

Klimaatkeuken EU

Een concept waarin wordt gezocht naar wegen waarmee we ons kunnen voorbereiden op de gevolgen van een veranderend klimaat

Deze verkenning is in opdracht van InnovatieNetwerk uitgevoerd met medewerking van:

Marjon de Boo (journalist), Bleiswijk (interviews en tekst)

Marjon de Hond (meteoroloog), Almere

Prof. Henry Hooghiemstra, Universiteit van Amsterdam (essay)

Prof. Wim van der Putten, NIOO-CTE, Heteren (essay)

Esther Mosselman, Zwaar Water Creatief Bureau, Amsterdam (illustraties)

Projectleiders InnovatieNetwerk:

Dr. H.J. Huizing

Dr. J.H.A. Hillebrand

Dit rapport is opgesteld in het kader van het thema 'Ruimte Creëren', concept 'Klimaatkeuken EU'.



Postbus 19197

3501 DD Utrecht

tel.: 070 378 56 53

www.innovatienetwerk.org

Het ministerie van LNV nam het initiatief tot en financiert InnovatieNetwerk.

ISBN: 978 – 90 – 5059 – 377 – 9

Overname van tekstdelen is toegestaan, mits met bronvermelding.

Rapportnr. 09.2.199, Utrecht, december 2009.

Voorwoord

Binnen het werkdomein van InnovatieNetwerk zijn er altijd momenten waarop nieuwe onderwerpen op de agenda kunnen worden geplaatst. Toen in 2005 ons tweede vijfjarige werkprogramma aanbrak, dekten de drie basisthema's 'Duurzaam Ondernemen', 'Ruimte Creëren' en 'Gezonde Samenleving' ons werkveld goed. Maar tegelijk ontstond er wereldwijd ook een sterk groeiende belangstelling voor de veranderingen in ons klimaat. En dat veranderende klimaat heeft uiteraard een grote invloed op hoe we leven, eten en wonen. Het onderwerp raakt daarmee aan alle thema's binnen ons werkprogramma. Verandert het klimaat, dan kan dat over de gehele linie grote gevolgen hebben. Daarvan zijn dramatische voorbeelden uit het verleden bekend. In dat licht bezien, wilden we de vraag stellen in hoeverre we ons in Nederland en in de Europese Unie kunnen voorbereiden op de gevolgen van mogelijke klimaatveranderingen.

We hebben ervoor gekozen om niet alleen de gevolgen met bijbehorende acties van de wellicht meest waarschijnlijke klimaatverandering (*global warming*) in kaart te brengen. We hebben ons verdiept in vier verschillende denkbare klimaatextremen – Warm & Droog, Warm & Nat, Koud & Droog en Koud & Nat – die nog niet eens zo lang geleden het klimaat in Nederland hebben beïnvloed. Immers, vele deskundigen zijn het erover eens dat we niet met zekerheid kunnen zeggen wat het klimaat gaat doen en wat ons straks te wachten staat. Overigens mengen we ons niet in de polemieken van de twee kampen die zich momenteel lijken te vormen: de *global warming*- en de nieuwe ijstijd-aanhangers.

Voor ons ligt de uitdaging meer bij de zoektocht naar systeeminnovaties en bijbehorende concepten waarmee de voedselvoorziening en het grondgebruik in Noordwest-Europa weerbaar kunnen worden

gemaakt voor alle vier de klimaatextremen die we hebben neergezet. Vooral interessant zijn natuurlijk innovaties en concepten die in alle situaties positief uitpakken (zogenoemde *no regret*-opties). Voorbeelden zijn het concept 'Kas als Energiebron', waarmee onder vrijwel alle weerscondities glasteelten op efficiënte en vooral duurzame wijze mogelijk zijn, en het concept 'Bouwen met Groen en Glas', waarmee je bijna altijd plezierige wooncondities kunt scheppen. Randvoorwaarde is natuurlijk wel de beschikbaarheid van voldoende zonlicht.

We beseffen terdege dat de gedachte achter het concept 'Klimaatkeuken EU' niet wezenlijk nieuw is. Zo publiceerde het Wereld Natuur Fonds in 1996 al het rapport 'Meegroeien met de zee', dat net als 'Klimaatkeuken EU' is gericht op het anticiperen op klimaatverandering. Alweer enige tijd geleden hebben vier ministeries het 'Adaptatieprogramma Ruimte en Klimaat' (ARK) opgezet, dat eveneens naar praktische oplossingen zoekt. Maar 'Klimaatkeuken EU' wil zich onderscheiden door de focus op heel diverse extreme klimaatveranderingen, door de focus op de EU en door de nadruk op het inrichten van vormen van systeeminnovaties waarmee wellicht op verrassingen kan worden geanticipeerd. Zoals gezegd mengen we ons met dit initiatief niet in de discussie over hoe waarschijnlijk *global warming* wel of niet is. Of over de rol van de mens bij het ontstaan van klimaatverandering. Slim anticiperen op meerdere denkbare klimaatveranderingen staat bij 'Klimaatkeuken EU' centraal.

Dr. G. Vos,
Directeur InnovatieNetwerk

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

1

1. Inleiding

7

- 1.1 Effecten van het klimaat op onze leefomgeving 7
- 1.2 Het kan vriezen, het kan broeien 8
- 1.3 Wat te doen bij onverwachte klimaatextremen 8
- 1.4 Voorbeelden van klimaatextremen in de geschiedenis 9
- 1.5 Slim beleid is op de toekomst voorbereid! 10
- 1.6 Wat het oplevert 11

2. Essay 'Klimaat-veranderingen?'

13

- 2.1 Inleiding 13
- 2.2 Historische Klimaatveranderingen 14

3. Essay 'Complexe ecologische relaties bij klimaatverandering'

21

- 3.1 Inleiding 21
- 3.2 Gevolgen van klimaatverandering 22

4. Een opmerkelijke novemberdag

29

- 4.1 Inleiding 29
- 4.2 Eten & Wonen in een steeds veranderend klimaat 31
- 4.3 Het gebruik van scenario's 32
- 4.4 Denkkader 33
- 4.5 Scenario 'Warm & Nat' 34
- 4.6 Scenario 'Warm & Droog' 41
- 4.7 Scenario 'Koud en Nat' 44
- 4.8 Scenario 'Koud en Droog' 47
- 4.9 Enkele conclusies van de workshop 51

5. Robuuste oplossingen? 55

5.1	Inleiding	55
5.2	Robuuste oplossingen	55
5.3	Elk klimaatscenario heeft zijn eigen problemen	56
5.4	Problemen vertalen in kansen	59
5.5	Scenario 'Warm & Nat'	60
5.6	Scenario 'Warm & Droog'	60
5.7	Scenario 'Koud & Droog'	62
5.8	Scenario 'Koud & Nat'	63
5.9	Konijn met Pruimen	64
5.10	Drijvend rif van purschuim als oplossing voor een warm klimaat	64
5.11	Recreëren in 'De Waterstad' als oplossing voor een nat klimaat	65
5.12	Het telen van andere gewassen in een nat en warm klimaat	67
5.13	Floating Communities in een warm en nat klimaat	68
5.14	De sociale terp als Ark van Noach in een koud en nat klimaat	70
5.15	Zee-ijs als zoetwaterbron in een koud en droog klimaat	71
5.16	Conclusie: Een rijke oogst aan <i>no regret</i> -ideeën	72

Epiloog 75

Summary 79

Samenvatting

Toen in 2005 de tweede tranche van InnovatieNetwerk aanbrak, ontstond wereldwijd een sterk groeiende belangstelling voor de veranderingen in ons klimaat. En dat veranderende klimaat kan een grote invloed uitoefenen op de manier waarop we leven, eten en wonen. Daarvan zijn dramatische voorbeelden uit het verleden bekend. Zodoende raakt het onderwerp alle thema's binnen ons werkprogramma. Verandert het klimaat, dan kan dat over de gehele linie grote gevolgen hebben.

In dat licht bezien, wilden we de vraag stellen in hoeverre we ons in Nederland en in de Europese Unie kunnen voorbereiden op de gevolgen van mogelijke klimaatveranderingen. We kozen voor een aanpak via het gebruik van scenario's. De **onzekerheid** over wat het klimaat in de komende decennia gaat doen, is immers een essentieel uitgangspunt. Elk type klimaatverandering kun je opvatten als een scenario: een **verhaal** over hoe het klimaat kan veranderen. Scenario's gaan primair over **de kwaliteit van ons denken over verschijnselen**: laten we de gedachte toe dat dingen anders kunnen gaan dan we verwachten? Zijn we bereid om ons te verdiepen in het onzekere, in verschijnselen die we maar ten dele kunnen begrijpen, die we niet kunnen voorspellen, waar we onvoldoende onomstotelijke feiten en bewezen mechanismen over hebben? Om de scenario's in beeld te kunnen brengen, hebben we gekozen voor twee kernvariabelen: temperatuur en neerslag. Deze twee variabelen kun je uitzetten in een assenstelsel. Elk kwadrant is een scenario. Ook hebben we ervoor gekozen om niet alleen de gevolgen met bijbehorende acties van de wellicht meest waarschijnlijke klimaatverandering te bezien, maar hebben we ons ook verdiept in vier verschillende denkbare klimaatscenario's/extremen – 'Warm & Droog', 'Warm & Nat', 'Koud & Droog' en 'Koud & Nat' – die nog niet eens zo lang geleden het klimaat in Nederland hebben beïnvloed.

Het heeft relevantie om er op een zodanige wijze naar te kijken. Er is onder deskundigen immers nog steeds onzekerheid over wat het klimaat gaat doen en welke ontwikkelingen het klimaat beïnvloeden. Dr. David J. McComas van het Southwest Research Institute in San Antonio, die geïnteresseerd is in de invloed die de zon op het klimaat kan hebben, drukte het als volgt uit:

“There are a number of researchers who predict the next solar cycle”, he said. “There are also a number of investment counselors who predict the future of the stock market.”

InnovatieNetwerk mengt zich niet in die discussie. Voor ons ligt de uitdaging bij de zoektocht naar systeeminnovaties en concepten waarmee de voedselvoorziening en het grondgebruik in Noordwest-Europa weerbaar kunnen worden gemaakt voor alle vier de klimaatextremen. In het bijzonder voor concepten die in alle situaties positief uitpakken (*no regret*-opties). Daarvan hebben we al voorbeelden die werken: met het concept ‘Kas als Energiebron’ kunnen onder vrijwel alle weerscondities glasteelten op efficiënte en vooral duurzame wijze worden geproduceerd, en met het concept ‘Bouwen met Groen en Glas’ kun je bijna altijd plezierige wooncondities scheppen. Vooropgesteld natuurlijk dat de zon blijft schijnen.

Voor de uitwerking van het concept ‘Klimaatkeuken EU’ is gekozen voor een aanpak in de vorm van een drietrapsraket. In de eerste trap staat de perceptie centraal dat klimaatveranderingen en de gevolgen daarvan inherent onzeker zijn. Paleoklimatoloog Prof. Hooghiemstra onderschrijft in een essay dat ons klimaat verandert en dat dat minder vreemd is dan het misschien lijkt. Hij onderbouwt dat met reconstructies uit het verleden. Maar er zijn ook onzekerheden over de effecten van klimaatveranderingen die veel moeilijker zijn te reconstrueren, omdat daar geen fossiele resten van zijn. De ecooloog Prof. Van der Putten stelt dat bij discussies over klimaatverandering de meeste aandacht uitgaat naar aspecten zoals waterbeheersing en ruimtegebruik, en naar *end-of-pipe* oplossingen. Er is echter onvoldoende aandacht voor de complexere effecten op landbouw en natuur, en de consequenties daarvan voor de duurzame samenleving: “Soms geldt ineens: $1 + 1 = 3$.”

Om even in te zoomen:

- Prof. Hooghiemstra maakt duidelijk dat zich in het nabije verleden op diverse plaatsen op aarde aanzienlijke wijzigingen in de leefomgeving ten gevolge van klimaatsveranderingen hebben voorgedaan. Een wellicht cynische metafoor: in het verleden behaalde resultaten bieden geen garantie voor de toekomst. Dat geldt ook voor klimaatmodellen. Neem de zogenoemde ‘precessiecyclus’. Die voltrekt zich over een periode van 20.000 jaar. Het klimaat wordt nu eens natter, dan weer droger, afhankelijk van waar men zich bevindt op de tijdas. Wie maar een klein stukje van die gehele curve bekijkt, zou gemakkelijk tot verkeerde projecties voor de toekomst kunnen komen; aan echte voorspellingen zijn we nog niet toe. Het beeld van de grote samenhang moet nog verder worden ingekleurd.
- Prof. Van der Putten benadrukt dat om Nederland klimaatbestendig te maken, er in de eerste plaats een goede Ecologische Hoofdstructuur moet komen om onze biodiversiteit in stand te houden, zodat onze natuur genoeg veerkracht en flexibiliteit behoudt om zich te

kunnen aanpassen aan toekomstige veranderingen. Alleen kunnen lang niet alle soorten planten en dieren daarvan profiteren. Bodemorganismen bijvoorbeeld reizen niet snel. En voor veel invasieve, woekerende nieuwkomers geldt nu juist dat zij zich ook zonder een dergelijk ecologisch netwerk al prima naar het noorden kunnen verspreiden. Vervelend is dat het allemaal nog een slag complexer is: beleidsmakers zullen verder moeten denken dan alleen de ecologische infrastructuur. Bijvoorbeeld aan biotische interacties, hoe die door klimaatverandering worden verstoord en wat daarvan de consequenties zijn. Bovendien zullen ze hun blik wereldwijd moeten richten, ook bij het oplossen van lokale klimaatveranderingproblemen. Laten we vooral niet meehollen met de waan van de dag, maar wél snel, en liefst goed doordacht, in actie komen.

