedrijven.

Een typisch Nederlands veehouderijbedrijf in het veenweidegebied, bijvoorbeeld in het Groene Hart, heeft te maken met een hoge grondwaterstand (minder dan een halve meter beneden maaiveld). Met gemiddeld drie koeien per ha maakt zo'n bedrijf een nettowinst van ongeveer € 400 - 500 per ha per jaar. Een aanzienlijk deel van deze winst is afkomstig van Europese subsidies. Zo'n bedrijf is in de huidige situatie een aanzienlijke bron van CO₂ voor de atmosfeer (circa 10 ton CO₂-equivalenten per ha). Stel dat je de bedrijfsvoering zo verandert dat er minder koeien per ha zijn en het land af en toe onder water mag lopen (geen gereguleerde waterstand), dan blijkt dat dit landbouwsysteem van een source (bron) van broeikasgas in een sink (put) voor broeikasgas kan veranderen. Het systeem onttrekt dan koolstof uit de atmosfeer. Als je dit doortrekt tot een soort wetland of broekbossituatie kan het systeem circa 7 tot 13 ton CO₂-equivalenten per ha vastleggen (in plaats van de huidige emissie van 10 ton CO₂-equivalenten per ha). Dit is interessant omdat koolstof een commodity, een handelswaar, is geworden die afhankelijk van de marktontwikkelingen € 10-50 per ton CO₂-equivalenten bedraagt. Vanzelfsprekend verliest het gebied als broekbos zijn huidige landbouwfunctie. Voor het ministerie van LNV is het interessant om over deze vorm van 'groene bouw' na te denken als beleids optie. Onderzoek hiernaar begint bij het begrijpen van het proces: is een gebied een source of een sink? Vervolgens bieden metingen meer inzicht, waarna nagedacht kan worden over de consequenties voor het beleid en de praktijk.

Landbouwkundig onderzoek en de klimaatproblematiek

Landbouwkundig onderzoek vormt een basis waarop Wageningen UR kan voortbouwen bij het onderzoek naar de klimaatproblematiek. Het landbouwkundig onderzoek is van oudsher sterk gericht op de verhoging van lichtopbrengst en van efficiënt gebruik van water en nutriënten. Dit zijn voor de klimaatproblematiek heel relevante aspecten. Om bijvoorbeeld na te gaan in hoeverre de bodem door het vastleggen van koolstof geschikt is als mitigatiemaatregel, is kennis over efficiënt gebruik van natuurlijke hulpbronnen zeer relevant. Ook wordt deze kennis toegepast in onderzoek naar de mogelijkheden voor een landbouwbedrijf met een compleet gesloten koolstof- en stikstofbalans.

De melkveehouderij levert een aanzienlijke bijdrage aan de emissie van methaan. De fermentatieprocessen in de pens van de koe spelen daarbij een belangrijke rol. Door onderzoek naar het effect van verschillende soorten voer op zowel de melkproductie als methaanvorming, krijgen melkveehouders informatie over het effect van emissiebeperkende maatregelen op de melkproductie, maar komt ook informatie voor de emissieregistratie op bedrijfsniveau beschikbaar. Momenteel wordt voor de emissieregistratie in Nederland nog gewerkt met gemiddelde getallen (verzameld door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)).

Voor het vinden van goede mitigatiestrategieën voor de landbouw, is het belangrijk om naar de organisatie van de hele agroketen te kijken. Het blijkt dat de primaire productie voor circa 40% van de totale emissie in de keten zorgt. Om tot afspraken over reductie te komen heb je met veel mensen te maken: van producenten tot consumenten tot beleid.

Momenteel kosten de meeste mitigatiemaatregelen in de landbouw veel fossiele energie.

Om landbouw minder afhankelijk van energie te maken, is nieuwe, veelal hoogtechnologische kennis nodig. Overigens bieden landbouwbedrijven ook letterlijk ruimte voor het nemen van mitigatiemaatregelen omdat ze over ruimte beschikken voor het plaatsen van zonnepanelen of windmolens of de productie van biomassa.

Naast het toepassen van de binnen het landbouwkundig onderzoek ontwikkelde kennis, geeft de klimaatproblematiek het landbouwkundig onderzoek ook een nieuw perspectief. Een voorbeeld hiervan is het onderzoek naar de energieleverende kas.

Naast licht, water en nutriënten is biodiversiteit een vierde belangrijke natuurlijke hulpbron. Een interessante vraag is hoe we door slim gebruik te maken van biodiversiteit verantwoord landgebruik kunnen ondersteunen en effecten van klimaatverandering kunnen mitigeren.

Trade-offs

Binnen het Wageningen UR onderzoek wordt ook gekeken naar afwentelingen, *trade-offs*, van maatregelen. Als je het één doet, gaat dit vaak ten koste van het andere. Om maatregelen te optimaliseren, is het belangrijk om de *trade-offs* binnen zowel klimaat als binnen andere sectoren in beeld te hebben. Klimaatverandering heeft relaties met vele andere aspecten van duurzaamheid, en sociaal-maatschappelijke aspecten. Overigens laat recent onderzoek van Leon Braat (Alterra) zien dat het niet nemen van maatregelen ook *trade-offs* met zich meebrengt.

Op dit moment kijkt Alterra in het kader van een EU-project in hoeverre andere beleidsvelden gerelateerd zijn met klimaatbeleid. Via scenario's worden de consequenties van (nationale) klimaatmaatregelen voor de milieudoelen van de EU doorgerekend. Deze kennis wordt ook toegepast om het effect van mitigatiemaatregelen op regionaal niveau door te rekenen, in Nederland, maar ook in bijvoorbeeld China.

Voor internationale onderhandelingen is zo'n instrument om de consequenties in beeld te brengen heel waardevol. Het helpt bijvoorbeeld om na te gaan of bepaalde doelstellingen reëel zijn of niet.

Ook voor het kiezen van ontwikkelingsrichtingen voor de landbouw, zoals intensivering of extensivering, een biologische, reguliere of hightech bedrijfsvoering, is het belangrijk om zicht te hebben op *trade-offs* voor het klimaat. Zo bevordert het extensiveren van graslandbeheer misschien wel de stikstofefficiëntie in de melkveehouderij, maar als de voerkwaliteit afneemt, heeft dit een hogere methaanproductie door de koe tot gevolg.

Ook binnen de bosbouw is aandacht voor de *trade-offs* van maatregelen. Bossen kunnen worden gebruikt voor opslag van koolstof (in hout), maar ze leveren ook grondstoffen voor bio-energie. Beide doelen gaan echter niet samen. Daarom is het belangrijk om naar beide aspecten te kijken en ook de effecten van verschillende maatregelen op biodiversiteit en economie mee te nemen. Bijvoorbeeld door de duurzaamheid van de hele bos- en houtketen in kaart te brengen. Dit is bijvoorbeeld ook relevant om zicht te krijgen op de klimaateffecten van de implementatie van Natura2000. Als we in Nederland en Europa meer bos beschermen, betekent dit dat meer hout wordt geïmporteerd uit omliggende landen, met bijkomende effecten op de biodiversiteit en duurzaamheid elders ter wereld.

Onze voedselproductie is voor een groot deel gekoppeld aan hulpbronnen in de bodem. Verlies van bodem en bodemvruchtbaarheid kan niet gemakkelijk worden hersteld. Daarom zijn *trade-offs* richting bodem een belangrijk onderwerp in de discussie over bio-energie.



Bossen en klimaat

Door klimaatverandering zal op veel plaatsen ter wereld verwoestijning doorzetten. In Spanje, dat beschikt over 20 miljoen ha bos (Nederland heeft 300.000 ha), zal het veel droger worden en zullen bossen verdwijnen. Het verloren gaan van de vele miljoenen hectaren bos in het Mediterrane gebied veroorzaakt een enorme afbraak van organisch materiaal. Ook de bufferfunctie gaat dan verloren met als gevolg erosie, grote effecten op de biodiversiteit en grote effecten op de bevolking. Alterra kijkt op Europees niveau naar het functioneren van bossen onder klimaatverandering. Hoeveel koolstof kan worden opgeslagen en hoeveel hout en biomassa kan geleverd worden als het bosgebied toe of afneemt? Er zijn daarvoor projecties voor alle Europese bossen, waardoor vergelijkingen tussen landen mogelijk zijn.

Bio-based economy

Bio-based economy is een aantrekkelijk concept omdat het kan helpen om klimaatverandering te mitigeren door minder fossiele grondstoffen te gebruiken. Met de *bio-based economy* wordt het gebruik van fossiele brandstoffen vervangen door hernieuwbare grondstoffen, in dit geval biomassa. Belangrijk daarbij is dat we biomassa zo slim mogelijk gebruiken. Dit betekent dat niet alleen naar biomassa als bron van energie wordt gekeken, maar ook als grondstof voor andere producten en materialen, in combinatie met bio-energie. Een andere opgave is om de keten zo efficiënt mogelijk te organiseren. Biomassa moet niet over de hele wereld naar een centrale plek worden getransporteerd, om vervolgens de eindproducten verder te distribueren (zoals nu bij de olieproductie gebeurt).