In de tweede trap stellen we de vraag hoe voedselvoorziening en grondgebruik in Noordwest-Europa in de komende 15 tot 50 jaar kunnen veranderen onder invloed van een veranderend klimaat. Door te kijken naar het onverwachte, krijg je niet alleen beter zicht op een mogelijke achilleshiel, maar ook op interessante marktmogelijkheden. De tekst in de rapportage is het resultaat van een workshop die in 2007 in Houten werd gehouden. Het was opvallend dat van alle scenario's werd verwacht dat zij ingrijpende veranderingen voor de voedselvoorziening met zich zullen meebrengen. Omdat ook onze huizen en steden zullen veranderen, zou het interessant zijn om daar met sociologen, demografen en psychologen over door te praten. Een 'rampenhoogleraar' zou kunnen bijdragen aan discussies over calamiteitgedreven beleid. Opmerkelijk is de conclusie dat sommige scenario's veel meer aanpassingen en investeringen zullen vergen dan andere. Feit is ook dat je binnen de behandelde context bij het brede publiek met een duidelijke boodschap moet komen: Wat wil je met deze informatie bereiken? Wat moeten mensen hiermee: de auto vaker laten staan, het huis beter isoleren? De boodschap moet zorgvuldig op de juiste doelgroep worden afgestemd. Dat is nog niet zo simpel. Als voorbeeld wordt de aanpak van het Wereld Natuur Fonds genoemd, met aansprekende portretjes van *climate witnesses* uit alle werelddelen. Dit concept heeft als nadeel dat de boodschap hoe dan ook ingewikkeld blijft, temeer omdat de klimaattendensen op korte en lange termijn niet gelijklopend hoeven te zijn. Daarom is het juist zo hard nodig om te zoeken naar *no regret*-opties die altijd goed zijn.

De derde trap is de zoektocht naar de gevolgen van de mogelijke veranderingen in het klimaat voor onze leefomgeving. Wat kunnen we daar dan uit leren om deze leefomgeving straks zo in te richten dat we daarin nog steeds aantrekkelijk kunnen eten, leven, wonen en werken? De uitkomst van deze exercitie is vastgelegd in het verslag van een workshop in 2008 in Utrecht. De opdracht was om met elkaar robuuste oplossingen te bedenken waarmee de gevolgen van een veranderend klimaat kunnen worden opgevangen. Ook hier werd eerst vastgesteld dat ons klimaat weliswaar verandert en dat klimaatveranderingen grote gevolgen hebben. Maar over het hoe waren de meningen zoals gebruikelijk verdeeld. De kernvragen in de workshop waren voor elk scenario:

- Wat wil je concreet aanpakken?
- Waarom is dat interessant?
- Hoe krijg je dat in beweging?

In de discussie kwam een veelheid aan oplossingsrichtingen aan de orde. Een bloemlezing: maak een drijvend rif van purschuim als oplossing voor een warm klimaat, ga recreëren in ‘De Waterstad’ als oplossing voor een warm en nat klimaat, ga nadenken over het telen van andere gewassen in een nat en warm klimaat, vorm Floating Communities wanneer een warm en nat klimaat over ons wordt afgevoerd, in een koud en nat klimaat moeten we ons richten op sociale aspecten – ontwerp sociale terpen zoals een nieuwe Ark van Noach voor een koud en nat klimaat – gebruik zee-ijs als zoetwaterbron in een koud en droog klimaat.

Voor diverse van de binnen het concept ‘Klimaatkeuken EU’ neergezette scenario’s zijn meervoudige (*no regret*) opties mogelijk, zeker wanneer het gaat om oplossingsrichtingen voor extreme vernatting. Bovendien zijn er signalen dat de natuur zich momenteel ook zonder menselijke bemoeienis aanpast aan veranderende omstandigheden. Toch blijft de vrees bestaan dat we misschien onvoldoende genetische diversiteit bij onder meer voedingsgewassen hebben waarmee we gewassen via kruisingen kunnen aanpassen aan andere klimatologische omstandigheden en nieuwe ziekten en plagen. Waar ook weinig aandacht aan wordt geschonken, is de invloed die het microklimaat kan hebben op lokale omstandigheden. We spreken wel van *global warming*, maar er kunnen lokaal nog steeds grote verschillen zijn in temperatuur. In de cultuur van het ‘omdenken’ van InnovatieNetwerk zou je de invloed van het microklimaat op onze omgeving weer meer kans kunnen geven door de grootschalige herintroductie van houtwallen.

InnovatieNetwerk zal vanuit haar werkveld naar ideeën blijven zoeken binnen de context van het concept ‘Klimaatkeuken EU’. De uitnodiging van partijen die graag verder willen met een van de concepten die in dit rapport zijn genoemd, blijft natuurlijk staan. Zij worden van harte uitgenodigd om een beroep te doen op InnovatieNetwerk om daarbij te helpen. Maar nieuwe initiatieven zijn natuurlijk ook van harte welkom.

Met deze uitnodiging om met aansprekende toepassingen of pilots te komen, beëindigt InnovatieNetwerk de inspanningen binnen het concept, omdat er vooralsnog voldoende informatie voorhanden is waarmee partijen kunnen worden geholpen om draagvlak te creëren voor hun klimaatbestendige ontwerpen.

1. Inleiding

Hoe kunnen we ons in de EU voorbereiden op de gevolgen van extreme klimaatveranderingen? Met die vraag zijn we in het concept 'Klimaatkeuken EU' aan de slag gegaan. Het gaat dan vooral om een zoektocht naar praktische ideeën om de voedselvoorziening en het grondgebruik in Noordwest-Europa weerbaar te maken tegen klimaatveranderingen. We willen niet alleen de gevolgen van de wellicht meest voor de hand liggende vorm van klimaatverandering (*global warming*) in kaart brengen (zoals internationaal ook in OECD-verband gebeurt), maar ons in vier verschillende denkbare klimaatextremen verdiepen. Bovenal gaat het ons om het vinden van tijdige oplossingen.

1.1 Effecten van het klimaat op onze leefomgeving

Het klimaat is van grote invloed op hoe we leven, eten en wonen. Verandert het klimaat drastisch, dan heeft dat grote gevolgen. Voorbeelden uit het verleden laten dat goed zien.

Zo is het leven op IJsland altijd al hard geweest. Maar in de 14e eeuw brak een wel erg koude periode aan: de Kleine IJstijd. Tarwe wilde er niet meer groeien en de inwoners moesten zich in leven houden met schapenhouderij. En dat alleen maar omdat de gemiddelde temperatuur 1,5 tot 2,0 graden Celsius was gedaald. Op het dunbevolkte eiland had een op het eerste gezicht kleine temperatuurdaling een grote uitwerking op de bevolking.

En in de jaren 1690-1700 was het in Noord-Schotland zó koud dat de oogst in acht van de tien jaren mislukte. Daardoor stierf twee derde van de bevolking de hongerdood.

1.2

Het kan vriezen, het kan broeien

Het klimaat van de toekomst staat volop in de belangstelling van wetenschappers, beleidsmakers en journalisten. Het aantal boeken, artikelen, rapporten en rapportages over klimaatverandering is overstelpend. De meeste aandacht gaat evenwel uit naar één type klimaatverandering: de opwarming van onze aarde (*global warming*).

Volgens een grote groep deskundigen, verenigd in het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), is dit proces al lang gaande en is het zeer waarschijnlijk dat we nog decennialang met verdere opwarming te maken krijgen.

Maar alle deskundigen zijn het er ook over eens dat we niet met zekerheid kunnen zeggen wat het klimaat gaat doen en wat ons straks te wachten staat.

Hebben we straks onze eigen *Costa Holanda* met zonovergoten stranden en palmen aan de boulevard van Amersfoort en gaan we ons verpozen in onze tuin onder de olijfbom? Of moeten we ons voorbereiden op het magere leven op de toendra en gaan we op een ijskoud houtje bijten? Het is denkbaar dat ons klimaat in korte tijd snel afkoelt als een nieuwe ijstijd zich aandient.

En dan zijn er nog specialisten en de media die ons verontrusten met hun ideeën over extreme klimatologische verschijnselen die ons te wachten zouden staan, zoals superstormen en supergolven, waardoor schepen en steden worden verzwolgen.

1.3

Wat te doen bij onverwachte klimaatextremen

‘Klimaatkeuken EU’ wil politiek en ondernemend Nederland confronteren met de vraag hoe om te gaan met mogelijke (ook onverwachte) klimaatveranderingen. Hoe produceren we straks ons voedsel onder andere, niet exact te voorspellen klimaatomstandigheden? Hoe moeten we dan gaan wonen en hoe gaan we dan om met ons ruimtegebruik?

‘Klimaatkeuken EU’ onderscheidt vier soorten klimaatveranderingen, die we voor het gemak ‘klimaatextremen’ hebben genoemd (zie kader). Ze verschillen van elkaar in temperatuur en neerslag.

Klimaatextremen

Koud en droog ~ Toendra
 Warm en droog ~ Méditerranée
 Koud en nat ~ Schotland
 Warm en nat ~ Amazone

1.4 Voorbeelden van klimaat- extremen in de geschiedenis

Koud en Droog:

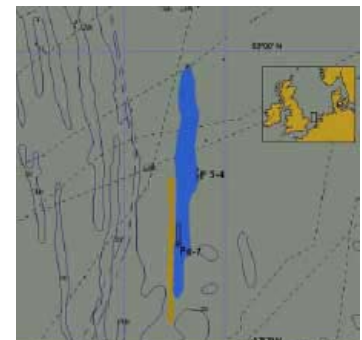
De Noordzee is befaamd om zijn rijkdom aan paleontologische schatten uit het Pleistoceen en zelfs het begin van het Holoceen. Waar nu de mammoettankers navigeren was enige tienduizenden jaren geleden een grote grasvlakte met rivieren bewoond door mammoeten, wolharige neushoorns, wisenten, wilde paarden en reuzenherten, maar ook beren, leeuwen en sabeltandkatten. Met name de Bruine Bank voor de kust van Zuid-Holland is een van de rijkere vindplaatsen van resten van deze dieren.

Warm en Droog:

Circa 50 v. Chr. tot 400 na Chr. In de eerste eeuwen van onze jaartelling was Nederland tamelijk dichtbebost. Deze bossen en onbegaanbare veengebieden bepaalden het beeld. De vruchtbare kleigronden langs de rivieren waren al vroeg bewoond. In de rivieren groeide de waternoot (*Trapa natans*), die vroeger zelfs tot in Zuid-Zweden voorkwam en nu alleen nog maar in zuidelijkere streken van Europa groeit.

Koud en Nat:

850-650 v. Chr. In de laaggelegen gebieden van Nederland ontkiemden geen eikels meer toen het klimaat plotseling veel natter werd. Dit leidde tot stijging van de grondwaterspiegel en veengroei, waardoor geheel oostelijk West-Friesland veranderde in een onbegaanbaar en ontoegankelijk veenmoeras en een snelle ontvolking plaatsvond van oostelijk West-Friesland. Dat alles voltrok zich binnen vijftig jaar.



De Bruine Bank is in de afbeelding hiernaast aangegeven door de geel/bruine noord-zuid gerichte vlek. Kaart uit Post et al (2001).
 Bron: CERPOLEX/Mammuthus Expeditie en Natuurmuseum Rotterdam.



Trapa natans.
 Bron: tncweeds.ucdavis.edu

Links: Nederland: De Romeinse Tijd.
 Bron: TNO.
 Rechts: Nederland: De Vroege Middeleeuwen.
 Bron: TNO.

Warm en Nat:

1000-1300 na Chr. Toen het klimaat zo'n 1000 jaar geleden een stuk warmer werd, breidden de bossen zich sterk uit, tot in Rusland toe. Het ijs op Groenland smolt zover af dat de Vikingen zich er konden vestigen. Zij stichtten een nederzetting in Noord-Amerika die in de IJslandse legendes Vinland heet. Tot in de 20e eeuw wist men niet zeker of die plaats echt had bestaan, maar in 1960 werd op Newfoundland bij L'Anse aux Meadows inderdaad een Viking-nederzetting ontdekt.

1.5 Slim beleid is op de toekomst voorbereid!

'Klimaatkeuken EU' is een aanzet voor systeeminnovatieve projecten voor voedselvoorziening en grondgebruik. De aanpak hiervan heeft de vorm van een drietrapsraket.

- In de eerste trap staat centraal dat klimaatveranderingen inherent onzeker zijn. We kunnen aan de hand van gegevens uit het (tamelijk recente) verleden en aan de hand van vrij betrouwbare modellen, voorspellingen maken over wat er naar alle waarschijnlijkheid zal gebeuren. Maar laten we ook de gedachte toe dat dingen wel eens anders kunnen gaan? Zijn we bereid om ons te verdiepen in het onzekere? In verschijnselen die we maar gedeeltelijk kunnen benaderen, die we niet met zekerheid kunnen voorspellen, simpelweg omdat we onvoldoende onomstotelijke feiten en bewezen mechanismen hebben? In 'Klimaatkeuken EU' kijken we naar de verschillende extreme gedaanten die ons klimaat kan aannemen. Daarbij houden we onder meer rekening met historische gegevens. De informatie die is opgenomen, bestaat uit een tweetal essays, geschreven door de paleo-klimatoloog Prof. Hooghiemstra en de ecoloog Prof. van der Putten.
- In de tweede trap stellen we de vraag hoe voedselvoorziening en grondgebruik in Noordwest-Europa in de komende 15 tot 50 jaar kunnen veranderen onder invloed van een veranderend klimaat. Wat wil er nog groeien? Hoe moeten we gaan leven en wonen? Onze aanpak is afgekeken van het bedrijfsleven. Daar is het werken met scenario's in zwang geraakt, nadat keer op keer was gebleken hoe riskant het kan zijn om beslissingen te baseren op – al dan niet expliciet gemaakte – verwachtingen. Door juist wél te kijken naar het onverwachte, krijg je niet alleen beter zicht op een mogelijke achilleshiel, maar ook op interessante marktmogelijkheden. De tekst is het resultaat van een workshop die in 2007 in Houten werd gehouden.
- En dat is meteen de derde trap. Als we eenmaal een goed beeld hebben van de mogelijke veranderingen in het klimaat en van de gevolgen daarvan voor onze leefomgeving, wat kunnen we daar dan uit leren om deze leefomgeving straks zo in te richten dat we daarin nog steeds aantrekkelijk kunnen eten, leven, wonen en werken? Deze tekst is opgesteld naar aanleiding van een workshop in 2008 in Utrecht.

1.6

Wat het oplevert

Wij gaan uit van de veronderstelling dat een samenleving die voorbereid is op uiteenlopende klimatologische omstandigheden, er in veel opzichten heel anders uit zal zien dan onze huidige samenleving. Hopelijk kan 'Klimaatkeuken EU' goede recepten opleveren voor systeminnovatieve projecten voor de toekomstige voedselvoorziening en het toekomstige grondgebruik.

2.

Essay 'Klimaatveranderingen?'

Die zijn er ook in het verre verleden geweest

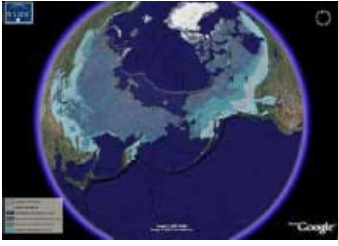
Als ons klimaat verandert, is dat minder vreemd dan het misschien lijkt. Ook in het nabije verleden hebben dergelijke veranderingen zich op diverse plaatsen op aarde voorgedaan – bijvoorbeeld in het Mayarijk. Dat zegt prof.dr. Henry Hooghiemstra. Hij is specialist op het gebied van paleo-ecologie, paleoklimatologie en Global Change Studies bij het Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics van de Universiteit van Amsterdam.

2.1 Inleiding

Om historische klimaatveranderingen te reconstrueren, zijn onderzoekers aangewezen op indirecte bronnen. Vroeger hingen er nou eenmaal nergens thermometers. Een onderzoeker die bijvoorbeeld het verloop van het klimaat in Frankrijk in de afgelopen 1000 jaar wil reconstrueren, kan wél in oude kloosterboeken terugzoeken op welke datum de jaarlijkse wijnoogst begon. Daaruit valt af te leiden hoe warm het indertijd is geweest.

Een andere interessante aanwijzing is bijvoorbeeld de migratie van de bosgrens in Noord-Europa. Die heeft een duidelijke relatie met de temperatuur. De bosgrens loopt op de plek waar de gemiddelde juli-

temperatuur 9,5 graden Celsius bedraagt. Vroegere vegetatiepatronen worden vaak afgeleid uit bestudering van bodemmonsters. Daarmee kun je ver terugblikken in de tijd.



Permafrost.

Bron: www.nsidc.org/data/virtual_globes/

In de tropen wordt vaak wel 35.000 jaar of langer teruggekeken, aangezien de maximale ijsuitbreiding zich daar zo'n 35.000 jaar geleden heeft afgespeeld. In Europa – waarop het project 'Klimaatkeuken EU' zich richt – waren de ijskappen zo'n 20.000 jaar geleden op hun grootst. Een belangrijke vraag is of er aanwijzingen zijn dat klimaatveranderingen, zoals die zich in het verleden hebben voorgedaan, zich kunnen herhalen. Kan zoiets straks weer gebeuren?

Om zulke vragen te beantwoorden, worden klimaatmodellen ingezet. Maar die hebben zo hun beperkingen. De onderzoeker die bijvoorbeeld een model voor verdroging of opwarming laat draaien, ziet het proces 'vanzelf verder rollen', maar het model zal niet voorspellen of er op zeker moment ook een 'terugslag' komt.

Overigens is er veel verwarring rond de begrippen 'klimaat' en 'weer'. Bovendien raakt de klimaatsproblematiek verknoot met het debat over duurzaamheid en milieubescherming. Kun je überhaupt een zinnig beleid voeren als het om klimaatverandering gaat? In feite gaat het om drie verschillende problemen die in het publieke debat nogal eens worden verward: er is een probleem met het fluctuerende klimaat, een milieuprobleem (noodzaak tot schonere productie- en consumptieprocessen) en een energieprobleem. Al die probleemvelden hebben hun eigen vragen en oplossingen. Je moet eerst de goede vragen identificeren voordat je tot een oplossing kunt komen.

Vaak verzandt een klimaatdebat in discussies over schonere auto's en het al dan niet verbieden van gloeilampen. Wij mensen kunnen zelf kiezen om in schonere auto's te gaan rijden, andere energiebronnen te gaan benutten of minder te gaan consumeren. Maar we kunnen niet eigenhandig aan de knoppen van het klimaatsysteem gaan draaien. Het klimaat voltrekt zich buiten ons om.

2.2 Historische Klimaatveranderingen

Grote schommelingen mogelijk

Klimaatveranderingen hebben zich in het verre verleden op diverse plaatsen op aarde voorgedaan. Zoals bij de Maya's. In die zin zijn de huidige klimaatverschijnselen niet zo vreemd.

Het oppervlak van de aarde, en dus ook van Europa, heeft er in het verleden zeer wisselend uitgezien. Zo'n 20.000 jaar geleden was bijvoorbeeld het zeewater uit het kanaal van Bristol verdwenen. In Zuid-Engeland heerste toen een koud en guur, arctisch klimaat. Er graasden rendieren. In het voorjaar zorgde gesmolten sneeuw voor grote modderstromen. In het Eemien, de laatste relatief warme periode

tussen twee ijstijden in, zo'n 120.000 jaar geleden, stond de zeespiegel een aantal meters hoger dan nu het geval is en was de temperatuur 1,5 tot 2 graden hoger dan in onze tijd. De vegetatie bood een subtropische aanblik, met allerlei boomsoorten die je nu alleen nog in het mediterrane gebied aantreft.

De radicale omslag tussen twee zulke verschillende klimaatssystemen – van een ijstijdmodus naar een warme modus – kan betrekkelijk snel gaan; binnen enkele eeuwen tot duizenden jaren. Klimaatgordels verplaatsen zich, en daarmee de planten en de dieren, zowel op het land als in de oceaan. In de laatste ijstijd had je drijfsijs op de Atlantische Oceaan tot Noord-Portugal; nu ligt het polaire front tussen IJsland en Groenland.

Wat zulke klimaatveranderingen nu precies aanstuurt, is voor de wetenschap nog verre van helder. Wél staat vast dat dit fenomeen zich regelmatig herhaalt. In het Kwartair zijn er zo'n 20 ijstijden geweest. Om er achter te komen hoe ons klimaat in de toekomst zal veranderen, kan een terugblik in de tijd zinvol zijn. Mogelijk zijn er parallellen te trekken.

Periodieke droogte bij de Maya's

De Maya-cultuur is uiteindelijk aan klimaatverandering ten onder gegaan. Ongetwijfeld hoorden de Maya's met hun imposante architectuur en geavanceerde kennis van wis- en sterrenkunde tot de grootste beschavingen die Midden-Amerika ooit heeft gekend. Op het toppunt van hun glorie, omstreeks het jaar 800 na Christus, strekte het Mayarijk zich uit van het Mexicaanse schiereiland Yucatán tot in Honduras. Daarna is dit rijk van circa 15 miljoen inwoners op raadselachtige wijze ingestort. Steden en handelsroutes werden plotseling verlaten, piramides raakten door het oerwoud overwoekerd. Vermoedelijk is deze catastrofe veroorzaakt door klimaatverandering.

De Maya's hadden al eeuwenlang leren leven met een droog klimaat. Ze beschikten over grote waterreservoirs om periodiek terugkerende droogteperioden het hoofd te bieden. Gemiddeld deed zich eens in de 60 jaar zo'n droge periode voor. Maar na drie opeenvolgende perioden van intense droogte tussen 810 en 910 na Chr., die elk langer dan tien jaar duurden, was de rek eruit en stortte hun samenleving in. Een klimaatverandering kan een kettingreactie in gang zetten van misoogsten, gevolgd door ondervoeding, toenemende gevoeligheid voor ziekten, competitie om natuurlijke hulpbronnen en uiteindelijk grote politieke onrust en oorlogvoering, waaraan een volk ten onder kan gaan.

Het optreden van de historische droogteperioden in het Maya-rijk is gereconstrueerd aan de hand van patronen in het zeeslib. In het Cariacobekken, voor de kust van Carácas in het noorden van Venezuela, heeft zich eeuwenlang slib opgehoopt dat in het jaarlijkse regenseizoen van de omringende hellingen is afgespoeld. Wetenschappers lezen de patronen in dit zeeslib als een archief van het verleden. Droge en natte seizoenen corresponderen met de titaniumafzettingen in het slib. Titanium is een erosieproduct; je vindt het terug in geërodeerd sediment. In droge perioden, als er weinig plantengroei is, spoelt er veel meer

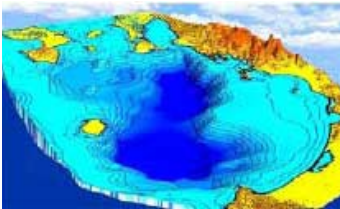


grond van de omringende hellingen naar zee en belandt er veel meer titanium in het zeelib dan in natte tijden, als de hellingen dichtbegroeid waren. De titaniumpatronen zijn met zeer hoge resolutie, vrijwel van jaar tot jaar, geanalyseerd. De catastrofale droogteperiodes, die de florerende en technisch goed geëquipeerde Maya-beschaving om zeep hebben geholpen, springen er duidelijk uit. Wat nu precies deze droogteperiodes heeft aangestuurd, blijft echter onduidelijk. En zelfs als de Maya's hun klimaatveranderingen hadden begrepen, hadden ze daar nog niets tegen kunnen doen.

Ook andere grote beschavingen zijn aan klimaatverandering ten onder gegaan. In Mesopotamië bezweek zo'n 3400 jaar geleden een oude landbouwbeschaving na een ernstige droogteperiode die maar liefst 200 jaar aanhield.

Handvatten voor klimaatveranderingen

Klimaatveranderingen komen en gaan, daar kunnen mensen weinig of niets aan veranderen. Paleo-klimatologen zijn al tientallen jaren bezig om klimaatveranderingen te reconstrueren. Het ene klimaatsysteem blijkt veel gevoeliger te reageren dan het andere. Veranderingen tussen koud en warm zijn voor paleo-ecologen vaak gemakkelijker te registreren dan die tussen nat en droog. Want de historische vegetatiepatronen waaruit de klimaatveranderingen van tienduizenden jaren geleden af te leiden zijn, zijn vooral gekoppeld aan de temperatuur. Soms zijn verschillen tussen nat en droog indirect af te leiden uit de waterbewegingen van een meer. Daarbij is voorzichtigheid echter geboden, want veel meren hebben ondergrondse connecties met hun omgeving, en door allerlei externe oorzaken kan dan water worden aangevoerd of afgevoerd.



Cariaco-bekken.
Bron: www.igofs.who.edu/Time-Series/LTTS.html

Het titaniumgehalte in het slib van het genoemde Cariaco-bekken (zie afbeelding hiernaast) is een zeer bruikbaar handvat om greep te krijgen op het verloop van historische neerslagpatronen, maar die vormen dan nog maar één aspect van het vroegere klimaat. Voor een breder begrip van klimaatverandering zijn veel meer van zulke handvaten nodig. Zo'n handvat wordt ook wel *approximation* (benadering) of *proxy* genoemd.

Hoe worden klimaatveranderingen aangestuurd?

Verschillende veranderingen kunnen zich afspelen op verschillende tijdschalen. Zo voltrekt de zogenoemde 'precessiecyclus' zich in een periode van bijna 21.000 jaar. Deze cyclus is het gevolg van variaties in de baan van de aarde om de zon, veroorzaakt door de draaiing van de aarde ten opzichte van haar eigen as. De Servische wiskundige Milankovitch legde in 1930 als eerste verband tussen de precessiecyclus en het voorkomen van klimaatveranderingen over grote tijdsperiodes. Andere cycli spelen op een tijdsschaal van bijvoorbeeld 100 of 3000 jaar. Deze cycli worden geregistreerd en geanalyseerd zonder dat men ze al echt kan verklaren.

Klimaatveranderingen worden aangestuurd door allerlei mechanismen in het klimaatsysteem, de zogenoemde *drivers*, elk met hun eigen frequentie. Die frequenties kunnen interfereren, ze kunnen elkaar versterken of juist afzwakken. Dit leidt tot het ontstaan van complexe

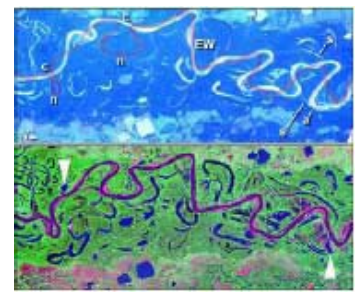
patronen (de zogenoemde *harmonics*) die niet rechtstreeks aan een originele *driver* zijn gekoppeld, maar ontstaan door interferentie tussen andere frequenties. De aldus ontstane *harmonics* kunnen wel het tienvoudige bedragen van de oorspronkelijke frequentiepatronen die rechtstreeks gekoppeld zijn aan de mechanismen of *drivers* achter de klimaatverandering. Stel dat er maar drie *drivers* zijn, dan zie je misschien wel 20 *harmonics*.