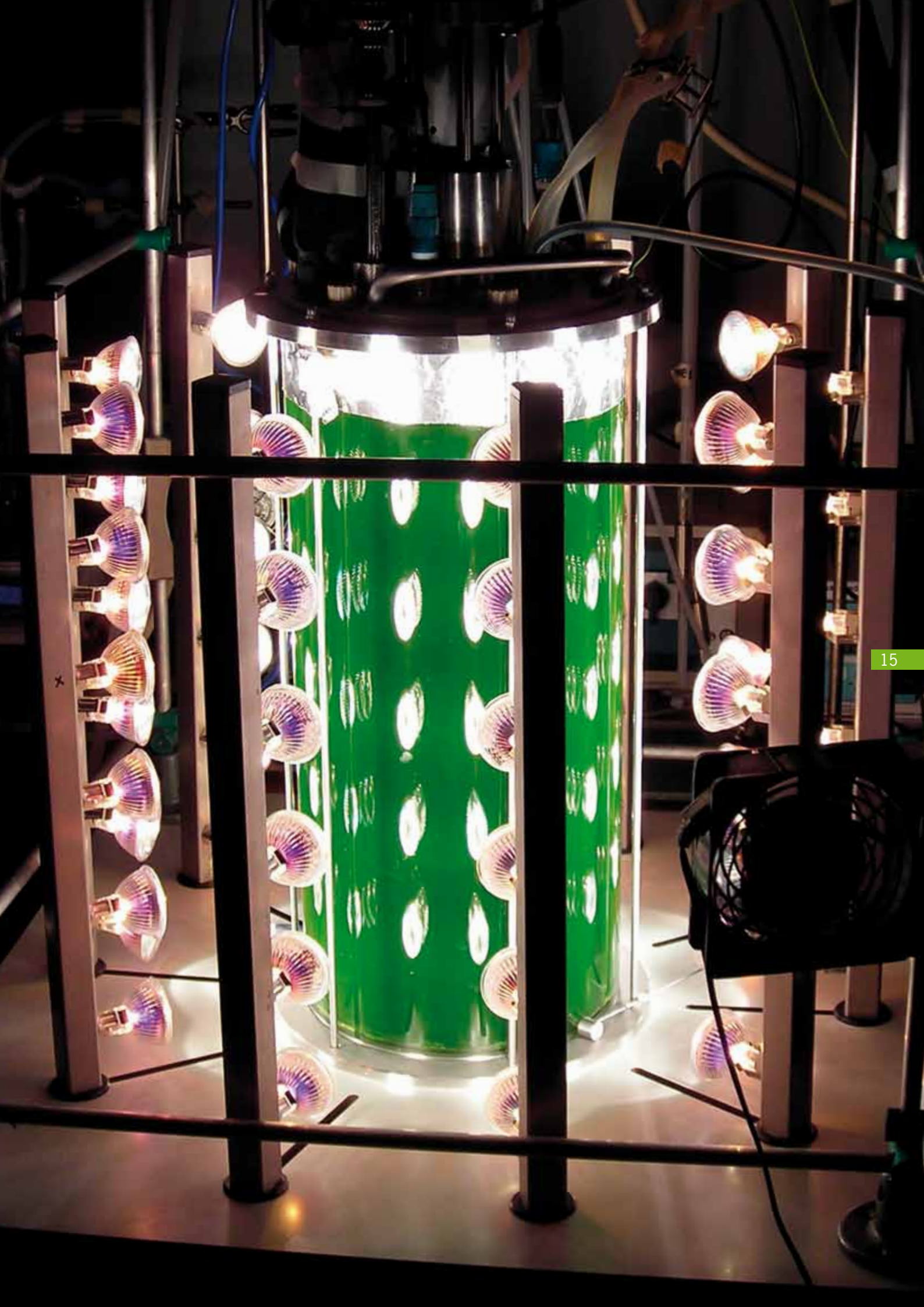
Wageningen UR heeft in Europa een leidende rol op het gebied van bioraffinage en coördineert een aantal grote initiatieven. Het onderzoek is vooral gericht op technologische procesontwikkeling, maar ook op het doorrekenen van effecten van de inzet van biomassa. Daarbij richt Wageningen UR zich niet alleen op biodiesel, maar ook op de inzet van bacteriën en schimmels in processen om producten als bioplastic, natuurlijke weekmakers en 'groen' piepschuim te maken.

Veel aandacht wordt besteed aan het ontwerp van een duurzame productiewijzen. Agrotechnology and Food Sciences Group (AFSG) verricht in dit verband onder andere onderzoek naar tweede generatie biobrandstoffen. Het blijkt dat echt alle milieu-effecten moeten worden verdisconteerd om tweede generatie biobrandstoffen te laten concurreren met de eerste generatie biobrandstoffen. Beleidsseisen kunnen een goede manier zijn om tot gebruik van tweede generatie biobrandstoffen en op duurzaamheid gerichte nieuwe technologieën te komen. Overigens is niet alle *bio-based economy* hightech, denk maar aan alle mensen in vele landen die op hout of koeienmest koken.

Life cycle analysis

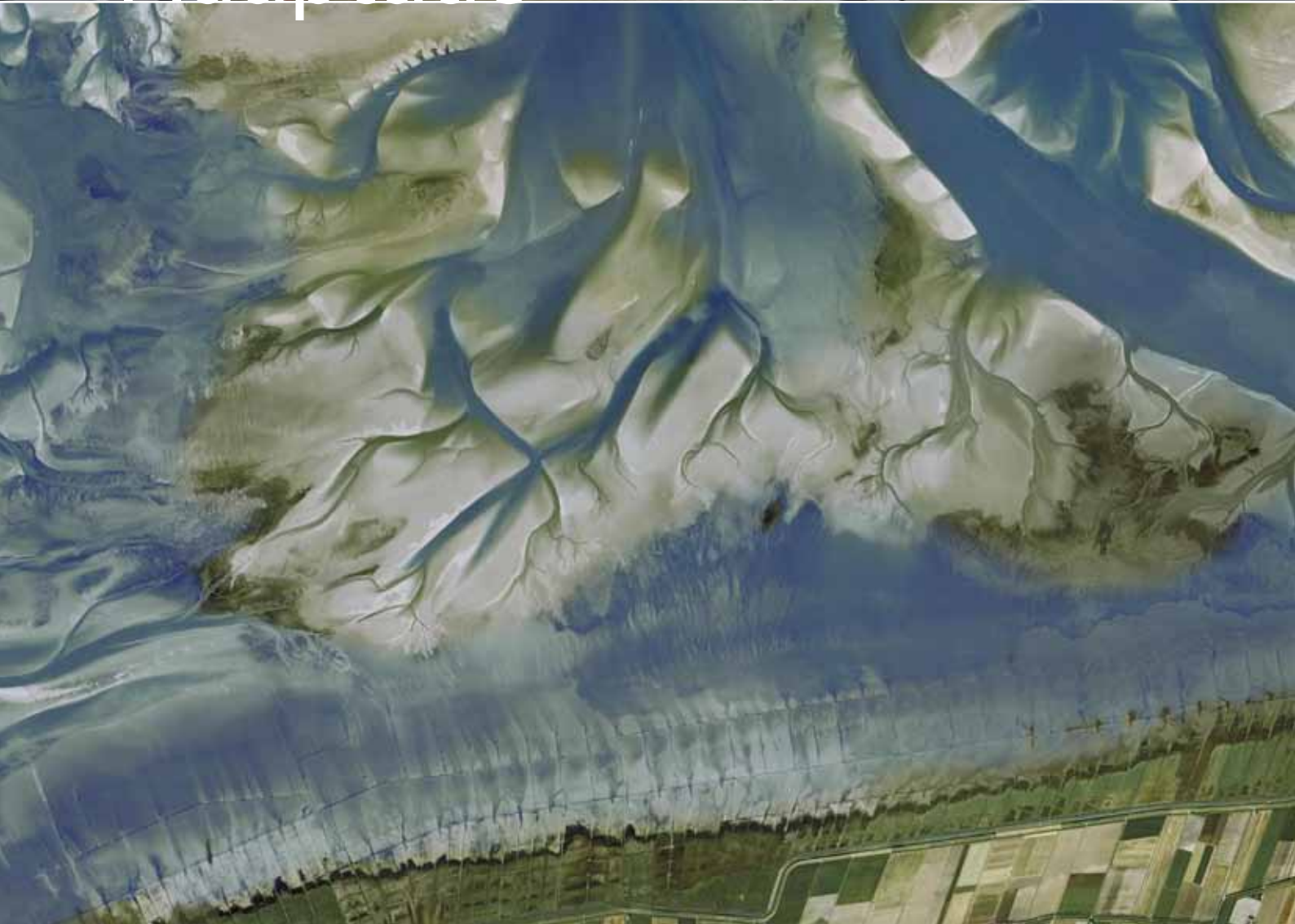
Via de ontwikkeling van een klimaat*footprint* kunnen consumenten zicht krijgen op het klimaat-effect van producten, waaronder voedsel, en klimaat meenemen in productkeuzes. Er zijn al energielabels voor huishoudelijke apparatuur, auto's en huizen. Het 'klimaatneutraal' maken van voeding is een grote uitdaging. Door de open economie zijn de wensen van klanten over de hele wereld net zo bepalend als die van de Nederlandse consumenten. Samen met andere internationale onderzoeksinstituten werkt Wageningen UR aan het ontwikkelen van de methodologie voor een klimatologische *life cycle analysis*, over wat wel of niet moet worden meegenomen in de berekening van een klimaat*footprint*, en wat de kengetallen zijn. Binnen AFSG wordt gekeken naar de mogelijkheden voor gebruik van een scala aan agrarische restproducten en bijproducten. Sommige restproducten zijn geschikt voor zowel veevoerders als bio-energie. Het is belangrijk om niet alleen naar de technische beschikbaarheid te kijken, maar ook naar de uitstoot van broeikasgassen. Daarom heeft AFSG een CO₂-berekeningsinstrument ontwikkeld dat aangeeft hoeveel CO₂ in de verschillende gedeeltes van de energieketen vrijkomt. Dat soort berekeningen zijn relevant, omdat brandstofproducenten moeten aangeven hoeveel CO₂ vrij komt.

Op dit moment kijkt Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO) samen met de stad Almere naar mogelijke emissiereductie door het stimuleren van lokale voedselproductie. Daarbij wordt gekeken naar de hele keten van productie, verwerking en distributie op lokale schaal. Omdat men in Nederland meestal de auto gebruikt om boodschappen te halen, heeft het transport van winkel naar consument vaak een veel groter effect op de emissie van broeikasgassen dan het (wereldwijde) transport van het product zelf.





Adaptatie



Aanpassen aan klimaatverandering

Hoewel inmiddels in internationale context afspraken zijn gemaakt met betrekking tot emissiebeperking, is vanwege de snijlende werking van het klimaatsysteem klimaatverandering onvermijdelijk. We moeten rekening houden met een toename in temperatuur en hiermee samenhangende stijging van de zeespiegel en verandering van extreme weersomstandigheden zoals intensiteit van regenval, rivierafvoer, droogte en hittegolven. Daarnaast treden ook langzame veranderingen op die leiden tot verandering van ecosysteem dynamiek met o.a. verlies van biodiversiteit, en ziekten en plagen tot gevolg.

Het laaggelegen Nederland is kwetsbaar voor de effecten van klimaatverandering, en daarom moeten we de komende tijd een grote inspanning leveren om ons land tijdig aan te passen. Daarbij is het belangrijk om tot een weloverwogen keuze van maatregelen te komen. Ook is het van belang dat de overheid die maatregelen op een goede manier faciliteert. Om tot een goede adaptatiestrategie te komen, is een nationaal beleidsprogramma Adaptatie Ruimte en Klimaat (ARK) in het leven geroepen door de ministeries van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV), Verkeer en Waterstaat (V&W), Economische Zaken (EZ), de provincies, de Vereniging Nederlandse Gemeenten (VNG) en de Unie van Waterschappen.