Bij het analyseren van patronen van klimaatsverandering worden soms musicologen ingeschakeld. In de muziek laten sommige tonen zich combineren tot harmonieuze muziek, terwijl andere combinaties van tonen juist erg lelijk zullen klinken. Om een muziekstuk te doorgronden, probeert de musicoloog dergelijke patronen te analyseren, net zoals de klimaatexpert dat met zijn gegevens doet. Een musicoloog kan bijvoorbeeld analyseren welke frequenties nu karakteristiek zijn voor het begin van de sonates van Bach, waarom ze zo goed klinken, welke typische eigenschappen nu precies het resultaat zo harmonisch maken. Vaak komt dat door het gebruik van allerlei harmonieuze klankcombinaties. Vergelijkbare analysetechnieken kun je loslaten op lange datasets uit de geologie, de oceanografie en de palynologie. Daar is het de kunst om échte frequenties, aangedreven door een mechanisme in het klimaatstelsel (de *drivers*), te onderscheiden van het veelvoud aan bij-effecten (*harmonics*). Zo bestaan er van de waterbewegingen in het Tsjaadmeer uitgebreide, langlopende datasets, die allerlei cyclische patronen vertonen. Om hier inzicht in te krijgen, moet je weten wat de échte drivers achter de klimaatverandering zijn.

Vierkante meren blijken geen mensenwerk

Schijn bedriegt soms. Zo stroomt door het laagland van Bolivia de Mamore-rivier, een grote zijrivier van de Amazone. Dichtbij de stad Trinidad ligt een gebied met allemaal opmerkelijke, vierkante meren. Archeologen veronderstelden dat zulke meren wel door mensen gegraven moesten zijn. Dit droge laagland is zo'n 6.000 jaar geleden waarschijnlijk een stuk natter geweest en vermoedelijk dichtbevolkt; er zijn veel skeletten van vroegere bewoners opgegraven. Tijdens veldwerk in de zomer van 2006 onderzocht prof. Hooghiemstra de ontstaansgeschiedenis van deze opmerkelijke vierkante meren. De vroegere bevolking zal waarschijnlijk altijd dicht bij de rivier hebben gewoond, maar wél hoog en droog, op rivierduinen naast de kronkelende rivier. Helaas zijn rivierduinen opgebouwd uit grof rivierzand en dus niet erg vruchtbaar. Vroegere bewoners stonden dan voor de keus om hun landbouwgronden een eind verderop aan te leggen, met als nadeel dat ze steeds maar heen en weer moesten pendelen, of het schrale rivierduin naast hun woonsteden moesten bemesten. Dat laatste is systematisch gebeurd door bijvoorbeeld massa's pioniervegetatie te verbranden en de verbrande resten met een bootje naar het rivierduin te vervoeren. Ook werden waarschijnlijk waterplanten uit het water geschept om als extra kalkbemesting te dienen.

De rivier zocht zijn weg al slingerend door het landschap en in oude, afgesneden rivierbochten ontstonden ronde meren. Toen het landschap in latere tijden verdroogde, trok het regenwoud zich verder terug. De wind joeg het zand op en legde het in een andere richting over de vroegere rivierduinen heen. De voedselproductie werd



De Mamore-rivier.
Bron: www.fas.org/.../docs/rst/Sect17/Sect17_4.html

verstoord, de bevolkingssomvang nam af. Door het stuivende zand ontstonden uit de oorspronkelijke ronde meren uiteindelijk vierkante meren. Vermoedelijk hebben de vroegere bewoners wel kanaaltjes gegraven om zich door het hele gebied te kunnen verplaatsen, maar geen complete vierkante meren. Klimaat, landschap, ruimtegebruik en bevolkingssomvang zijn doorgaans nauw met elkaar verbonden. Marginale woongebieden zijn doorgaans extra gevoelig voor klimaatverandering. Het veldonderzoek draagt bij aan inzicht in de vroegere grenzen van het Amazone-regenwoud.

Oude havensteden rond de Perzische Golf liggen nu droog.

Het verband tussen klimaat, bevolking en ruimtegebruik wordt mooi geïllustreerd rond de Perzische Golf. Een archeoloog en een paleo-oceanograaf hebben daar samen vernieuwend veldwerk gedaan. De Perzische Golf is heel ondiep. In de laatste ijstijd, toen de zeespiegel 120 meter lager stond, stond hij helemaal droog. Toen tussen 13.000 en 7.000 jaar geleden de ijskappen smolten, liep de Perzische Golf snel onder water. Op de bodem liggen vermoedelijk diverse verdronken steden. Op de kaart van Irak is te zien dat diverse antieke havensteden tegenwoordig in het binnenland liggen. Ze liggen op een lijn die de hoogste toenmalige kustlijn weergeeft, enkele duizenden jaren geleden. Inmiddels is de zeespiegel al weer enigszins gedaald. De Perzische Golf heeft zich teruggetrokken; nu liggen die oude havensteden in het binnenland.

Hier zien we de invloed van de precessiecyclus, een cyclus van zo'n 20.000 jaar. Een halve cyclus duurt zo'n 10.000 jaar. Zó lang hebben mensen op diverse plekken al gewoond. Zij hebben die overgang van het ene naar het andere extreem al meegemaakt. Een mooi voorbeeld zijn de historische bewoningspatronen langs de meren in de Franse en Zwitserse Alpen. Deze meren hebben zich onder invloed van klimaatveranderingen keer op keer uitgebreid of weer teruggetrokken. En de historische bewoners volgden datzelfde patroon.

Precessiecyclus beïnvloedt moessonpatronen

De precessiecyclus heeft zijn weerslag op de moessonssystemen op het noordelijk halfrond. Zo'n 10.000 jaar geleden moet het rond de Eufraat en de Tigris, in het Midden-Oosten, veel natter zijn geweest dan nu. De rivieren waren breed en machtig, en langs hun vruchtbare oevers werd volop voedsel verbouwd. Nu is het overal op zo'n 20 graden Noorderbreedte een stuk droger en op 20 graden Zuiderbreedte juist een stuk natter. Over nog eens 10.000 jaar is het ongetwijfeld weer net andersom. Toen het land langs de Eufraat en de Tigris door klimaatveranderingen droger werd, werd hier het systeem van irrigatie ontwikkeld, zodat de bewoners hun landbouwbestaan konden voortzetten.

Voor al bewoners die toch al aan de marginale randen van een landbouwgebied zaten, kunnen door een kleine klimaatverandering al hard worden getroffen. Als een toch al droog landbouwgebied net nog iets droger wordt, zal de maïsteelt misschien nét niet meer lukken. In Frankrijk kwam de tarweteelt in 2006 in grote problemen door afwisselende periodes van extreme droogte en extreme nattigheid, met veel ziekten en plagen als gevolg. In een paar natte weken kan de aardap-

peelooft verrotten. Een paar extreem warme weken in het voorjaar brengt de fruitteelt van slag. Veranderingen in seizoenaliteit zullen misschien wel het grootste knelpunt zijn voor het aangename woonklimaat van de mens én voor de natuur. Een ecosysteem zoals de Afrikaanse savanne is volledig bepaald door de seizoenaliteit: hier valt jaarlijks misschien wel net zoveel regen als in het regenwoud, alleen in een zeer kort tijdsbestek.

Het gebruik van klimaatmodellen

Klimaatmodellen worden niet alleen gebruikt om te voorspellen of het warmer of kouder zal worden, maar ook bijvoorbeeld om te voorspellen hoe de vegetatie zich zal ontwikkelen bij een toenemend CO₂-gehalte in de atmosfeer. Paleo-ecologen werken graag met klimaatmodellen omdat men dan, anders dan bij het veldwerk, als het ware ‘aan de knoppen’ kan draaien. Bijvoorbeeld om te zien welke variabelen er moeten veranderen om een savanne in een bos te laten veranderen. Zo ontstaat meer begrip van oorzakelijke verbanden.

Ook kan men een klimaatmodel ‘terugdraaien’ om het verleden te ‘voorspellen’. Die voorspellingen toetst men aan de resultaten van paleo-ecologisch veldonderzoek. Zo wordt het model keer op keer bijgesteld, totdat het goed genoeg is om het verleden helemaal correct te ‘voorspellen’ – wat overigens in de praktijk nog geenszins het geval is. Vervolgens kun je met datzelfde model ook de toekomst proberen te voorspellen.

Voorzichtigheid blijft echter geboden. Op de effectenbeurs geldt dat in het verleden behaalde resultaten geen garantie bieden voor de toekomst. Hetzelfde geldt voor klimaatmodellen. Neem de genoemde precessiecyclus. Die voltrekt zich over een periode van 20.000 jaar. Het klimaat wordt nu eens natter, dan weer droger, afhankelijk van waar men zich bevindt op de tijdas. Wie maar een klein stukje van die gehele curve bekijkt, zou gemakkelijk tot verkeerde projecties voor de toekomst kunnen komen; aan echte voorspellingen zijn we nog niet toe.

Voor een groeiend aantal mensen komt voedsel simpelweg uit de supermarkt. Studies over oude klimaatveranderingen zijn leerzaam, omdat we daardoor meer begrip kunnen krijgen over de relatie tussen de mens en zijn omgeving. We weten steeds meer over inkomend zonlicht en reflectie, over golfstromen en warmtetransport in de oceanen, in de atmosfeer en in terrestrische systemen. Zo wordt het aardse systeem stukje bij beetje in elementen afgepeeld. Steeds duidelijker wordt hoe die afzonderlijke schillen in het aardsysteem functioneren. Maar het beeld van de grote samenhang moet nog verder worden ingekleurd.

3.

Essay 'Complexe ecologische relaties bij klimaatverandering'

Soms geldt ineens: $1 + 1 = 3$

Bij discussies over klimaatverandering gaat veel aandacht uit naar aspecten zoals waterbeheersing en ruimtegebruik, en naar *end-of-pipe* oplossingen. Er is echter onvoldoende aandacht voor de effecten op landbouw en natuur, en de consequenties daarvan voor de duurzame samenleving. Dat zegt ecooloog Wim van der Putten. Hij is onderzoeker bij het Nederlands Instituut voor Ecologisch Onderzoek (NIOO-KNAW) in Heteren en hoogleraar functionele biodiversiteit in Wageningen.

3.1 Inleiding

Over de effecten van klimaatverandering op de natuur is de laatste jaren veel geschreven. Planten gaan steeds vroeger bloeien. Zo bloeit hondsdrif nu al begin april – bijna vier weken eerder dan een eeuw geleden. Zachte lentes vervroegen wel de ontwikkeling van rupsen, maar niet de terugkeer van trekvogels uit Afrika.

Jonge bonte vliegenvangers zijn daardoor vaker te laat voor de 'rupsenpiek' en verhongeren. Jonge koolmezen kruipen te laat uit het ei om nog optimaal van de rupsenpiek te profiteren. Dit is aangetoond op het Nederlands Instituut voor Ecologisch Onderzoek (NIOO-KNAW) in Heteren. Het voorbeeld is aangehaald in de veelbekeken klimaatfilm 'An Inconvenient Truth' van Al Gore.



Bonte vliegenvanger.
Bron: [www.realbirder.com/
BritishBirdPhotos.htm](http://www.realbirder.com/BritishBirdPhotos.htm)

Seizoenaliteit wordt een belangrijk probleem. Bovendien komen er meer extremen, zoals lange perioden van grote droogte, die voor misoogsten kunnen zorgen. Vaak wordt hier nogal luchtig over gedacht. Het verdwijnen van de bonte vliegenvanger is jammer, maar geen grote ramp, zo redeneert men. Ook aan de consequenties van klimaatverandering voor de landbouwproductie wordt door velen niet zwaar getild: ‘Wat stelt die productie nou eigenlijk voor; de baktarwe komt toch al uit Frankrijk’, zo meent men.

Het weer heeft wel degelijk grote effecten op de landbouwproductie, bijvoorbeeld op de tarweoogst. In een erg nat voorjaar zullen de plantenwortels weggroten. Als daarna een lange periode van droogte volgt, krijgen de tarweplanten het moeilijk en staan ze te vernoodrijpen op het veld. Het omgekeerde scenario is gunstiger: als het voorjaar aanvankelijk erg droog is, zullen de plantenwortels snel de diepte opzoeken. Volgt daarna een natte periode, dan kunnen de planten die goed verdragen.

De roep om Nederland klimaatbestendig te maken, is niet nieuw. In de jaren tachtig is er een hausse aan berichten over de zeespiegelstijging geweest. Rijkswaterstaat had toen een aparte afdeling die zich bezighield met plannen voor vooruitgeschoven kustverdediging, strekdammen langs de kust, nieuwe duinenrijen, wonen op terpen, enzovoorts. Al die oude plannen komen nu weer nieuw verpakt tevoorschijn.

Volgens ‘Klimaatkeuken EU’ zijn vier verschillende klimaatscenario’s denkbaar. Het zou in de toekomst warmer en natter kunnen worden, maar ook warmer en droger. Of juist kouder en natter, of misschien wel kouder en droger. Van der Putten vraagt zich sterk af hoe realistisch die koudescenario’s zijn. Vooral op warme dagen is het moeilijk om je in zo’n scenario in te leven. Vooral het koude, natte scenario stemt allesbehalve vrolijk.

3.2 Gevolgen van klimaatverandering

Is de luchtige houding ten opzichte van klimaatgevolgen voor natuur en landbouw gerechtvaardigd? Dat is nog maar de vraag. En zolang men hier niet serieus op ingaat, zijn de consequenties niet te overzien. Voorlopig wordt de discussie over ruimte voor klimaat gedomineerd door de ‘harde wetenschappers’. Ecologen en landbouwkundigen staan bij het debat aan de zijlijn en worden stelselmatig genegeerd.

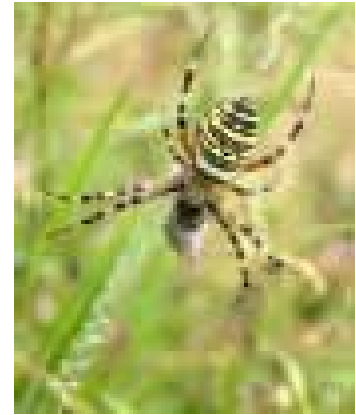
Krachtenvelden verschuiven

Bij natuur en natuurlijke evenwichten spelen interacties tussen organismen – biotische interacties – op allerlei niveaus een belangrijke rol. De relaties tussen planteneters en planten, of tussen vleeseters en planteneters reguleren de aantallen organismen in de natuur. Al die verschillende soorten, op verschillende trofieniveaus, zullen elk op hun

eigen wijze op klimaatverandering en temperatuurwijzigingen reageren. Biotische interacties spelen niet alleen bovengronds, maar ook ondergronds, in de bodem. Boven- en ondergronds levende organismen zullen verschillend op klimaatverandering reageren. Zo reageren bodemorganismen trager op snelle temperatuurwijzigingen. Wat zijn de gevolgen van dergelijke ontkoppelingen in de natuur? Dat is een hoofdvraag in het ecologisch onderzoek naar klimaatverandering. Belangrijk is ook dat het voor veel soorten een groot verschil maakt hoe snel de veranderingen zich voltrekken waarmee ze geconfronteerd worden.

Exotische immigranten

Een tweede belangrijke vraag betreft de komst van allerlei exotische immigranten uit zuidelijke of zuidoostelijke streken. Bekende voorbeelden zijn de nijlgans en de halsbandparkiet. Een kwart van alle plantensoorten op de nieuwste soortenlijst van het Nationaal Herbarium is nieuw. De samenstelling van de wilde flora is de afgelopen twintig jaar veranderd, zo blijkt uit onderzoek van de Stichting Floristisch Onderzoek Nederland. Bij de helft van de plantensoorten is een meer dan gemiddelde toe- of afname zichtbaar; van 188 warmteminende soorten is de verspreiding zelfs verdubbeld. Subtropische en mediterrane soorten, zoals bezemkruiskruid en orchidee, rukken op vanuit het zuiden. Ook libellen en dagvlinders, mossen en korstmossen schuiven in hun verspreiding naar het noorden op.



Wespenspin.
Bron: www.portdown.org

De spectaculaire, geel-met-zwart gestreepte en bijna 2 centimeter grote wespenspin (zie afbeelding hiernaast) is vanuit Zuid-Limburg aan een opmars bezig. Er duiken nieuwe ziekten en plagen op, zoals de paardekastanjemineermot. De eikenprocessierups wint snel terrein.

Vooraf snelle, mobiele soorten maken hun opwachting, soms sprongsgewijs. Zij hebben een extra voorsprong als ze bij hun opmars naar het noorden weten te ontsnappen aan hun natuurlijke vijanden, die in het land van herkomst achterblijven. Uit recent onderzoek van het NIOO-KNAW en Wageningen Universiteit blijkt dat deze snelle migranten ook minder last hebben van bodemziekten. Tot de nieuwkomers hoort bijvoorbeeld de reuzenberenklauw, die van oorsprong thuishoort in de Kaukasus en die zich in ons land nu sterk uitbreidt langs de waterkant. Sommige invasieve soorten zullen in hun nieuwe leefgebied zeer dominant worden, ten koste van de inheemse soorten. Hierdoor kunnen natuurlijke evenwichten verloren gaan. Natuurgebieden kunnen instabiel worden. Andere nieuwkomers hebben wél hun natuurlijke vijanden meegebracht, maar niet de vijanden van hun vijanden. Deze plantensoorten zullen dan ook snel aan hun natuurlijke vijanden bezwijken. Zo kan jakobskruiskruid zich in natuurontwikkelingsprojecten aanvankelijk explosief uitbreiden, maar na een tijdje zal deze plant door zijn vatbaarheid voor allerlei bodemziekten vanzelf weer verdwijnen. Dit in tegenstelling tot het bezemkruiskruid, dat minder gevoelig voor deze organismen is en zich dus veel beter kan handhaven.

Verspreidingspatronen schuiven op

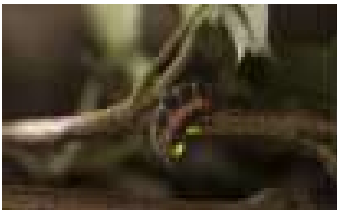
Het verschuiven van verspreidingspatronen is een natuurlijk verschijnsel. Ook na de laatste ijstijd hebben soorten hun leefgebied uitgebreid.

Kenmerkend voor de huidige opwarming is vooral dat die zo snel verloopt. Soorten kunnen sprongsgewijs terrein veroveren en daarbij hun natuurlijke vijanden afschudden. Zo zullen sommige plantensoorten veel sneller kunnen migreren dan de bijbehorende specialistische insecten, die al snel het spoor bijster zullen raken. Bij een snelle opwarming van het klimaat kunnen sommige soorten niet in één sprong enkele honderden meters of zelfs een paar kilometer opschuiven. Het verschuiven van verspreidingsgebieden wordt extra bemoeilijkt doordat veel Nederlandse planten- en diersoorten opgesloten zitten in kleine, versnipperde natuurgebieden, te midden van landbouwgronden, woonwijken en industriegebieden. De klimaatverandering onderstreept de noodzaak van een krachtige, aaneengesloten Ecologische Hoofdstructuur.

Behalve nieuwkomers kunnen ook van oudsher aanwezige soorten ineens een flinke voorsprong krijgen door klimaatverandering. Zo kan de blauwalg in warme zomers voor grote problemen in zwemwater gaan zorgen. Overigens is het heel aannemelijk dat een kouder wordend klimaat voor vergelijkbare soortenverschuivingen met bijbehorende problemen zal zorgen. Het principe dat sommige soorten eerder arriveren dan andere en daardoor tijdelijk minder goed in de hand worden gehouden door hun natuurlijke vijanden, zal ook in een koudescenario overeind blijven.

Het belang van extremen

Veel soorten reageren niet zozeer op een wisselend klimaat, maar vooral op extreme waarden, kritieke maximum- of minimumtemperaturen. Als bijvoorbeeld de gemiddelde nachttemperatuur boven een bepaald minimum blijft, zullen allerlei insecten, zoals glimwormen, het in Nederland ineens veel beter gaan doen.



Grote glimworm.
Bron: Wikipedia, originally posted to Flickr as Glimworm Lampyrus noctiluca (<http://flickr.com>).

Anderzijds kunnen veel aaltjes slecht tegen bodemtemperaturen boven 25 graden, dus zij zullen dan juist in aantal afnemen. Sommige soorten hebben er vooral baat bij dat de wintertemperatuur boven een bepaalde minimumwaarde blijft. Weer andere soorten hebben juist een zekere natuurlijke koudebehoefte (vernalisatie). Zo zullen allerlei bloembollen pas gaan bloeien als ze vóór de vorstperiode in de grond zijn gestopt. In een te nat klimaat zullen eikels niet kunnen kiemen. Het feit dat elke soort op zijn eigen wijze op klimaatverandering reageert, maakt het moeilijk om de gevolgen goed in te schatten. Hoe meer informatie onderzoekers hierover verzamelen, des te beter.

Is de trend van klimaatverandering structureel?

Zorgwekkend is dat nu al een hele reeks jaren de zomertemperaturen extreem hoog zijn. Wanneer dat dertig jaar het geval is, kun je officieel spreken van een klimaatverandering.

Bij het Nederlands Instituut voor Ecologisch Onderzoek wordt al 50 jaar onderzoek naar koolmezen gedaan. De laatste tien jaar signaleren de onderzoekers écht merkwaardige dingen. Zo viel de rupsenpiek, die normaal altijd wordt uitgedrukt in aprieldagen, dit jaar al in maart. Dit past bij een temperatuurstijging van 5 graden, een scenario dat volgens de klimaatmodellen pas wordt voorzien voor het jaar 2100.

Is deze trend structureel? Dat is de grote vraag die, gezien de grote complexiteit van de interacties, niet eenvoudig is te beantwoorden. Hoe dan ook: als een klimaatverandering eenmaal in gang is gezet, ontstaat een vliegwieleffect. Eenmaal in gang gezet, zijn deze ontwikkelingen niet gemakkelijk meer terug te draaien.

Koolstofketen aangetast

Interessant onderzoek is uitgevoerd in de Dry Valleys op Antarctica. Hier bestudeerde bodemecoloog Diana Wall van Colorado State University het voorkomen van kleine rondwormpjes (nematoden) in de kurkdroge bodem. Deze rondwormen zijn maar een millimeter lang en leven van bodembacteriën, gisten en schimmels. Daarmee staan ze aan de top van een zeer simpele voedselketen in dit nogal kale ecosysteem. Sinds 1993 zijn de aantallen nematoden met 65 procent afgenomen door klimaatverandering.



Jonge koolmees.

Bron: www.commons.wikimedia.org/wiki/Image:Great_Tit_nestling.jpg



Antarctische droge valleien.

Bron: www.scar.org/publications/bulletins/150/aspa123/

Overall is Antarctica de laatste jaren warmer geworden, maar op regionale schaal is het gebied rond de koude woestijn van Dry Valleys juist kouder en droger geworden. Dit lokale effect van klimaatverandering blijkt grote gevolgen te hebben voor de koolstofketen in dit ecosysteem. De minuscule nematoden vertegenwoordigen zelf maar 0,025 procent van het totale koolstofgehalte in het ecosysteembudget, maar al grazend en verterend zorgen ze voor de recycling van maar liefst 10 procent van alle koolstof in dit primitieve ecosysteem. Hun rol is vergelijkbaar met die van grazende bizonen op de prairie. Nu de rol van de nematoden zo sterk is afgenomen, is de omvang van de koolstofkringloop met een derde verminderd. Wereldwijd zetten ongewervelde bodemdieren en bodemmicro-organismen tienmaal meer kooldioxide om dan er aan koolstof vrijkomt uit fossiele brandstoffen. De bodem houdt meer koolstof vast dan bossen en de atmosfeer tezamen.

Voor ecologen is het vooral heel lastig om niet-lineaire processen te voorspellen. En zulke processen komen in de natuur nu juist vaak voor. Het NIOO heeft de laatste jaren veel met biotische interacties geëxperimenteerd. Zo'n experimenteel 'modecosysteem' bestaat bijvoorbeeld uit een plant, een sprinkhaan, een ritnaald (de larve van de kniptor) en een nematode die in de plantenwortels leeft. In een

ecosysteempje met maar twee componenten zijn de interacties nog overzichtelijk; zo zal de sprinkhaan de plant opeten. Hoe meer organismen aanwezig zijn, hoe ingewikkelder het wordt. Het totaal aan interacties blijkt al snel groter te zijn dan de som der delen. Hier geldt niet meer $1 + 1 = 2$, maar $1 + 1 = 3$.

Is klimaatverandering erg?

Hoe erg is klimaatverandering? In Nederland zullen we, gezien onze technische en financiële middelen, het hoofd wel boven water houden. We kunnen kassen bouwen, logistieke patronen veranderen. We kunnen terpen opwerpen om zelf droog te blijven zitten. Maar het zal niet meevallen om daar droog te zitten én je buik rond te houden. Bovendien hebben wij onze verantwoordelijkheid tegenover de natuur in ons deel van de wereld. Verder hebben wij, rijke westerlingen, een grote ecologische voetafdruk in de wereld. Voor ons voorzieningspakket zijn wij sterk afhankelijk van andere landen. Om onze lifestyle in stand te houden, importeren we grote hoeveelheden voedsel, biobrandstoffen, grondstoffen voor kleding en dergelijke uit andere, armere landen, waar men veel meer rechtstreeks aan de elementen is overgeleverd. Die landen zullen zeker hard getroffen worden door de gevolgen van klimaatverandering. Daarvan zullen ook rijke, westerse landen de weerslag ondervinden. Zo zien we momenteel een krachtige lobby om biobrandstoffen te promoten in de strijd tegen klimaatverandering. Die groeiende vraag naar biobrandstoffen zal in de producerende landen echter ten koste gaan van voedselproductie en natuur. Uiteindelijk is de hele mensheid sterk afhankelijk van de natuur en van natuurlijke hulpbronnen. Klimaatverandering kan dan tot levensgrote problemen zoals honger, ziekten en oorlogen leiden. De Nederlander die denkt duurzaam bezig te zijn door zijn benzineslurpende automobiel vol te tanken met biobrandstoffen afkomstig van de palmolieplantages op Borneo, maakt een denkfout.

Er zou een onafhankelijk wetenschappelijk centrum moeten komen om dergelijke 'milieumaatregelen' grondig, integraal en in mondiaal perspectief door te rekenen, voordat beleidsmakers enthousiast maar onbezonnen achter zulke ideeën aan gaan hollen.