Overigens is het zich aanpassen niets nieuws voor Nederland. Ons land is al vele malen op de schop geweest. Nieuw is echter dat er rond klimaatveranderingen nog vele onzekerheden zijn over de aard, mate en snelheid van veranderingen en over de reactie van ecosystemen en de landbouw op die veranderingen. Adaptatie aan klimaatverandering moet rekening houden met onzekerheden en variabiliteit.

Een belangrijke vraag voor adaptatie is of we ons moeten aanpassen door dingen anders te doen of juist door andere dingen te doen. Voor de landbouw geldt dat veranderingen vaak worden gestuurd door het nationale en internationale beleid op het gebied van landschap, biodiversiteit en het landbouwbeleid. Klimaatverandering zou in toekomstig beleid een cruciale rol kunnen spelen.

Voor de landbouw ligt er de opgave om bedrijfssystemen te optimaliseren voor de gewijzigde klimaatomstandigheden, via bijvoorbeeld de teelt van gewassen die minder gevoelig zijn voor droogte of verzilting. Wellicht moeten we de watervoorziening aanpassen. Ook is het aanpassen van de waterveiligheid aan de stijgende zeespiegel en gewijzigde afvoer door rivieren een belangrijk onderwerp. Elektriciteitsproducenten moeten zich voorbereiden op veranderingen in de beschikbaarheid van koelwater en de industrie moet zich gaan oriënteren op een bedrijfsvoering bij hogere temperaturen of veranderingen in neerslagpatronen (die tot lokale overstromingen kunnen leiden). Meer stormen en krachtigere wind kunnen schade veroorzaken aan woningen, kantoorgebouwen en installaties. Daarom moet ook de bebouwde omgeving zich aanpassen. Niet alleen aan gewijzigde windpatronen, maar ook aan perioden van hitte of hevige regenval. Juist in binnensteden kan hitte accumuleren als gevolg van dichte bebouwing (warmte vasthouden) en de aanwezigheid van veel mensen en activiteiten (zoals transport). Dit effect wordt het 'hitte eiland'-effect genoemd. Verder is er een opgave voor de gezondheidszorg. Als er hittestress optreedt, is het belangrijk dat er voldoende koelvoorzieningen zijn. En een veranderend klimaat kan nieuwe ziekten en plagen tot gevolg hebben.

Voor het onderzoek is er een belangrijk opgave om te kijken wat de kosten en baten zijn van die aanpassingsmaatregelen zodat de overheid een efficiënt beleid gestalte kan geven. Wageningen UR is intensief betrokken bij het onderzoek naar adaptatie. Hieronder staat een aantal thema's beschreven waar ons onderzoek zich op richt.

Multidisciplinaire aanpak

Adaptatie is een ingewikkeld proces, met veel belanghebbenden en veel onzekerheden. De brede scope van Wageningen UR en de expertise in het kwantificeren van effecten en onzekerheden, en het vertalen ervan in de consequenties voor ruimtelijke ordening, vindt internationaal veel waardering. Een multidisciplinaire aanpak helpt om synergie te vinden. Een goed voorbeeld daarvan is het idee voor uitbreiding van de Ecologische Hoofdstructuur tot rondom steden, zodat de steden profiteren van de verkoelende werking van groen-

gebieden. Door de samenwerking tussen bestuurskundigen en natuurwetenschappers, lopen Wageningse bestuurskundigen voorop in het inbrengen van klimaatadaptatie in het internationale netwerk van bestuurskundigen en politicologen. De verbinding tussen sociaal-wetenschappelijke en natuurwetenschappelijke kennis biedt ook handvatten om klimaatadaptatie vanuit verschillende schaalniveaus te benaderen. Bij adaptatie hebben we namelijk vaak te maken met territoriale aspecten zoals lokaal bestuur of landsgrenzen. Vaak komen deze gebieden niet overeen met een ecologisch samenhangende regio.

Ook is sociaalwetenschappelijke kennis belangrijk voor de implementatie van adaptatiemaatregelen; aanpassingen kunnen op grote weerstand stuiten. Communicatie over maatregelen is dan nog belangrijker dan de kwantificering van gegevens of effecten. Er is nog steeds een kloof tussen de informatie die klimaatwetenschappers leveren en de informatiebehoefte van de samenleving.

Adaptatie in natuurbeleid

In april 2009 heeft de Europese Unie (EU) de 'White Paper' klimaatadaptatie gepubliceerd. Daarin staat dat het realiseren van ruimtelijke samenhang op grote schaal een van de belangrijke adaptatiestrategieën voor natuur is. Daarmee bedoelt men ondermeer het koppelen van ecosystemen, zodat soorten waarvan het areaal verschuift, kunnen meeschuiven. In het kader van het Europese natuurbeleid zijn Natura2000-gebieden aangewezen, maar helaas functioneren deze gebieden nog niet als een samenhangend netwerk. Daarom ligt er een belangrijke onderzoeksvraag naar de mogelijkheid voor het inzetten van multifunctioneel landschap als verbinding tussen die Natura2000-gebieden. Een eventuele sturing door hervorming van landbouwsubsidies vormt daarbij een belangrijk aspect. Denk bijvoorbeeld aan de eerder beschreven ontwikkeling van klimaatdiensten.

Bij de vormgeving van een dergelijk beleid zit een belangrijk schaaffect. Doel is om een internationale ruimtelijke samenhang te creëren, die op regionale schaal moet worden ingevuld. Hiervoor zijn kennis en instrumenten nodig om in regionale processen tot een goede afweging te komen tussen het grotere geheel en individuele belangen.

In het Europees natuurbeleid is het belangrijk dat er op internationaal niveau overzicht is, om te kijken waar binnen Europa de beste kansen liggen voor bepaalde ecosystemen. Dan is het duidelijk dat Nederland als deltagebied een internationale verantwoordelijkheid heeft voor moerasnatuur, natte natuur. Daarmee dient op nationaal en regionaal niveau rekening mee te worden gehouden. Onderzoek moet antwoord geven op de vraag hoe dat het beste gerealiseerd kan worden.

Ziekten en plagen

Op dit moment is er beperkte kennis over de effecten van klimaatverandering op ziekten en plagen. Nemen ziekten en plagen toe door klimaatverandering, verandert de intensiteit of krijgen we te maken met nieuwe ziekten en plagen? Om tijdig maatregelen te kunnen nemen is hierover kennis nodig.

Het Centraal Veterinair Instituut van Wageningen UR probeert de verspreiding van infectieziekten te voorspellen op basis van microbiologische, immunologische en epidemiologische kennis. Er ligt een belangrijke uitdaging om deze kennis met klimaatmodellen te combineren. De recente uitbraak van blauwtong vormt hiervoor een goede illustratie. Toekomstige uitbraken van blauwtong in Nederland hebben enerzijds te maken met de opgebouwde immuniteit van het vee, anderzijds met het voorkomen van knutten. Door de relatie tussen knutten en temperatuur moeten we onderzoek naar knutten combineren met klimaatmodellen. De mogelijkheden voor risicoanalyses en voorspellingen worden door deze combinatie uitgebreid.

Vaak wordt reactief gereageerd op infectieziekten. Naar mate risicoanalyses verbeteren, kunnen we beter anticiperen op wat er in de toekomst gaat gebeuren. Een voorbeeld van proactief handelen dateert van zo'n 20 jaar terug, toen de klimaatproblematiek nog niet zo urgent was. Het betreft de Afrikaanse varkenspest, een exotisch virus dat normaliter niet

voorkomt in Nederland, maar incidenteel in noordelijke landen kan optreden. In de verspreiding en het voorkomen van deze ziekte zit een duidelijke klimaatcomponent. Onderzoekers hebben zich toen voorbereid op een introductie van het Afrikaanse varkenspestvirus en alvast diagnostieken ontwikkeld. Toen een paar jaar later het Afrikaanse varkenspest virus daadwerkelijk in Nederland kwam, was men voorbereid en konden snel maatregelen worden genomen. Dit is een goed voorbeeld van proactief handelen in plaats van reactief. Toch zullen we op het gebied van infectieziekten altijd met verrassingen worden geconfronteerd.

Mariene milieu

In de Noordzee is de afgelopen periode de watertemperatuur significant opgelopen (ruim anderhalve graad bij Texel). Dit heeft gevolgen voor de samenstelling en verspreiding van vissoorten. Deze verschuiving in soorten heeft consequenties voor de visserij. De mul bijvoorbeeld, een vissoort die tegenwoordig veel op menu's voorkomt, is er de afgelopen 20 jaar bijgekomen en is op dit moment nog niet gequoteerd.

Klimaatverandering zou zelfs tot zo'n verschuiving in het mariene systeem kunnen leiden dat kwallen de plaats van vissen innemen.

Daarnaast zullen in de toekomst ook andere grote veranderingen in zee plaatsvinden. De komst van grootschalige windmolenparken in zee (als mitigatiemaatregel) heeft bijvoorbeeld grote consequenties voor de ruimtelijke planning in zee. Vanuit de economische invalshoek wordt gekeken hoe de beste locatiekeuzes voor windparken gemaakt kunnen worden, afhankelijk van de afstand tot het vasteland, de zeediepte en de ecologische effecten die daaraan verbonden zijn. De windmolenparken zijn mogelijk te gebruiken voor mariene productie, zoals het kweken van schelpdieren of het produceren van basismateriaal voor biobrandstoffen.

Ook op zee vindt gebiedbescherming en soortbescherming plaats en zijn Natura2000-gebieden aangewezen. Een van de soorten die moet worden beschermd is de noordkromp (*Arctica islandica*), een schelpdier dat in onze streken zo'n 120 jaar oud kan worden (en in IJsland zelfs enkele honderden jaren). Deze soort staat zo hoog op de beschermingslijst, dat milieuverenigingen pleiten voor een speciaal noordkromp- beschermingsgebied bij de Doggersbank. De noordkromp zit in Nederland echter op de grens van zijn verspreidingsgebied qua temperatuurtolerantie. Als de temperatuur verder oploopt, verdwijnt de soort uit dit gebied. Deze kennis is belangrijk voor het beschermingsbeleid.

Zeespiegelstijging

De Deltacommissie 2008 heeft in haar aanbevelingen over de waterveiligheid van Nederland kennis over zeespiegelstijging gebruikt die bij Wageningen UR is ontwikkeld. Deze kennis komt voort uit onderzoek naar mogelijkheden om het zoetwaterbeheer en de waterveiligheid aan te passen. Door de stijging van de zeespiegel zal verzilting van de kustgebieden toenemen, en moet het waterbeheer of het watergebruik worden aangepast.

Omdat ruimte schaars is in Nederland, kijkt Wageningen UR naar de mogelijkheden voor multifunctionele waterkeringen waarin de veiligheidsfunctie wordt gecombineerd met andere functies zoals natuurontwikkeling, bewoning, infrastructuur, aquacultuur en zoute landbouw. Andere waterveiligheidsmaatregelen die we bestuderen, zijn bijvoorbeeld de zandsuppleties. We kijken onder meer naar het effect van zandsuppleties op de natuurwaarden in de kustzone en het stuifgedrag van het gesuppleerde zand. Dat zand stuift van het strand naar de duinen, waardoor deze op een natuurlijke manier de zeespiegelstijging kunnen bijhouden. In dit onderzoek worden fysische aspecten verbonden met vegetatiekunde, want de vegetatie speelt een belangrijke rol in duinvorming.

Interessant is het langjarige onderzoek van Alterra naar bodemdaling bij Ameland door gaswinning. In dit onderzoek fungeert de bodemdaling als zeespiegelstijging, wat inzicht geeft in toekomstige effecten van verdere stijging van de zeespiegel, een meer dynamische kust en een toenemende intensiteit van kustprocessen.

Aanpassing van de landbouw

Door klimaatverandering krijgt de landbouw te maken met een stijging van de temperatuur en veranderingen in regenval en weersextremen. Met name de verwachte afname van regenval in het zomerseizoen zal veel invloed op landbouw hebben. Daarnaast zorgt de stijgende zeespiegel voor een verzilting in de kustgebieden. Overigens heeft de toename van CO₂ in de atmosfeer (een van de belangrijke veroorzakers van de klimaatverandering) ook effect op de groei van gewassen. Alterra en Plant Research International (PRI) hebben gekeken wat klimaatverandering betekent voor de toekomstige landbouw binnen de EU. In met name de zuidelijke EU-landen kan het te droog worden voor sommige teelten, en die schuiven op naar het Noorden. Voor Nederland verwachten zij echter een gunstig effect van klimaatverandering op de productiviteit.

Wel moet de landbouw dan tijdig bedrijfssystemen optimaliseren voor de gewijzigde klimaatomstandigheden, via bijvoorbeeld de teelt van gewassen die minder gevoelig zijn voor droogte of verzilting. Wellicht moeten we de watervoorziening aanpassen door bijvoorbeeld zoet water in het IJsselmeer vast te houden en vervolgens naar de verziltende kustgebieden in de Zuidwestelijke Delta te leiden.

Binnen Animal Sciences Group (ASG) kijken onderzoekers of landbouwdieren zich kunnen aanpassen aan verziltende omstandigheden. Ook doet Wageningen UR onderzoek naar de teelt van zouttolerante gewassen. Willem Brandenburg van PRI kijkt naar kansen voor innovatieve zilte gewassen in de Nederlandse kustzone.

We zoeken ook via veredeling naar mogelijkheden om planten aan te passen aan veranderende omstandigheden. Rijst is een van de belangrijkste voedselgewassen ter wereld. De meeste rijst wordt in Azië verbouwd, maar de beschikbaarheid van zoet water voor rijstbouw neemt daar in snel tempo af. Door het rijstgenoom zodanig te veranderen dat de plant efficiënter wordt en minder water gebruikt kunnen rijstvelden in de toekomst wellicht veranderen in een aeroob-systeem, zodat men de velden niet steeds hoeft te bevoeien. Op dit moment loopt een project in het Directoraat-Generaal Internationale Samenwerking (DGIS)/Wageningen UR-partnershipprogramma dat ingaat op het veiligstellen van *plant genetic resources* bij veranderende klimaatomstandigheden op bedrijfsniveau in Ethiopië.

Institutionele arrangementen

Adaptatie is niet alleen een verandering in handelen, maar ook aanpassing van de instituties (het geheel van regels, organisaties en beleid om publieke zaken te regelen). Uit onderzoek blijkt dat het belangrijk is om duidelijk te maken wat de rol is van de overheid in adaptatie en wat de rol is van de private sector. Dat is op dit moment in Nederland niet helder. Daarom zouden er eigenlijk nieuwe institutionele arrangementen moeten komen waardoor duidelijk wordt wat de verantwoordelijkheden van bestuurders zijn en wie de initiatieven moet ontwikkelen. Voor de agrarische sector is het bijvoorbeeld belangrijk om te weten in hoeverre de overheid maatregelen gaat nemen om een goede watervoorziening tot stand te brengen en in hoeverre de sector zelf oplossingen moet zoeken. Als dit niet van het begin af duidelijk is, heeft dit suboptimale oplossingen tot gevolg.

Bij zo'n actueel onderwerp als adaptatie wordt vaak direct gedacht aan een top-down benadering, waarbij nieuwe wetten worden ontwikkeld. Maar het is de vraag of een koppeling met andere beleidsterreinen niet veel effectiever is.

Wat kenmerkend is voor het adaptatievraagstuk, is dat veel maatregelen nog onbekend zijn. Daarom wordt met het 'adaptatiewiel' gekeken of onze instituties flexibel genoeg zijn. Het 'adaptatiewiel' is een meetinstrument om te zien of regelgeving adaptief is of niet, en of en waar verbeteringen mogelijk zijn. Het is vooral gericht op overheden, op verschillende niveaus: Europees, nationaal en regionaal. Alle overheidsniveaus maken richtlijnen, wetten en vergunningen en daarin kunnen meer of minder lerende elementen zijn ingebouwd.





Internationalisering



Mondiaal probleem

Klimaatverandering vormt een mondiaal probleem. De effecten van klimaatverandering doen zich overal voor en klimaatverandering staat hoog op de internationale agenda. Een groot aantal Wageningse hoogleraren en onderzoekers speelt een belangrijke rol in de internationale klimaat-onderzoeksgemeenschap. Zij werken ondermeer samen in het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), in de wereldwijde klimaatprogramma's, de Internationale Human Dimension Programma's (IHDP) en de voedsel- en landbouworganisatie van de Verenigde Naties (FAO).

Landbouw, visserij, voedselsystemen en natuurbeheer worden internationaal sterk gestuurd door beleid en regelgeving op het niveau van de Europese Unie (GLB, Natura2000) en de Verenigde Naties (WTO). Daarom is veel van het Wageningse klimaatonderzoek internationaal gericht.

Wij kunnen veel leren van andere landen en er is wereldwijd veel vraag naar kennis over effecten van klimaatverandering en aanpassingsmogelijkheden. Wageningen UR is samen met andere kennisinstellingen in Nederland en in het buitenland bezig met het opzetten van een Internationale Delta Alliantie waar diverse laaggelegen landen in de wereld gezamenlijk gaan kijken hoe we in deltagebieden en deltasteden de problematiek van zeespiegelstijging, bodemdaling, verzilting en de daarmee samenhangende afname van waterbeschikbaarheid en warmere steden kunnen oplossen.

Wageningen UR is internationaal een belangrijke speler. Dit komt niet alleen omdat we over veel expertise over klimaatverandering beschikken, maar ook omdat we een internationale onderzoek- en onderwijsgemeenschap hebben, met veel buitenlandse studenten en staf en veel Engelstalig onderwijs. Inmiddels hebben we zo'n 60% buitenlandse PhD-studenten, die na hun promotie terug gaan naar hun eigen land en dikwijls op strategische functies terechtkomen. Via NUFFIC (Netherlands Organisation for International Cooperation in Higher Education) en andere programma's ondersteunen we universiteiten en onderzoekscentra elders in de wereld en werken daardoor aan structurele capaciteitsopbouw.

Veel van ons onderzoek is gericht op oplossingen, minder op puur nieuwsgierigheidgedreven of fundamentele wetenschap. Juist aan oplossingen is internationaal grote behoefte.

Maatregelen op het gebied van adaptatie aan de effecten van een veranderend klimaat, vragen vaak om een verandering in ruimtegebruik. Dat betekent meestal aanpassingen in alle sectoren, van waterbeheer en landbouw tot stedelijke ontwikkeling. Eigenlijk moeten overal veranderingen plaatsvinden en dan samen met de mensen die daar wonen. Dan gaat het om sociale, participatieve beleidsvoering. Wageningen UR heeft, met name in de tropen, al een lange internationale historie met interactief werken en om samen met counterpart organisaties lokale problemen te vertalen in onderzoeksvraagstellingen, zowel op onderzoek- als beleidsniveau.

Een ander sterk punt is het verbinden van verschillende schaalniveaus. Dat zie je bijvoorbeeld in het landbouweconomisch onderzoek. Op het ene moment rekenen onze onderzoekers voor de FAO of voor een ministersconferentie het wereldhandelssysteem door en kijken ze naar de wereldwijde verplaatsing van grondstoffen; op het andere moment bekijken ze op bedrijfsniveau hoe een agrarisch systeem kan worden aangepast of met grote internationale concerns hoe duurzaam milieubeheer in het jaarverslag moet worden gerapporteerd.

Zaad en pootgoed vormt het basismateriaal voor de landbouw. Voor een duurzame ontwikkeling hebben Wageningen UR, het Nederlandse bedrijfsleven en de Noordwest-Europese samenleving als geheel een internationale verantwoordelijkheid, omdat we veelal het basismateriaal voor veredeling, zowel soorten als pootgoed, uit landen elders ter wereld halen. Hieronder staan een aantal thema's beschreven waarin internationalisering belangrijk is.

Internationaal natuurbeleid

Overal ter wereld worden beschermde natuurgebieden aangewezen op basis van het voorkomen van bepaalde soorten of als habitat.

Door klimaatverandering treedt een verschuiving op in omgevingsfactoren. Er zijn planten en diersoorten die daar geen problemen mee zullen hebben of mee opschuiven, maar er zijn ook

soorten die dit niet lukt omdat bijvoorbeeld het tussenliggende landgebruik dat niet toelaat. Een belangrijke vraag is hoe je daarmee kunt omgaan. In Europa is dit door beleid en wetgeving gereguleerd, maar ook ontwikkelingslanden hebben te maken met deze problematiek. Soms is het in de tropen gemakkelijker om grensoverschrijdende natuurparken aan te wijzen dan hier, omdat hier alles meer is vastgelegd. Maar in de tropen zijn ook gebieden die sterk aan het verstedelijken zijn.

Wageningen UR is betrokken bij een aantal grote geïntegreerde onderzoeksprojecten naar grote grazers in de tropen. Wat gebeurt er bijvoorbeeld als een kudde olifanten vanwege droogte uit een natuurgebied wegtrekt? De gebieden waarin olifanten terecht kunnen, worden door klimaatverandering sterk gereduceerd. Dit geldt ook voor de grote kuddes in Oost-Afrika.