Om Nederland klimaatbestendig te maken, zal er in de eerste plaats een goede Ecologische Hoofdstructuur moeten komen om onze biodiversiteit in stand te houden, zodat onze natuur genoeg veerkracht en flexibiliteit behoudt om zich te kunnen aanpassen aan toekomstige veranderingen. Alleen kunnen lang niet alle soorten planten en dieren profiteren. Bodemorganismen bijvoorbeeld reizen niet snel. En voor veel invasieve, woekerende nieuwkomers geldt nu juist dat zij zich ook zonder een dergelijk ecologisch netwerk al prima naar het noorden kunnen verspreiden. Beleidsmakers zullen verder moeten denken dan alleen aan ecologische infrastructuur. Bijvoorbeeld aan biotische interacties, hoe die door klimaatverandering worden verstoord en wat daar de consequenties van zijn. Bovendien zullen we hun blik wereldwijd moeten richten bij het oplossen van lokale klimaatveranderingproblemen. We moeten niet meehollen met de waan van de dag maar wél snel, en liefst goed doordacht, in actie komen.

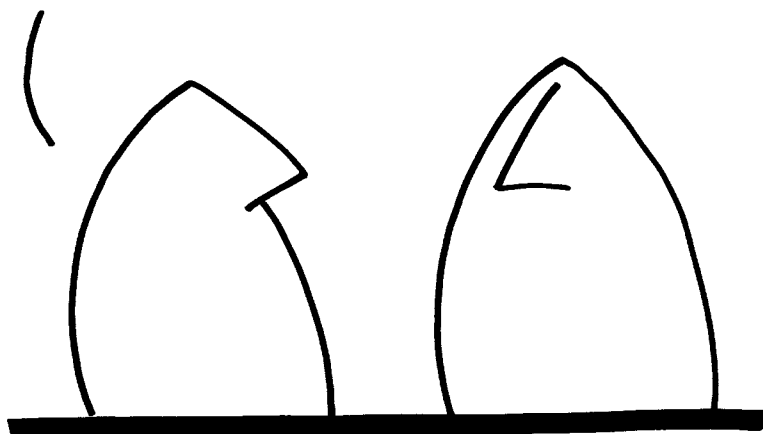
4. Een opmerkelijke novemberdag

4.1 Inleiding

Wordt ons klimaat de komende jaren warmer? Of misschien juist flink wat kouder? Zal het vaker en harder regenen of wordt het wellicht juist droger? Wat betekent een veranderend klimaat de komende 15 tot 25 jaar in Noordwest-Europa voor zaken als voedsel- en energievoorziening en verstandig ruimtegebruik? Om knelpunten in kaart te brengen en praktische oplossingen te zoeken, heeft InnovatieNetwerk het concept 'Klimaatkeuken EU' opgezet.

Op 16 november 2006 was de eerste workshop in Houten. Het was een opmerkelijke novemberdag – buiten steeg het kwik tot 17

*Speciaal voor de workshop is
het op deze novemberdag 17 graden...*

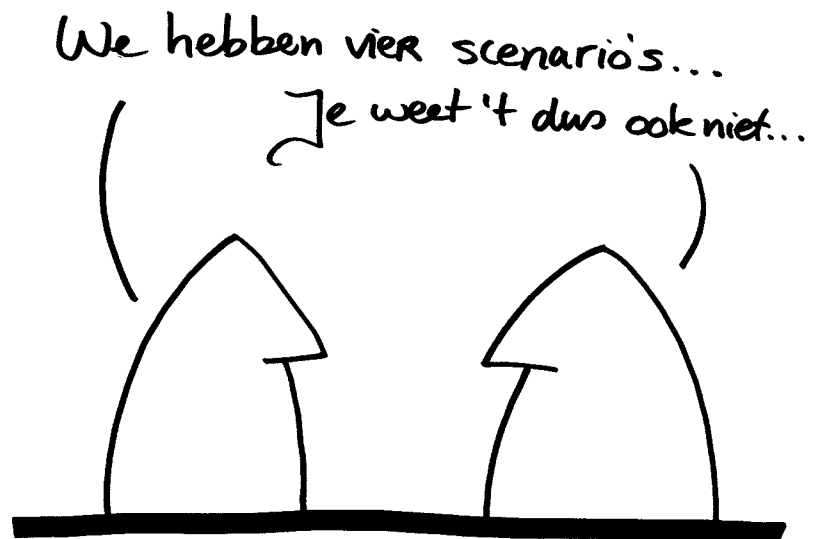


graden en uiteindelijk zou november 2006 de geschiedenis ingaan als de warmste novembermaand in 300 jaar.

Binnen is genoeg stof voor een geanimeerde discussie onder leiding van NOS-weervrouw drs. Marjon de Hond. De aanwezige specialisten zijn Dr. Frans Bunnik (TNO), Prof.dr. Henry Hooghiemstra (UvA), Prof.dr.ir. Wim van der Putten (NIOO), Dr. Appy Sluijs (UU), Prof. dr.ir. Nick van de Giesen (TU Delft), Dr. Laure Itard (TU Delft), Dr. Frans Vera (SBB), Dr. Ko van Huissteden (VU), Prof.dr. Harry Priem (Artis Geologisch Museum) en Ir. Noud te Riele (Stormm cs). In multidisciplinaire groepjes, begeleid door medewerkers van InnovatieNetwerk, verkennen ze de vier verschillende scenario's:

'Warm & Droog' – 'Warm & Nat' – 'Koud & Droog' – 'Koud & Nat'

Centraal staat de vraag welke kansen en problemen klimaatverandering oproept.



Terwijl de deelnemers discussiëren, leggen sneltekenares Esther Mosselman van ontwerpbureau Zwaar Water en archeologisch illustrator Kelvin Wilson elk op hun eigen onnavolgbare wijze hun impressies vast.

Dit is het verslag van de eerste workshop.

Volgende werkgroepen zullen zich buigen over de vraag of er wellicht oplossingen bestaan die onder alle denkbare omstandigheden goed uitpakken. Na afronding van de eerste oriënterende fase van het concept 'Klimaatkeuken EU' zal een eindrapportage volgen.

4.2

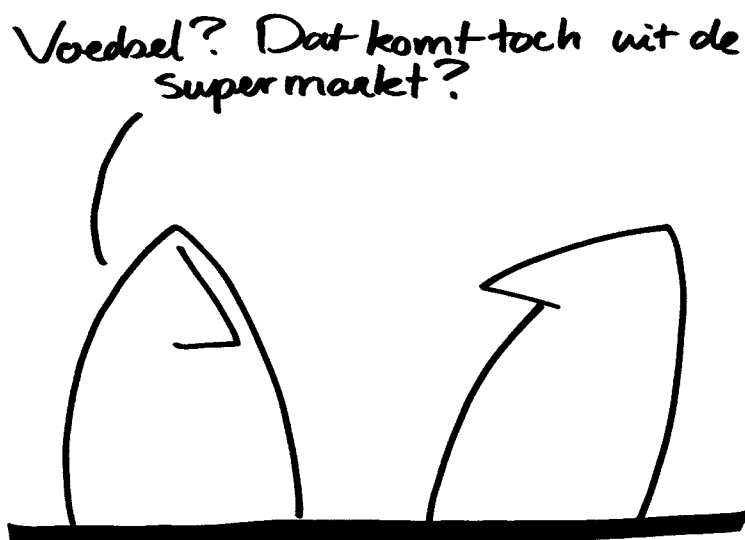
Eten & Wonen in een steeds veranderend klimaat

'Klimaatkeuken EU' wil de problematiek met een open blik benaderen. Wie zich verdiept in kwesties rond klimaatverandering, raakt al snel verzeild in diepgravende wetenschappelijke discussies boordevol kansberekeningen.



Het is niet de bedoeling om dergelijke discussies binnen 'Klimaatkeuken EU' nog eens over te doen en voor allerlei extreme scenario's vast te stellen hoe waarschijnlijk ze nu precies zijn.

Het gaat om de effecten van de klimaatverandering op onze leefomgeving, over de mogelijke gevolgen voor onze voedsel- en energievoorziening en ons ruimtegebruik. En over de vraag of daarvoor actie moet worden ondernomen. Kunnen we hier straks nog wonen? En graan verbouwen?



4.3 Het gebruik van scenario's

De geschiedenis laat zien dat het klimaat voortdurend verandert en zich lastig laat voorspellen. Daarom werkt 'Klimaatkeuken EU' met uiteenlopende scenario's.

Die **onzekerheid** over wat het klimaat in de komende decennia gaat doen, is een essentieel uitgangspunt. Elk type klimaatverandering kun je opvatten als een scenario: een **verhaal** over hoe het klimaat kan veranderen.



De neiging om scenario's te bezien in termen van waarschijnlijkheid en voorspelbare waarde is altijd groot. Maar daarmee hebben scenario's niets te maken. Scenario's gaan primair over **de kwaliteit van ons denken over verschijnselen**: laten we de gedachte toe dat dingen anders kunnen gaan dan we verwachten? Zijn we bereid om ons te verdiepen in het onzekere, in verschijnselen die we maar ten dele kunnen benaderen, die we niet kunnen voorspellen, waar we onvoldoende onomstotelijke feiten en bewezen mechanismen over hebben?

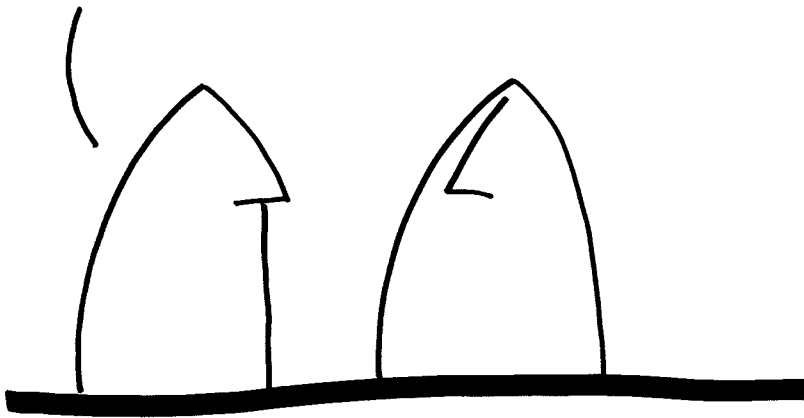


In het bedrijfsleven is het scenariodenken in zwang geraakt nadat keer op keer was gebleken hoe riskant het is om beslissingen te baseren op al dan niet expliciet gemaakte verwachtingen. Wie juist wél kijkt naar het onverwachte, krijgt niet alleen beter zicht op zijn achilleshiel, maar óók op interessante marktmogelijkheden. De scenario's die ons voor ogen staan, moeten leiden tot een toekomstvisie op voedselvoorziening en grondgebruik in Noordwest-Europa in een veranderend klimaat. Vervolgens kunnen we oplossingsrichtingen zoeken om ongewenste effecten tegen te gaan, en gewenste effecten goed te benutten.

Scenariobouw betekent in de eerste plaats een heldere beslisvraag stellen: Hoe kunnen we anticiperen of reageren op effecten die extreme klimaatveranderingen kunnen hebben op de voedselvoorziening en het grondgebruik in Noordwest-Europa? Vervolgens moeten de kernonzekerheden scherp geïdentificeerd worden. Dit zijn de variabelen die én een grote relevantie hebben voor de beslisvraag, én onzeker van aard zijn, én onderling voldoende onafhankelijk zijn.

'Klimaatkeuken EU' heeft gekozen voor twee kernvariabelen: temperatuur en neerslag. Deze twee variabelen kun je uitzetten in een assenstelsel. Elk kwadrant is een scenario. Zou men nog een derde variabele, zoals licht, in het model betrekken, dan moet je met een 3D-assenstelsel van acht kwadranten gaan werken. Dat maakt het verhaal interessanter, maar ook erg ingewikkeld. Om pragmatische redenen is daarvan afgezien.

*Eén ding is zeker met klimaatmodellen,
en dat is dat ze onzeker zijn...*



4.4 Denkkader

De groepen zijn zo ingedeeld dat ze waar mogelijk een klimatoloog, een ecooloog én een ruimtelijk expert tellen. Voordat de groepen daadwerkelijk aan de slag gaan, zwengelt de Amsterdamse hoogleraar paleo-ecologie Henry Hooghiemstra een discussie aan over de vraag hoe theoretisch of realistisch de deelnemers straks moeten zijn.



Het lijkt hem bijvoorbeeld onwaarschijnlijk dat het warme, natte milieu van het Amazonebekken zich daadwerkelijk naar Nederland zou verplaatsen. Afgesproken wordt om het debat zoveel mogelijk praktisch en praktijkgericht te houden. We gaan het niet hebben over de vraag hoe waarschijnlijk de scenario's zijn, maar vooral over hun gevolgen.

4.5 Scenario 'Warm & Nat'

Eerst een paar kanttekeningen.

Klimaatveranderingen zijn niets nieuws. Historici hebben wel gesuggereerd dat ons klimaat in de Romeinse tijd misschien een stuk warmer was dan nu. Wellicht zijn de Romeinen al omstreeks 275 na Christus uit onze streken weggetrokken, omdat het klimaat koeler en natter werd en de oogsten begonnen te mislukken. Zeker is dit echter niet.



Uit reconstructies van de vroegere loop van onze grote rivieren blijkt dat er de afgelopen 10.000 jaar, toen de rivieren nog niet beïnvloed werden door de mens, duidelijke schommelingen in de rivierdynamiek

optraden. Bij de overstromingen van de Maas in dit natuurlijke landschap, dat in de Bronstijd nog voor 90 procent bebost was, lijkt zich een periodiciteit van zo'n 200 jaar af te tekenen.

Het historische klimaat valt te reconstrueren aan de hand van bijvoorbeeld fossiele stuifmeelkorrels, als indicatie van de toenmalige plantengroei. Je zult alleen nooit exact kunnen achterhalen of het bijvoorbeeld op 3 december 2000 vóór Christus regende.