Klimaat en besluitvorming

Wat je zowel in ontwikkelingslanden als in Europa ziet, is dat in het beleid milieueffecten van maatregelen nog niet zijn geïnternaliseerd. Er wordt in de besluitvorming nog onvoldoende rekening gehouden met mogelijke negatieve effecten op het klimaat of op andere domeinen. Daarom is Wageningen UR geïnteresseerd in mechanismen of instituties die ervoor zorgen dat bij de besluitvorming rekening wordt gehouden met milieueffecten. Dit kan op een positieve wijze door subsidies, bijvoorbeeld door landbouwbeleid te ontwikkelen waarbij wordt betaald voor het verminderen van milieulasten. Bij ondermeer het LEI denkt men na over de introductie van 'eco-services', en randvoorwaarden daarvoor, zoals beprijzen.

Er zijn inmiddels veel mechanismen ontwikkeld om beleid van het hoogste niveau door te vertalen naar de doelgroepen. Het handelen van individuele boeren wordt ingekaderd door wat bijvoorbeeld de Food and Agriculture Organization (FAO) of de Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) besluiten. Mechanismen die ervaringen of afwegingen van de doelgroepen terugkoppelen naar de plek waar beleidsbeslissingen worden genomen, zijn echter nog zwak. Vanuit sociaaleconomische invalshoek kijkt Wageningen UR daarom naar de mogelijkheden van een participatieve aanpak op diverse schaalniveaus ten behoeve van zo'n terugkoppeling. Deze kennis is zeer relevant voor het ontwikkelen van internationaal beleid op het gebied van klimaat.

Ontwikkelingsproblematiek, competing claims en klimaatverandering

In veel landen is de ontwikkelingsproblematiek nog steeds een belangrijk agendapunt en klimaatverandering zou daarin moeten worden meegenomen.

Wageningen UR kent een lange traditie in onderzoek naar rurale ontwikkeling en voedselzekerheid. Klimaatverandering is hierin een nieuw aspect.

Het is belangrijk om bijvoorbeeld na te gaan of het intensiveren van voedselproductie in een bepaalde plaats of regio wel mogelijk is onder veranderende klimaatomstandigheden. Hoe kun je landbouwsystemen robuust maken, en komt dat overeen met wat de mensen willen? Een ander belangrijk onderwerp is *competing claims*. Zo zal bijvoorbeeld een Nederlandse *bio-based economy* een aanzienlijk deel van de biomassa grondstoffen uit het buitenland moeten halen. Helaas kan dit in andere landen weer tot extra houtkap leiden of ten koste gaan van voedselproductie of natuurwaarden. Daarom is het belangrijk om zicht te hebben op de wereldwijde gevolgen van veranderingen in landgebruik vanwege de introductie van een *bio-based economy* voor het milieu, de bodem, water kwaliteit en kwantiteit, biodiversiteit en landschap. Ook is het belangrijk om sociaal-economische aspecten in beschouwing te nemen. In het onderzoek naar mogelijkheden van de oliepalm voor de *bio-based economy* wordt expliciet gekeken naar de *smallholders*. Een groep van meer dan een miljoen kleine boeren heeft ongeveer de helft van het oliepalmaresaal in beheer. Dit heeft consequenties voor het productieniveau dat kan worden gehaald, want vanwege hogere kosten of grotere arbeidsinzet streven kleine boeren niet automatisch naar een verhoging van de productie.



Focus	Expertise (via projecten)*	Aantal projecten	Aantal onderzoekers	Omvang onderzoeksbudget**	Omvang budget in 2009 **	Wettelijke Onderzoekstaken (LNV)	Kennisbasisonderzoek (LNV)	Beleidsondersteunend onderzoek (LNV)	1e geldstroom universiteit	EU-programma's	Overheid en bedrijven	NWO	Programma's (o.a. FES, BSIK)	Naam contactpersoon	E-mail contactpersoon
KLIMAATSYSTEEM															
Klimaatstelsysteem op zowel mondiale als meer regionale en lokale schaal															
Mondiaal	Verbeteren klimaat modellen	2	1	M						x				Ronald Hutjes	ronald.hutjes@wur.nl
	Feedbacks	1	5	G						x				Fulco Ludwig	fulco.ludwig@wur.nl
	Boundary layer clouds	1	2	M	K						x		x	Bert Holtslag	bert.holtslag@wur.nl
	Carbon cycle	1	1	G	K						x		x	Wouter Peters	wouter.peters@wur.nl
Regionaal	Beschrijven en voorspellen klimaatstelsysteem	4	10	G	M					x			x	Sjoerd van der Zee	sjoerd.vanderzee@wur.nl
	Modelleren van broeikasgas budgetten	1	5	G									x	Ronald Hutjes	ronald.hutjes@wur.nl
	Critical weather conditions	1	2	M	K								x	Bert Holtslag	bert.holtslag@wur.nl
	Carbon 14 signature	1	2	M	K							x		Maarten Krol	maarten.krol@wur.nl
	Fijnstof budget	1	2	M	K									Maarten Krol	maarten.krol@wur.nl
	Nutrienten emissie en monitoring	1	2	M	K									Ype van der Velde	ype.vandervelde@wur.nl
	Extreem klimaat	1	1							x				Eddy Moors	eddy.moors@wur.nl
Lokaal	Ontwikkelen monitoring tools	5	8	G	M					x			x	Remko Uijlenhoet	remko.uijlenhoet@wur.nl
	Urban gebied	3		M									x	Bert van Hove	bert.vanhove@wur.nl
	Jaarringen, houtanatomie	1	6											Ute Sass-Klaassen	ute.sassklaassen@wur.nl
	Beschrijven en voorspellen klimaatstelsysteem	1	3	M	K								x	Ton Hoitink	ton.hoitink@wur.nl
	Modelleren van broeikasgas budgetten	1	3	M									x	Bart Kruijt	bart.kruijt@wur.nl
	Meetveld	1	2		K									Bert Holtslag	bert.holtslag@wur.nl
	Surface fluxes	1	3	M	K				x					Bert Holtslag	bert.holtslag@wur.nl
	Critical weather conditions	1	2	G	K								x	Bert Holtslag	bert.holtslag@wur.nl
	Turbulent structure parameters	1	2	K	K								x	Oscar Hartogensis	oscar.hartogensis@wur.nl
	Mist	1	2	K	K								x	Bert Holtslag	bert.holtslag@wur.nl
Klimaat-ecosysteem interactie															
Mondiaal	Relatie vegetatiesamenstelling en ontdoeien permafrost	1	4	M	K				x				x	Frank Berendse	frank.berendse@wur.nl
	Feedbacks	10	10	G					x					Marten Scheffer	marten.scheffer@wur.nl
	Bos-savanne transities	1	1	G										Elmar Veenendaal	elmar.veenendaal@wur.nl
Lokaal	Effect klimaatverandering op groeiseizoen	1	3						x				x	Arnold van Vliet	arnold.vanvliet@wur.nl

* Projecten & expertises kunnen binnen de diverse thema's meerdere malen voorkomen.

** K = budget < € 500 M = € 500 ≤ budget projecten < € 1000 G = budget > € 1000
Indicatief, gebaseerd op informatie van onderzoekers en projectleiders (voorjaar 2009)

Focus	Expertise (via projecten)*	Aantal projecten	Aantal onderzoekers	Omvang onderzoeksbudget**	Omvang budget in 2009 **	Wettelijke Onderzoekstaken (LNV)	Kennisbasisonderzoek (LNV)	Beleidsondersteunend (LNV)	1e geldstroom universiteit	EU-programma's	Overheid en bedrijven	NWO	Programma's (o.a. FES, BSIK)	Naam contactpersoon	E-mail contactpersoon
MITIGATIE															
Transitie naar een klimaatneutraal landgebruik, natuurbeheer en voedselproductie															
Landbouw	Duurzame landbouw	1	3	G				x			x			Ina Pinxterhuis	ina.pinxterhuis@wur.nl
	Energiegebruik en broeikasgasemissie biologische landbouw	2	2	M			x							Wijnand Sukkel	wijnand.sukkel@wur.nl
	Vermindering lachgasemissie door oogst via rijpaden	1	3	K			x							Bert Vermeulen	bert.vermeulen@wur.nl
	Grondbewerking en broeikasgasemissie	1	5	G			x							Wijnand Sukkel	wijnand.sukkel@wur.nl
Veehouderij	Mitigatie-opties en afwenteling graasveehouderij	1	1	K	K		x							Hein ten Berge	hein.tenberge@wur.nl
	Ecologische impact biologische eierproductie	1	2											Peter Groot Koerkamp	peter.grootkoerkamp@wur.nl
	Impact melk- en varkenshouderij	1	2											Mark Dolman	mark.dolman@wur.nl
	Carbon Footprint varkensketen	1	5	K			x				x			Eveline Stijma	eveline.stijma@wur.nl
	Duurzame veehouderijsystemen	1	1	K	K		x							Bram Bos	bram.bos@wur.nl
Melkveehouderij	Diervoeding en methaanemissie	2	4	G						x				Andre Bannink	andre.bannink@wur.nl
	Koppelen procesmodellen melkvee en broeikasgasmodellen	1	2											Theun Vellinga	theun.vellinga@wur.nl
	Reductie ammoniakemissie uit stallen	1	1	K							x			Hendrik-Jan van Dooren	hendrikjan.vandooren@wur.nl
	Fokkerij en reductie methaanemissie	1	1	K								x		Roel Veerkamp	roel.veerkamp@wur.nl
	Effect graslandvernieuwing op broeikasgasemissie	1	1							x				Theun Vellinga	theun.vellinga@wur.nl
	Duurzaamheids footprint melkveehouderij	1	2	K										Leon Sebek	leon.sebek@wur.nl
	Duurzame melkveehouderijsystemen	1	4	M					x					Peter Groot Koerkamp	peter.grootkoerkamp@wur.nl
Voedselvoorziening	Energieverbruik en broeikasgasemissie regionale voedselvoorziening	1	3	K										Jan Eelco Jansma	janeelco.jansma@wur.nl
	Eiwitconversies in dierlijke productieketens	1	1	K										Leon Sebek	leon.sebek@wur.nl
	GRI-richtlijn voor duurzaamheidsverslaggeving in voedselverwerkende industrie	1	2	K										Koen Boone	koen.boone@wur.nl
Glastuinbouw	Energieleverende kas	4	4	G										Silke Hemming	silke.hemming@wur.nl
	Energiebesparing in kassen	2	3	G	G								x	Jouke Campen	jouke.campen@wur.nl
Plantenveredeling	Verhoging efficiëntie fotosyntheseprocess	1	1	G										Luisa Trindade	luisa.trindade@wur.nl
	Verbeteren celwanden mais t.b.v. gebruik als biofuel	1	1	G										Luisa Trindade	luisa.trindade@wur.nl

* Projecten & expertises kunnen binnen de diverse thema's meerdere malen voorkomen.

** K = budget < € 200 M = € 200 ≤ budget projecten < € 500 G = budget > € 500
 Indicatief, gebaseerd op informatie van onderzoekers en projectleiders (voorjaar 2009)

Focus	Expertise (via projecten)*	Aantal projecten	Aantal onderzoekers	Omvang onderzoeksbudget**	Omvang budget in 2009 **	Wettelijke Onderzoekstaken (LNV)	Kennisbasisonderzoek (LNV)	Beleidsondersteunend (LNV)	1e geldstroom universiteit	EU-programma's	Overheid en bedrijven	NWO	Programma's (o.a. FES, BSIK)	Naam contactpersoon	E-mail contactpersoon
Bosbouw	Bosontwikkeling secundaire bossen	1	3						x	x	x	x		Frans Bongers	frans.bongers@wur.nl
	Bosontwikkeling op lange termijn	1	3	M	K				x	x	x	x		Lourens Poorter	lourens.poorter@wur.nl
	Carbon sequestration	2	3	M	K				x					Frits Mohren	frits.mohren@wur.nl
Veengebieden	Carbon-Climata-Human interactions in tropical peatlands	2	2	K	K		x							Henk Wosten	henk.wosten@wur.nl
Verhoging van de klimaat-effectiviteit van de inzet van biograndstoffen (o.a. voor energie)															
Energie	Analyseren van de biomassaproductieketen	3	10	G	G		x				x		x	Johan Sanders	johan.sanders@wur.nl
	Ontwikkelen van productiesystemen voor biomassa	1	1	G	G									Jan Kamp	jan.kamp@wur.nl
	Beschikbaarheid biomassa uit landschap, natuur en bos	1	4	K	K			x						Joop Spijker	joop.spijker@wur.nl
	Duurzaam bioraffinageproces voor butanol	1	6	G	G								x	Rob Bakker	robert.bakker@wur.nl
	Analyse directe en indirecte effecten biodiesel uit Brazilië	1	4	K	K			x						Wolter Elbersen	wolter.elbersen@wur.nl
	Omzetten reststromen in bioenergie of veevoer	2	3	G	G							x		Johan Sanders	johan.sanders@wur.nl
	Ethanol en biogas	2	4	K	K			x				x		Koen Meesters	koen.meesters@wur.nl
	Pelletproductieketen	1	2	K	K			x						Koen Meesters	koen.meesters@wur.nl
	Bioenergie teelt en agrarisch waterverbruik	1	6	K	K					x				Berien Elbersen	berien.elbersen@wur.nl
	Waar zijn kansen voor biobased ketens?	1	1	K	K									Berien Elbersen	berien.elbersen@wur.nl
	'Groen gas' uit biogas mestvergisting	2	4	K	K			x						Koen Meesters	koen.meesters@wur.nl
	Energieproductie uit suikerbieten en bietenblad	1	2	K	K							x		Wim Corré	wim.corre@wur.nl
	Biobrandstoffen & functionele bodem-biodiversiteit	1	2	M	M						x			Wim van der Putten	wim.vanderputten@wur.nl
	Verbeteren Jatropa productie	1	1	M	M							x		Raymond Jongschaap	raymond.jongschaap@wur.nl
	Oppervlaktewater zuivering & biomassa-productie	1	1	G	G							x		Adrie van der Werf	adrie.vanderwerf@wur.nl
Duurzame energieconcepten	1	1	G	G									Andrea Terbijhe	andrea.terbijhe@wur.nl	
Assessment tool biomassa productiesystemen	1	2											Sjaak Conijn	sjaak.conijn@wur.nl	
Verpakkingen	Verpakkingsmaterialen, bioplastics	1	1	G	G					x			Wim Mulder	wim.mulder@wur.nl	
Land-/grond-/vegetatiegebonden emissie en adsorptie van broeikasgassen, procesanalyse en verbetering van monitoring technieken															
Monitoring, tools en scenarios	Broeikasgas-informatiesysteem	1	1	K	K		x						x	Ronald Hutjes	ronald.hutjes@wur.nl

* Projecten & expertises kunnen binnen de diverse thema's meerdere malen voorkomen.

** K = budget < € 200 M = € 200 ≤ budget projecten < € 500 G = budget > € 500
 Indicatief, gebaseerd op informatie van onderzoekers en projectleiders (voorjaar 2009)

Focus	Expertise (via projecten)*	Aantal projecten	Aantal onderzoekers	Omvang onderzoeksbudget**	Omvang budget in 2009 **	Wettelijke Onderzoekstaken (LNV)	Kennisbasisonderzoek (LNV)	Beleidsondersteunend (LNV)	1e geldstroom universiteit	EU-programma's	Overheid en bedrijven	NWO	Programma's (o.a. FES, BSIK)	Naam contactpersoon	E-mail contactpersoon	
	Variatie emissie in ruimte en tijd	1	8	G	K		x	x					x	Eddy Moors	eddy.moors@wur.nl	
	Hoe emissies uit landbouw meenemen in IPCC-scenario's	1	1					x						Peter Kuikman	peter.kuikman@wur.nl	
	Nationaal rapportage systeem bodem koolstof	1	1	K				x						Peter Kuikman	peter.kuikman@wur.nl	
	Nationaal rapportage systeem koolstof in bosbodems	2	3	K	K			x						Mart-Jan Schelhaas	martjan.schelhaas@wur.nl	
	Biomass delivery chain	1	1	K	K		x						x	Bert Annevelink	bert.annevelink@wur.nl	
	Modellering emissie melkveehouderij	3	4	K	K		x		x					Andre Bannink	andre.bannink@wur.nl	
	Mitigatie- en adaptatiestrategieën voor klimaatverandering	1	2	G	K		x							Saskia werner	saskia.werner@wur.nl	
	Kosten-baten analyse ecosysteemdiensten	1	4	K			x							Roel Jongeneel	roel.jongeneel@wur.nl	
Analyse emissie landgebruik	Analyse broeikasgasbalans van de bodem: is de bodem een source of een sink?	1	4	G	K		x				x	x		Jan-Willem van Groenigen	janwillem.vangroenigen@wur.nl	
	Interactie klimaatverandering en bodemkwaliteit	1	1	M						x				Peter Kuikman	peter.kuikman@wur.nl	
	Monitoren emissie bij verschiend bodemmanagement	2	2	K	K		x							Kees van wijk	kees.vanwijk@wur.nl	
	Ontwikkeling meten van de bodemweerbaarheid	1	2	K	K		x							Marjan de Boer	marjan.deboer@wur.nl	
	Carbon footprint organische stoffstromen en nutriënten	1	3	K	K									Peter Dekker	peter.dekker@wur.nl	
	Effect toediening stikstof op broeikasgasemissie	1	1	K	K		x							Wim de Vries	wim.devries@wur.nl	
	Integrated framework for land use based emission reduction	1	1	K	K		x						x	Mart-Jan Schelhaas	martjan.schelhaas@wur.nl	
	Emissions from grass and crop land	1	2	G			x			x				Eddy Moors	eddy.moors@wur.nl	
	Metingen en analyse veenweide gebieden	2	4	G	K					x				Frank Berendse	frank.berendse@wur.nl	
	Lachgasemissie uit meststoffen en effect meststofverwerking	1	1	M							x			Gerard Velthof	gerard.velthof@wur.nl	
	Regionale en nationale toekomstverkenningen emissies	1	7	M										Gerard Velthof	gerard.velthof@wur.nl	
	Landschapselementen en koolstofvastlegging	1	2	K											Joop Spijker	joop.spijker@wur.nl

Focus	Expertise (via projecten)*	Aantal projecten	Aantal onderzoekers	G	M	Omvang onderzoeksbudget**	Omvang budget in 2009**	Wettelijke Onderzoekstaken (LNV)	Kennisbasisonderzoek (LNV)	Beleidsondersteunend (LNV)	1e geldstroom universiteit	EU-programma's	Overheid en bedrijven	NWO	Programma's (o.a. FES, BSIK)	Naam contactpersoon	E-mail contactpersoon
ADAPTATIE																	
Aanpassing land- en tuinbouw en visserij aan klimaatverandering inclusief verzilting																	
Aanpassen land- en tuinbouw	Systems modelling, farming systems analysis	2	10	G	M										x	Martin van Ittersum	martin.vanittersum@wur.nl
	Multi-scale, integrated assessment of adaptation strategies in the North of the Netherlands	1	4	M					x							Martin van Ittersum	martin.vanittersum@wur.nl
	Climate change impacts on agriculture	1	1	K					x							Tia Hermans	tia.hermans@wur.nl
	Landbouw adaptatie	1	2	K												Tia Hermans	tia.hermans@wur.nl
	Ruimtelijke adaptatiestrategieën in de landbouw	1	1						x							Greet Blom-Zijlstra	greet.blom@wur.nl
	Tailoring climate scenarios – case study on crop yield	1	1	K					x							Allard de Wit	allard.dewit@wur.nl
	Effect stadslandbouw en klimaatneutrale wijk	1	1	G												Andries Visser	andries.visser@wur.nl
	Transitie Z-W Delta	1	1	K												Krijn Poppe	krijn.poppe@wur.nl
	Inkomens- en vermogensderving door verzilting	1	3	K												Piet Rijk	piet.rijk@wur.nl
	Aanpassen gewassen via veredeling	1	7								x					Ep Heuvelink	ep.heuvelink@wur.nl
	Ontwikkeling van productiesystemen met intrinsieke diversiteit	1	1													Rob van den Broek	rob.vandenbroek@wur.nl
	Genetische diversiteit, ruimtelijk expliciet model	1	2	M												Rene Smulders	rene.smulders@wur.nl
	Effect klimaatverandering op de voedselvoorziening	1	3	G								x				Pieterlun Luning	pieterlun.luning@wur.nl
Veehouderij	Robuuste veehouderijsystemen	1	1	K									x			Jan ten Napel	jan.tenapel@wur.nl
Melkveehouderij	Effect hittestress op melkvee	1	2						x							Theun Vellinga	theun.vellinga@wur.nl
	Effect verzilting op melkveehouderij	1	3	K					x							Theun Vellinga	theun.vellinga@wur.nl
Waterhuishouding	Effecten klimaatverandering op grondwaterkwaliteit en grondwaterstroming	2	4	G								x				Sjoerd van der Zee	sjoerd.vanderzee@wur.nl
	Waterbeheer en bodemdaling in veenweidegebieden	1	1										x			Idse Hoving	idse.hoving@wur.nl
Verzilting	Modelleren zoetwaterlenzen	1	4	M												Sjoerd van der Zee	sjoerd.vanderzee@wur.nl
	Soil salinity and sodicity, irrigation, stochastic modelling	1	2								x					Sjoerd van der Zee	sjoerd.vanderzee@wur.nl
	Verzilting van oppervlaktewater	1	1	K												Natasha Marinova	natasha.marinova@wur.nl
	Geïntegreerd gemengd zilt bedrijf	3	5	G												Willem Brandenburg	willem.brandenburg@wur.nl

* Projecten & expertises kunnen binnen de diverse thema's meerdere malen voorkomen.