In de moderne tijd valt de rivierdynamiek weliswaar nauwkeurig te beschrijven, maar is het juist weer lastig om de natuurlijke schommelingen te onderscheiden van de schommelingen die door menselijk handelen zijn veroorzaakt.

Overigens hoeven de grillen van het weer nog niets te zeggen over een structurele klimaatverandering. Terwijl Nederland in 2006 een extreem warme novembermaand beleeft, zien de Australiërs aan het begin van hun zomer van datzelfde jaar nog sneeuwbuien langskomen.



Gemiddelde waarden van bijvoorbeeld temperatuur of neerslag zijn minder interessant dan de extreme waarden. Ter illustratie: een klimaat waar het 's zomers 30 graden is en 's winters minus 10 heeft dezelfde gemiddelde temperatuur als een klimaat waar het 's zomers plus 12 en 's winters plus 8 graden is, terwijl dit toch duidelijk twee heel verschillende klimaten zullen zijn, met grote consequenties voor landbouw en ruimtegebruik.

Seizoenaliteit is een belangrijk aspect van de klimaatdiscussie. Als het straks in Europa tien dagen eerder lente wordt, zal de bonte vliegenvanger misschien ook eerder terugkeren uit Afrika en dan zijn er misschien nog niet genoeg rupsen voor de jonge vogels. Zelfs wanneer vogels én insecten zich zouden aanpassen aan temperatuurverandering, dan nog blijft de daglengte onveranderd, hetgeen verdere aanpassing kan bemoeilijken. Subtiële mechanismen in de natuur raken ontregeld.

Wellicht zullen mét de plantengroei ook de planteneters veranderen. Hoe extreem moet het klimaat worden voordat de graanteelt uit Frankrijk zal verdwijnen?



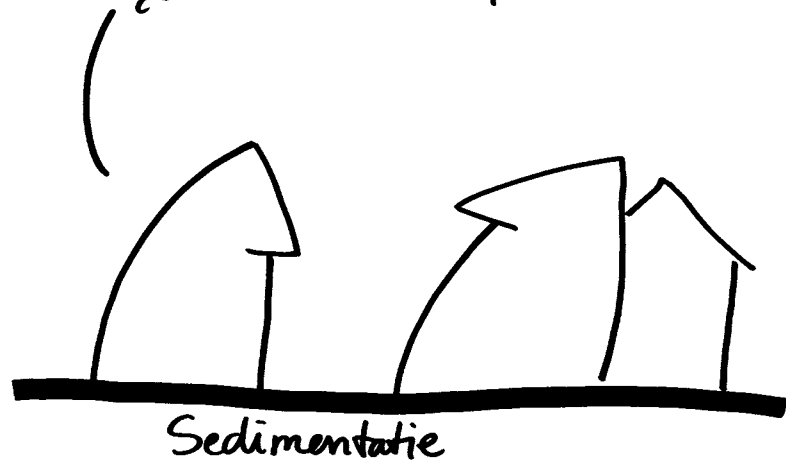
In een broeierig klimaat zullen meer ziekten en plagen opduiken, en bij een hoge grondwaterstand zullen de wortels weggroten. Het maakt een groot verschil of de regen het hele jaar door zal vallen of zal worden afgewisseld door langdurige droge perioden.

In de natuur gelden de laagste temperatuur in de koudste maand en de lengte van een droogteperiode als grootste *killing factors*.

Zowel voor de landbouw als voor de natuur zijn de hoeveelheid vocht, de laagste temperatuur in de koudste maand, de temperatuursom in het voorjaar en het aantal 'groeidagen' de belangrijkste klimaatvariabelen.

In een warmer, natter klimaat zal de zeespiegel misschien wel vijf meter stijgen, net als 20.000 jaar geleden in een nogal warm uitvalven tussen-ijstijd.

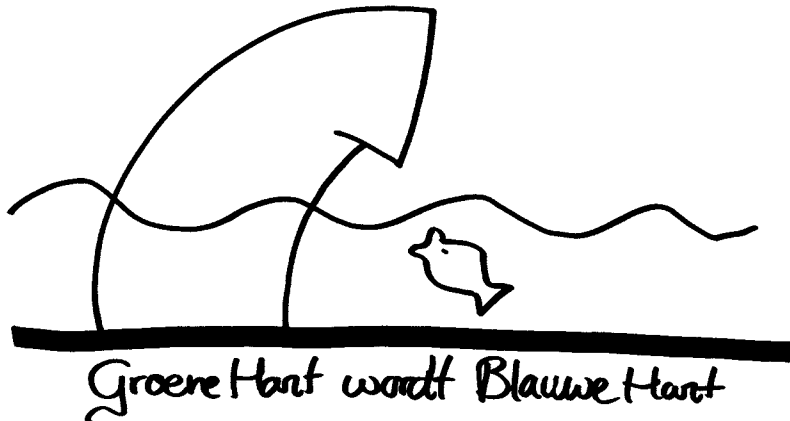
We laten het hier even overstromen, dan hoeft 't weer wat op...



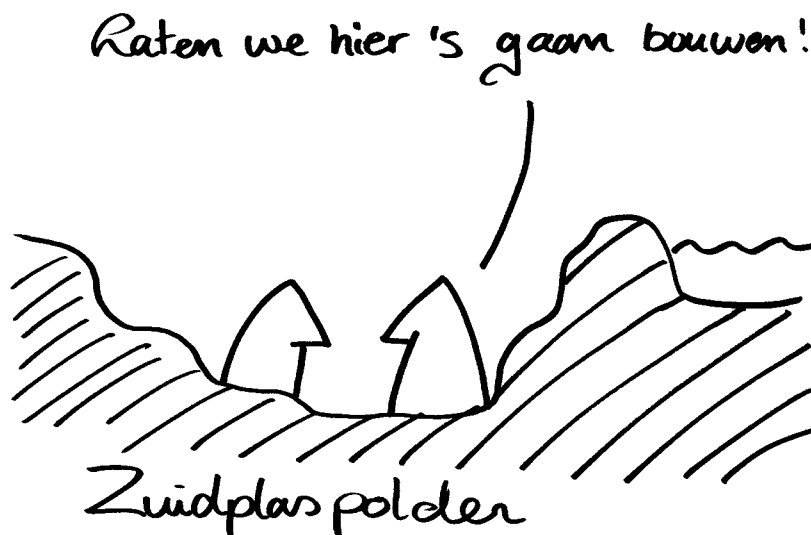
Nu onze rivieren bedijkt zijn, slibt het land niet meer op. Het veen, dat ontwaterd is, klinkt in en groeit niet meer aan. Als de zeespiegel stijgt, zouden we snel de rivierdijken moeten doorsteken en de rivieren meer ruimte geven. Maar dat is in ons dichtbevolkte land nauwelijks meer mogelijk. We zouden een Mesopotamisch landschap moeten

inrichten met irrigatiekanalen en sedimentatiepolders waarin het rivierslib zich kan ophopen, zodat het niet onbenut naar zee wegstroomt. Als zo'n sedimentatiepolder hoog genoeg is opgeslibd, kun je daar gaan wonen.

Als de zeespiegel stijgt, moeten we meebewegen met de zee, zoals bepleit door het Wereld Natuur Fonds. De Randstad wordt een eiland. De rest van Laag Nederland kan overstromen en sedimenteren. Er moeten geotechnische oplossingen komen voor het inklinken van de veenpakketten. Het Groene Hart wordt het Blauwe Hart of Moerashart.



Het wordt een sawalandschap, waar je net als in de Povelakte, rijst of suikerriet kunt verbouwen. Dan slijbt het land door sedimentatie weer op en hebben we geen last meer van inklinking van de bodem.



Verdere plannen met de diepe Zuidplaspolder zijn gedoemd te mislukken. Misschien is de Randstad wel ten dode opgeschreven.

De bevolking zal krimpen. Er zal minder ruimte zijn om voedsel te verbouwen.

Het groeiseizoen voor de landbouw zal, net als nu in Midden-Frankrijk, kort maar hevig zijn. We zullen andere gewassen verbouwen, zoals rijst, katoen en fruit. Kassen houden bestaansrecht.



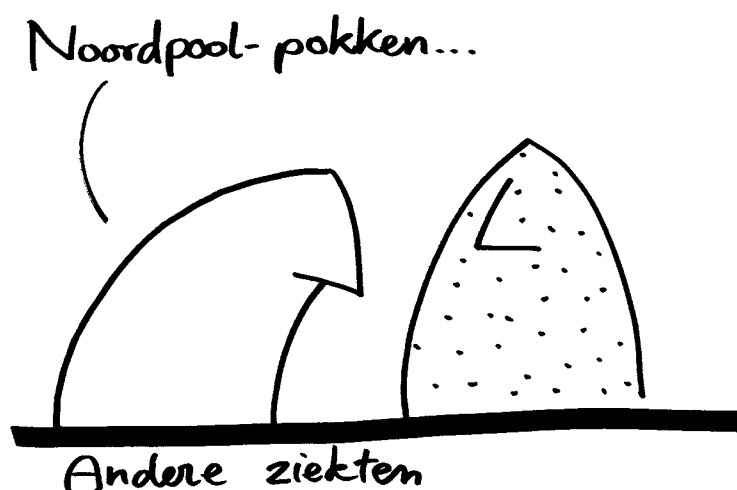
Misschien brengt het overschakelen op andere gewassen een hele ommezwaai mee, met tal van technologische aanpassingen, ook in de toeleverende en verwerkende industrie. Aan de andere kant leert de ervaring dat nieuwe gewassen, zoals destijds de snijmaïs, soms verrassend snel het land veroveren.



Als het klimaat in de toekomst warmer wordt, zullen steeds meer exotische organismen uit het mediterrane gebied hun opwachting maken, in navolging van de eikenprocessierups en de paardenkastanjemineermot. Mogelijk zal dat tot nieuwe ziekten en plagen leiden.

Maar als ook hun natuurlijke vijanden mee naar het noorden reizen, zal vanzelf een nieuw biologisch evenwicht ontstaan. De ernst van nieuwe ziekten en plagen is dan ook moeilijk voorspelbaar.

Een subtropisch insect kan zich in een warmer Nederland heel prettig voelen en misschien zullen de druiven hier straks prachtig groeien, maar met één nachtvorstje is het gedaan. Het succes van de gewasbe-



scherming zal ook afhangen van de vraag in hoeverre gewassen zich zullen kunnen aanpassen aan klimaat- en weersveranderingen.

Hoe zullen de seizoenen er straks uitzien? Zijn vooral de zomers in het scenario 'Warm& Nat' straks warmer en de winters natter? Of worden alle seizoenen warmer en natter? Dat maakt nogal een verschil. Naarmate extreme periodes langer aanhouden, zijn grotere aanpassingen nodig.



Als het drie weken droog is, gevolgd door een plensbui, kunnen veel landbouwgewassen dat wel aan. Blijft het echter zes weken droog, dan zullen er beregeningsinstallaties moeten komen.



Als er berekend moet worden, zal daarvoor ook nog genoeg water beschikbaar moeten zijn. Als in een warmer klimaat de gletsjers smelten, verandert de Rijn steeds meer in een regenrivier. Als de rivieren in het voorjaar laag staan, zal er dan nog genoeg (industriële) koelwater beschikbaar zijn?

Mensen zullen meer airco's willen; dat vraagt om meer energie maar ook koeling – en dat is nu juist een probleem, omdat het rivierwater steeds warmer en schaarser wordt.

Van belang voor de infrastructuur is niet zozeer dat het warmer wordt, maar vooral dat het natter wordt. De waterhuishouding verandert. De bodem blijft zakken. Oude waterlopen worden hersteld. In het rivierbeheer moeten het 'badkuipdenken' worden doorbroken. Waterkeringen worden gekoppeld aan weersinvloeden; we denken niet langer alleen in termen van 'sterkte'.



We gaan wonen in een koloniale stijl, met grote, schaduwrijke veranda's. Er zal meer bos komen. Bossen zorgen voor een betere waterhuishouding. Wellicht zullen we dan ook meer energie uit biomassa halen. Misschien krijgen we palmolieplantages. Zonne-energie zal heel aantrekkelijk worden. Bij een warm, nat klimaat zullen broekbossen het goed doen. Daarmee neemt ook het risico op (malaria)muggen toe. Ons landschap zou gaan lijken op de Everglades – waar veel meer tropische ziekten heersen.

4.6

Scenario 'Warm & Droog'

Over het klimaat in de afgelopen pakweg 60 miljoen jaar is vrij veel bekend. De broeikasgasconcentraties die we eind volgende eeuw zullen bereiken, zijn de afgelopen 30 of 40 miljoen jaar nog nooit zo hoog geweest.

Tussen 2150 en 2190 zullen we vier maal de pre-industriële CO₂-waarde bereiken, zo voorspelt het IPCC. Binnen een eeuw kan het dan zo'n 2 tot 6 graden warmer worden. In 1920 had je op de Rijn gemiddeld nog 19 ijsdagen, nu helemaal niet meer. Uitgaande van de huidige CO₂-concentraties en de verwachte stijging daarvan zal de temperatuur in een paar duizend jaar gemiddeld met wel zo'n 15 tot 16 graden kunnen stijgen. Wie weet zullen er op den duur – net als in het Eoceen, 35 tot 40 miljoen jaar geleden – weer rendieren en krokodillen op Antarctica rondlopen.