** K = budget < € 200 M = € 200 ≤ budget projecten ≤ € 500 G = budget > € 500
Indicatief, gebaseerd op informatie van onderzoekers en projectleiders (voorjaar 2009)

Focus	Expertise (via projecten)*	Aantal projecten	Aantal onderzoekers	Omvang onderzoeksbudget**	Omvang budget in 2009**	Wettelijke Onderzoekstaken (LNV)	Kennisbasisonderzoek (LNV)	Beleidsondersteunend (LNV)	1e geldstroom universiteit	EU-programma's	Overheid en bedrijven	NWO	Programma's (o.a. FES, BSIK)	Naam contactpersoon	E-mail contactpersoon
	Zouttolerante gewassen, genetica, veredeling	2	5	M	K		x		x			x		Gerard van der Linden	gerard.vanderlinden@wur.nl
Visserij	Rol actoren bij duurzaam marien management	1	1	K	K		x							Birgit de Vos	birgit.devos@wur.nl
	Relatie klimaatverandering en veranderingen in het demersale ecosysteem	1	1	K	K		x							Ralf van Hal	ralf.vanhal@wur.nl
Aanpassing van natuurbeheer															
Natuur algemeen	Effecten klimaatverandering op natuur en mogelijke adaptatiemaatregelen	2	3	M			x						x	Frank Berendse Claire Vos	frank.berendse@wur.nl claire.vos@wur.nl
	Model infrastructuur voor feedbacks	1	1	M	K		x							Mart-Jan Schelhaas	martjan.schelhaas@wur.nl
	Communicatie van actuele en zichtbare effecten op de natuur	1	3								x			Arnold van Vliet	arnold.vanvliet@wur.nl
Natuurdoelen	Adaptatie Ecologische Hoofdstructuren	5	17	G	M	x	x		x				x	Frank Berendse Claire Vos	frank.berendse@wur.nl claire.vos@wur.nl
	Landbouw binnen Natura2000	1	6	K										Hans Leneman	hans.leneman@wur.nl
	Natuurdoelen en klimaatverandering	1	1	M			x							Anna Besse-Lotskaya	anna.besse@wur.nl
	Robuuste verbindingen	1	12	G			x							Willemien Geertsema	willemien.geertsema@wur.nl
Klimaatmantels	Gebiedsgerichte Klimaatmantels en EHS	1	3	K	K	x								Marcel Pleijte	marcel.pleijte@wur.nl
	Klimaatmantels Brabant Drenthe	1	4	K	K						x			Herman Agricola	herman.agricola@wur.nl
Bio-invasies	Gevolgen Klimaat-gestuurde areaaluitbreiding voor bio-invasies	1	2	G	K									Wim van der Putten	wim.vanderputten@wur.nl
Bosecosystemen	Rol van bossen in adaptatiestrategieën	1	1	K			x							Hans Peter Koelewijn	hanspeter.koelewijn@wur.nl
	Evaluatie bosbeheer strategieën	1	1	K	K	x								Mart-Jan Schelhaas	martjan.schelhaas@wur.nl
	Gedrag van biochar in de bodem	1	2	G	K				x					Thom Kuyper	thom.kuyper@wur.nl
	Forest Ecosystem Services	3	5	G	G	x					x			Wim de Vries	wim.devries@wur.nl
	Terrestrial biodiversity and ecosystem functioning	1	1	K	K	x								Hans Peter Koelewijn	hanspeter.koelewijn@wur.nl
	Effect klimaatverandering op boscossysteem	1	1	K	K	x								Mart-Jan Schelhaas	martjan.schelhaas@wur.nl
	Analyse boomringen in relatie met klimaatverandering	1	2						x					Jan den Ouden	jan.denouden@wur.nl
	Tree ecophysiology, management	1	5	G					x					Frans Bongers	frans.bongers@wur.nl
	Drought effects on trees	1	5						x					Lourens Poorter	lourens.poorter@wur.nl
	Climate effects on tree performance	2	3						x					Frank Sterck	frank.sterck@wur.nl
	Climate response and population dynamic	1	6						x					Frans Bongers	frans.bongers@wur.nl

Focus	Expertise (via projecten)*	Aantal projecten	Aantal onderzoekers	Omvang onderzoeksbudget**	Omvang budget in 2009**	Wettelijke Onderzoekstaken (LNV)	Kennisbasisonderzoek (LNV)	Beleidsondersteunend (LNV)	1e geldstroom universiteit	EU-programma's	Overheid en bedrijven	NWO	Programma's (o.a. FES, BSIK)	Naam contactpersoon	E-mail contactpersoon
Aquatische ecosystemen	Klimaatverandering en aquatische biodiversiteit	1	2	M			x	x	x					Anna Besse-Lotskaya	anna.besse@wur.nl
	Klimaatverandering en aquatische ecosystemen	4		G	K		x	x						Piet Verdonschot	piet.verdonschot@wur.nl
Marien milieu	Effect van klimaatverandering op toxische cyanobacterie	10	10	G	G				x		x		x	Miguel Lurling	miquel.lurling@wur.nl
	Effecten klimaatverandering op vispopulaties	1	2	G	K		x							Adriaan Rijsdorp	adriaan.rijsdorp@wur.nl
	Consequenties klimaatverandering voor ruimtelijke planning op zee	1	1				x						x	Rob Witbaard	rob.witbaard@wur.nl
	Ruimtegebruik Noordzee	1	1	K	K		x						x	Han Lindeboom	han.lindeboom@wur.nl
Veengebieden	Lange termijn veranderingen in het mariene ecosystemen	2	2	G	M		x						x	Han Lindeboom	han.lindeboom@wur.nl
	Adaptatie in tropische veengebieden	1	1	K	K		x							Henk Wösten	henk.wosten@wur.nl
Semi-aride gebieden	Interne feedbacks semi-aride biomen	1	1	K	K		x							Eddy Moors	eddy.moors@wur.nl
Klimaatbestendige inrichting landelijk gebied (Ruimtelijke Ordening)															
Landschap en klimaatverandering	Multifunctionele landschappen als adaptatiestrategie	1	1	K	K			x						Jan Verhagen	jan.verhagen@wur.nl
	Effecten klimaatverandering op waterbalans en maatregelen	1	11	G	G				x					Sjoerd van der Zee	sjoerd.vanderzee@wur.nl
	Modelleren van toekomstig landgebruik	1	6											Peter Verburg	peter.verburg@wur.nl
	Assessment tools land degradation	1	3											Manuel Seeger	manuel.seeger@wur.nl
	Sustainable land management	1	3						x					Jan de Graaff	jan.degraaff@wur.nl
	Combinaties van adaptatieve en mitigatieve maatregelen	1	2	K	K									Mart-Jan Schelhaas	martjan.schelhaas@wur.nl
Waterhuishouding	Watermodel om ruimtelijke scenario's te ontwikkelen	1	1	K	K		x							Ronald Hutjes	ronald.hutjes@wur.nl
	Integraal watermanagement in een veranderend klimaat	1	1	K	K		x							Fons Jaspers	fons.jaspers@wur.nl
	Droogte in Europese stroomgebieden	1	1				x							Eddy Moors	eddy.moors@wur.nl
	Droogte (mondiaal, regionaal en op stroomgebiedsniveau)	1	4	M	K		x							Henny van Lanen	henny.vanlanen@wur.nl
	Grondwateraanvulling aquifers in semi-aride gebieden	4	5	G	G									Sjoerd van der Zee	sjoerd.vanderzee@wur.nl
Zoetwaterbeschikbaarheid bij veranderend klimaat	1	1	K	K									Jeroen Veraart	jeroen.veraart@wur.nl	

* Projecten & expertises kunnen binnen de diverse thema's meerdere malen voorkomen.

** K = budget < € 200 M = € 200 ≤ budget projecten ≥ € 500 G = budget > € 500
Indicatief, gebaseerd op informatie van onderzoekers en projectleiders (voorjaar 2009)

Focus	Expertise (via projecten)*	Aantal projecten	Aantal onderzoekers	Omvang onderzoeksbudget**	Omvang budget in 2009**	Wettelijke Onderzoekstaken (LNV)	Kennisbasisonderzoek (LNV)	Beleidsondersteunend (LNV)	1e geldstroom universiteit	EU-programma's	Overheid en bedrijven	NWO	Programma's (o.a. FES, BSIK)	Naam contactpersoon	E-mail contactpersoon
Waterveiligheid	Effecten klimaatverandering op grondwater-systemen	2	2	K	K		x	x						Piet Groenendijk	piet.groenendijk@wur.nl
	Klimaat opnememen in kosteneffectiviteits-instrumentarium	1	3	K										Hans Leneman	hans.leneman@wur.nl
Ruimtelijke ordening	Kennisontwikkeling tbv Nationaal Waterplan en Deltaprogramma	1	1				x							Saskia Werners	saskia.werners@wur.nl
	Adaptatiestrategieën Rijn stroomgebied	1	1	K	K		x							Eddy Moors	eddy.moors@wur.nl
Stedelijk gebied	Klimaatrobuuste multifunctionele waterkeringen	1	1	K	K		x							Jantsje van Loon	jantsje.vanloon@wur.nl
	Multifunctioneel landgebruik als adaptatie-strategie	1	7	K										Arianne de Blaaij	arianne.deblaeij@wur.nl
Governance	Geïntegreerde adaptatiestrategieën voor ruimtelijk knelpunten	1	2	K				x						Willemien Geertsema	willemien.geertsema@wur.nl
	Stadsecologie, stadplanning en ontwerp	1	4						x					Vincent Kuypers	vincent.kuypers@wur.nl
Governance	Adaptatie transitie	1	1	K	K		x							Judith Klostermann	judith.klostermann@wur.nl
	Governance processen bij de inrichting landelijk gebied	1	1	K	K		x							Trond Selnes	trond.selnes@wur.nl

Omgaan met nieuwe klimaatverandering - geïnduceerde risico's van ziekten en plagen bij planten, dieren en mensen voor zover in oorzaak gekoppeld aan planten en dieren

Invasies	Multitrofe interacties	1	2	G	K							x		Wim van der Putten	wim.vanderputten@wur.nl
	Invasies, ziekten en plagen	1	1	K				x						Leen Moraal	leen.moraal@wur.nl
Ziekten en plagen	Effect klimaatverandering op virussen (Chikungunya, Dengue en West Nile virus)	3	4								x			Gorben Pijman	gorben.pijman@wur.nl
	Ziekte van Lyme risicomodel	1	5								x			Willem Takken	willem.takken@wur.nl
	Effect klimaatverandering op malaria	1	3											Willem Takken	willem.takken@wur.nl
	Mogelijke effecten klimaatverandering op plantgezondheid	1	1	K										Annemarie Breukers	annemarie.breukers@wur.nl
	Effecten klimaatverandering op landbouw-ziekten en -plagen	1	1	K										Eefje den Belder	eefje.denbelder@wur.nl
	Rift Valley Fever virus	1	2	M								x		Rob Moormann	rob.moormann@wur.nl
	Bluetongue Virus	1	1	M								x		Piet van rijn	piet.vanrijn@wur.nl
	Tools surveillance emerging diseases in wildlife	1	1											Kitty Maassen	kitty.maassen@wur.nl
	Klimaatverandering en resistentie van insecten	1	3	K										Ben Vosman	ben.vosman@wur.nl
	Effecten klimaatverandering op plantenvirussen	1	1											Maarten de Kock	maarten.decock@wur.nl

Focus	Expertise (via projecten)*	Aantal projecten	Aantal onderzoekers	Omvang onderzoeksbudget**	Omvang budget in 2009**	Wettelijke Onderzoekstaken (LNV)	Kennisbasisonderzoek (LNV)	Beleidsondersteunend (LNV)	1e geldstroom universiteit	EU programma's	Overheid en bedrijven	NWO	Programma's (o.a. FES, BSIK)	Naam contactpersoon	E-mail contactpersoon
-------	----------------------------	------------------	---------------------	---------------------------	-------------------------	----------------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------	-----------------------	-----	------------------------------	---------------------	-----------------------

INTERNATIONAAL

Invloed van klimaatverandering en klimaatbeleid op de internationale markt van bio-grondstoffen (ook in relatie met voedselzekerheid)

Voedselzekerheid	Climate Change and Adaptation in Africa	1	5	G							x			Ken Giller	ken.giller@wur.nl
Biofuels	Forest biomass management and energy policy	1	2								x			Arthur Mol	arthur.mol@wur.nl
	Biogas production and consumption behavior	1	2								x			Arthur Mol	arthur.mol@wur.nl
	Social and environmental aspects of biofuel production	1	3	K							x			Arthur Mol	arthur.mol@wur.nl
	(Inter)national initiatives for sustainable biofuels certification	1	3											Sarah Stattman	sarah.stattman@wur.nl

Klimaat gerelateerde internationale regelgeving van belang voor nationaal beleid op het gebied van landbouw en natuur

Competing claims	Integrated dynamic scenarios at multiple scales	1	8	G										Bart Kruijff	bart.kruijff@wur.nl
	Integrated, multi-scale, participatory water scenarios	1	4	G						x				Fulco Ludwig	fulco.ludwig@wur.nl
	Competing claims on natural resources	1	3	G										Ken Giller	ken.giller@wur.nl
	Adaptation and mitigation to climate change in developing countries	1	5	K										Catharien Terwisscha van Scheltinga	catharien.terwisscha@wur.nl
	Climate change, land use and sustainable development in developing countries	1	1	K										Rene Verburg	rene.verburg@wur.nl
	Adaptation strategies for Shoreline Development in San Francisco Bay	1	1	K										Eddy Moors	eddy.moors@wur.nl
Stakeholder processen	Ontwikkelen multi-stakeholder processen tbv klimaatbeleid	1	3		M									Arend-Jan van Bodegom	arendjan.vanbodegom@wur.nl
Klimaatgerelateerd beleid	Impact assessment tools, Land use modelling	1	5	G						x				Floor Brouwer	floor.brouwer@wur.nl
	Internationale dimensies van Nederlands klimaatadaptatiebeleid	1	1	G										Rob Swart	rob.swart@wur.nl
	Climate governance: EU climate policy	1	3	K										Kristine Kern	kristine.kern@wur.nl
	Climate policy, CDM, institutional theory, ecological modernization	1	2	K										Arthur mol	arthur.mol@wur.nl
	Impact van de nieuwe EU richtlijn CO ₂ emissiehandel	1	1	K										Frank Bunte	frank.bunte@wur.nl
	Costing adaptation through local institutions	1	2	K										Vincent Linderhof	vincent.linderhof@wur.nl
	Assessing the adaptive capacity of agriculture	1	6	G										Martin van Ittersum	martin.vanittersum@wur.nl

* Projecten & expertises kunnen binnen de diverse thema's meerdere malen voorkomen.

** K = budget < € 200 M = € 200 ≤ budget projecten < € 500 G = budget > € 500
Indicatief, gebaseerd op informatie van onderzoekers en projectleiders (voorjaar 2009)

Focus	Expertise (via projecten)*	Aantal projecten	Aantal onderzoekers	Omvang onderzoeksbudget**	Omvang budget in 2009**	Wettelijke Onderzoekstaken (LNV)	Kennisbasisonderzoek (LNV)	Beleidsondersteunend (LNV)	1e geldstroom universiteit	EU programma's	Overheid en bedrijven	NWO	Programma's (o.a. FES, BSIK)	Naam contactpersoon	E-mail contactpersoon
Landdegradatie	Scientific knowledge base needed for successful land conservation	1	3											Saskia Visser	saskia.visser@wur.nl
Capaciteitsontwikkeling	Versterken van interface tussen onderzoek en beleid	1	5	K	K						x		x	Jouwert van Geene	jouwert.vangeene@wur.nl
Natuur	Natura2000 en GLB/landbouwsubsidies	1	2	K										Claire Vos	claire.vos@wur.nl
	Ruimtelijke planning tbv oplossen knelpunten natuur	1	4							x				Claire Vos	claire.vos@wur.nl
Landbouw en veeteelt	Emissies in non-Annex 1 landen	1	2	K				x						René Schils	rene.schils@wur.nl
Water	Ecological integrity in Mediterranean temporary streams	1	1	K			x							Jochen Froebrich	jochen.froebri@wur.nl
	Technieken tbv bevochtigseigenschappen bodems	1	2				x							Erik van den Elsen	erik.vandenelsen@wur.nl
	Adaptatie aan veranderende waterbeschikbaarheid	1	1	G	G					x				Eddy Moors	eddy.moors@wur.nl
Internationale verdragen en rampenbeleid															
Droogte	Klimaatverandering en droogte	1	2	M	K					x				Henny van Lanen	henny.vanlanen@wur.nl
Transnational climate governance	Climate change, transnational relations, global governance	1	17								x			Kristine Kern	kristine.kern@wur.nl

Colofon

Tekst: J.M. van Loon-Steensma, P. Vellinga en R. Remme

Vormgeving en tekstredactie: Wageningen UR Communication Services

Fotografie: Bureau voor Beeld, Wageningen (omslag, p16 boven)

Druk: Rikken Print, Gendt

© 2009 Wageningen: Wageningen Universiteit en Researchcentrum
Environmental Sciences Group

Opdrachtgever: Kennisbasis thema 2 (KB-2) Klimaatverandering

Projectteam: Jantsje van Loon, KB-2-coördinator

Herman Eijssackers, gespreksleider groepsgesprekken, voorzitter Wetenschappelijk Adviesraad Wageningen UR

Jelle Maas, communicatieadviseur, Communication Services

Francine Loos, communicatieadviseur Environmental Sciences Group

Fred van Welie, camera, Communication Services

Roy Remme, student

Aan de Groepsgesprekken en Interviews hebben meegewerkt:

Inleiding: Kees Slingerland, algemeen directeur Environmental Sciences Group en Domeintrekker Groen-Blauwe Ruimte

Klimaatstelsel: Rik Leemans, directeur onderzoekschool WIMEK/SENSE en hoogleraar Milieusysteemanalyse

Pavel Kabat, hoogleraar Earth System Science/Climate Change

Bert Holtslag, hoogleraar Meteorologie

Ronald Hutjes, onderzoeker Centrum Water & Klimaat, Alterra

Mitigatie: Pavel Kabat, hoogleraar Earth System Science/Climate Change

Lijbert Brussaard, directeur onderzoekschool PE&RC en leerstoelhouder Bodembioogie en Biologische Bodem Kwaliteit

Peter Kuikman, onderzoeker Centrum Bodem, Alterra

Andre Bannink, onderzoeker Animal Science Group

Wijnand Sukkel, onderzoeker Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO)

Ronald Hutjes, onderzoeker Centrum Water en Klimaat, Alterra

Mart-Jan Schelhaas, onderzoeker Centrum Ecosystemen, Alterra

Rob Bakker, onderzoeker Agrotechnology & Food Sciences Group

Adaptatie: Jan Verhagen, onderzoeker Plant Research International

Ekko van Ierland, directeur onderzoekschool MGS en hoogleraar Milieueconomie en het beheer van natuurlijke hulpbronnen

Han Lindeboom, hoogleraar Mariene Ecologie

Judith Klostermann, onderzoeker Centrum Water & Klimaat, Alterra

Claire Vos, onderzoeker Centrum Landschap, Alterra

Katrien Termeer, hoogleraar Bestuurskunde

Kristine Kern, onderzoeker Social Sciences Group

Tjeerd Kimman, Centraal Veterinair Instituut

Holger Meinke, hoogleraar Crop and Weed Ecology

Leo Stroosnijder, hoogleraar Landdegradatie en ontwikkeling

Internationaal: Pier Vellinga, hoogleraar Klimaatverandering, water en veiligheid

Leo Stroosnijder, hoogleraar Landdegradatie en ontwikkeling

Frans Bongers, hoogleraar Bosecologie en bosbeheer

Irene Bouwma, onderzoeker Centrum Landschap, Alterra

Jan Verhagen, onderzoeker Plant Research International

Wolter Elbersen, onderzoeker Agrotechnology & Food Sciences Group

Catharien Terwisscha van Scheltinga, onderzoeker Centrum Water & Klimaat, Alterra

Wim Andriessse, accountmanager Wageningen International

Krijn Poppe, onderzoeker LEI