Als al het landijs smelt, zou de zeespiegel gigantisch stijgen. De ijskappen van Antarctica, Groenland en al het resterende landijs (zoals de gletsjers in Alaska, Canada, de Himalaya en op IJsland) bevatten in totaal momenteel bijna 29 miljoen kubieke kilometer zoet water:

1 kubieke kilometer is
1.000.000.000.000 liter water

Als al het ijs op Antarctica zou smelten, geeft dit potentieel 61 meter zeespiegelstijging.

Het smelten van de ijskap op Groenland zou goed zijn voor 7 meter zeespiegelstijging en voor het overige landijs komt daar nog een halve meter zeespiegelstijging bij.

Al dit landijs kan niet in korte tijd smelten. Maar ook het langzaam en gedeeltelijk smelten van ijskappen kan een aanzienlijke zeespiegelstijging tot gevolg hebben.



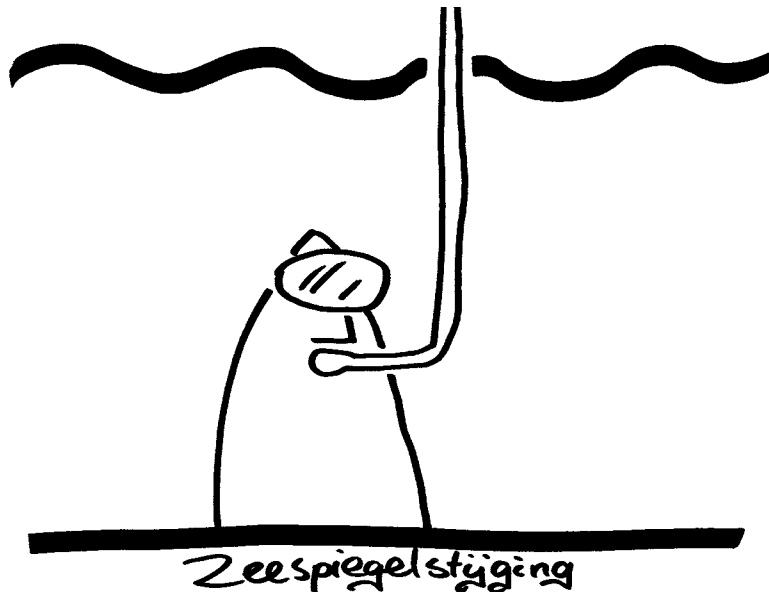
Kijken we naar het verleden, dan is een combinatie van warm & droog niet erg waarschijnlijk; warm en nat passen beter bij elkaar. De klimaatmodellen zijn niet geschikt voor de lange termijnen die 'Klimaatkeuken EU' in gedachten heeft. "Wat voor termijn houdt 'Klimaatkeuken EU' aan?", vraagt Wim van der Putten. Om de discussie te structureren, neemt de werkgroep de hete, droge zomer van 2003 als uitgangspunt. Net als in de vorige werkgroep wordt ook hier als belangrijkste vraag opgeworpen of de extremen door het jaar heen al of niet toenemen – dit was in het jaar 2003 duidelijk wél het geval. Over 20 jaar zal ons land nog goed bewoonbaar zijn, over 100 jaar zal het een stuk moeilijker worden. En als het langer dan een paar weken 40 graden blijft, gaan veel gewassen dood. Ook in het verleden zijn er, vooral in de tropen, perioden geweest waarin het klimaat te warm was voor plantengroei.

Overigens wordt hierbij aangetekend dat het maatschappelijk draagvlak voor de Nederlandse landbouw sowieso niet meer zo groot is: er stroomt veel subsidiegeld heen en er is veel negatieve berichtgeving over. Het idee dat Nederland zelfvoorzienend zou moeten zijn, spreekt de deelnemers niet erg aan. Als we al over een eigen voedselvoorziening praten, dan liever in EU-verband. Bovendien: voedsel wordt jaar in, jaar uit almaar goedkoper. Wie geld wil verdienen, kan zijn geluk beter in een andere sector beproeven.



Een belangrijke vraag is welke investeringen we op korte termijn al bereid zijn te plegen. Bij het huidige waterbeheer wordt maar zo'n 90 euro per persoon per jaar uitgegeven om droge voeten te houden en de waterkwaliteit op peil te houden.

Men zal dus nog niet bereid zijn tot grote uitgaven voor aanpassingen aan een toekomstige klimaatverandering ("Want nu lukt het toch ook?"). "*In the long term we are all dead*", zei Henry Ford altijd. Of moeten we ons hier tóch al druk over maken? Je hoort al wel beweren dat bedrijven minder bereid zijn om in de regio Rotterdam te investeren uit bezorgdheid over de zeespiegelstijging.



Negatieve effecten:

- Mensen dood door de hittegolf (denk aan bejaarden in Parijs).
- Bosbranden.
- Te weinig koelwater door lage waterstanden in de rivieren en opwarming van rivierwater.
- Afschuiven van veendijken.
- Verzilting (o.a. in de Haarlemmermeer).
- Extra inklinking van het veenpakket.
- Landijs gaat smelten => zeewater stijgt => probleem.
- Rijkswaterstaat zegt zo'n 5 meter zeespiegelrijzing aan te kunnen; als de ijskap van Groenland smelt, gaat de zeespiegel echter wel 7 meter extra omhoog.
- Andere ruimtelijke inrichting van Nederland. Verhuis je de Randstad naar het oosten?
- Migratie van sprinkhanen en andere plaagbeesten naar onze regio.



Als enige positieve effect:

- Kansen voor recreatie en toerisme.

Oplossingen:

- Drijvende steden.
- Drijvende wegen.
- Huizen die op de begane grond waterproof zijn (dus bijvoorbeeld elektrische installaties pas op de eerste verdieping).
- Wonen op terpen.
- Andere gewassen verbouwen (bijv. zoutminnende gewassen zoals zee kraal, of tomaten in de winter). 's Zomers zullen er geen kassen meer nodig zijn, want de gewassen zouden verbranden en de kas zou te heet zijn om er in te werken.
- Viskweek in het Groene Hart.

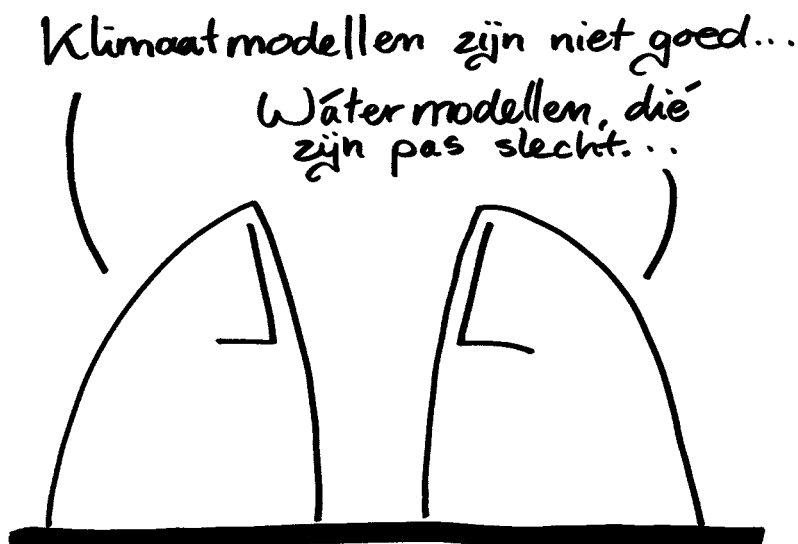
Wat (niet) doen?

- Je moet, in brede zin, robuust ontwerpen (bijvoorbeeld grote infrastructuurle werken zodanig ontwerpen dat deze bij elk scenario passen).
- Zoek oplossingen die voor de lange termijn goed zijn, maar die ook op korte termijn al geld opbrengen. Denk bijvoorbeeld na over alternatieven voor de huidige olie-economie, en isoleer huizen beter (wat zowel bij kou als hitte prettig is). Je moet het zoeken in technologische innovaties, in kennis die ook goed te exporteren valt.
- Investeer niet in schaatsfabrieken.
- Bouw geen vliegvelden in zee, want die staan straks onder water.

4.7

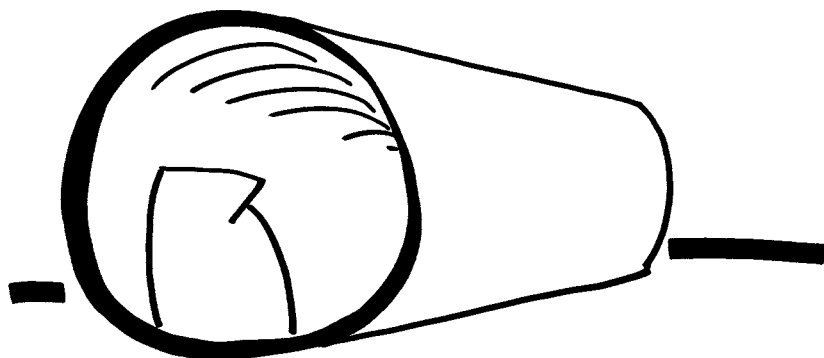
Scenario 'Koud en Nat'

Koud en nat in de winter lijkt een rare combinatie. Het wordt 's winters pas koud als het helder is. Koud en nat zal het dus vooral in de zomer zijn. Misschien zal het ook 's winters extreem koud en nat zijn. Om de gedachten te bepalen, zijn maart 2005 en maart 2006 hier als referentie gebruikt. Toen was het koud en viel er veel sneeuw, die in korte tijd weer was weggedood. Dergelijke extremen zorgen voor problemen.



De veenvorming in West-Nederland zal weer op gang komen. Wellicht zal het landschap onder dichte veendekens bedekt raken en zullen bomen afsterven. Het veen zal een sponswerking bezitten, waardoor zware regenval wordt gedempt. Er zullen veenviertjes ontstaan. Het is de vraag of je die veenvorming door het juiste waterbeheer ook zult kunnen sturen. Bij een oppervlakkige begreppeling kun je wellicht de traditionele boekweitcultuur weer oppakken, gebruikmakend van de mineralen die vrijkomen bij het oxideren van het bovenste, ontwaterde veen.

Voor 's winters zul je voor een enorm goede afwatering moeten zorgen, en de kosten van die waterafvoer nemen flink toe. Ook het spuien van al dat water zal steeds moeilijker worden. Er zullen grote boezems nodig zijn. Die waren er vroeger ook, maar de afgelopen eeuw zijn ze voor andere doeleinden bestemd. Als de grond minder goed ontwaterd wordt, zal de draagkracht verminderen.



Gigantische rioolcapaciteit nodig

In een koud, nat klimaat zal er minder zonlicht zijn. Er zullen gewassen nodig zijn die in korte tijd snel groeien en die goed tegen natte omstandigheden kunnen. Niet alleen de landbouw, maar ook de veeteelt zal waarschijnlijk een stuk moeizamer worden. Op de Shetlandeilanden en de Orkneys zie je het vee op de hellingen lopen, terwijl het water afstroomt, maar in een vlak landschap is de afwatering nu eenmaal een stuk lastiger. Van nature kent een veenlandschap geen grote wilde hoefdieren.

Op de Veluwe zal de grondwaterstand flink stijgen en wellicht zal hier één groot veenlandschap ontstaan. Als het erg koud en nat wordt, zal er bijna niets meer willen groeien.

Vooral in de bebouwde omgeving zullen veel extra kosten moeten worden gemaakt.



Negatieve effecten:

- Ontwrichting van het openbare leven (denk aan mensen die uren vast hebben gezeten op de A50).
- Slecht voor de landbouw.
- Wateroverlast.
- Met name extreme wisselingen van omstandigheden zijn problematisch. Als voorbeeld wordt 1926 genoemd, het jaar met de hoogste waterstand in de Rijn. Er was bevroren grond, daarop viel sneeuw. Vervolgens ging het regenen en kon het water nergens heen.
- Slecht voor de wegen.
- Grote economische schade aan auto's en wegen.
- Het gevoel dat we alles kunnen beheersen, verdwijnt. Het is overigens de vraag of dat werkelijk een nadeel is.
- Fruitbomen zijn, vanwege hun vroege bloei, extreem kwetsbaar voor late nachtvorst.
- Geestelijke gezondheid zal achteruitgaan. Het grijze weer werkt deprimerend: het zogenoemde 'Seattle-effect'.



Oplossingen:

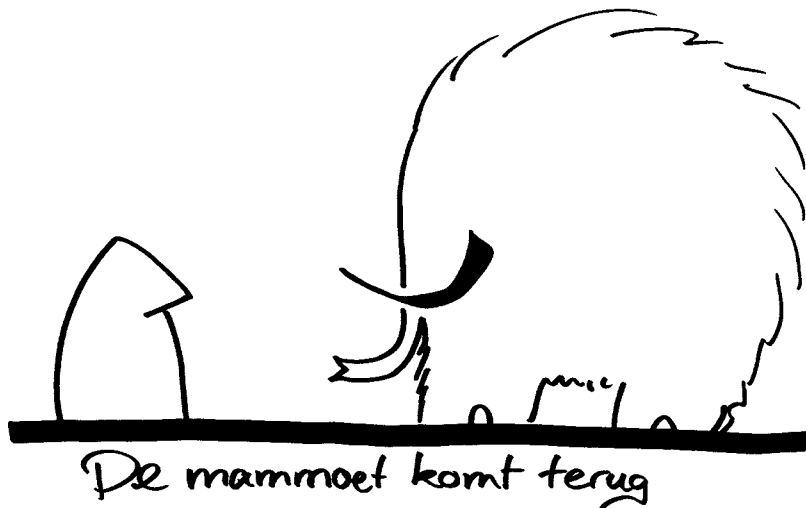
- Langlaufen.
- Er relaxed mee omgaan.
- In plaats van bolle wegen, waardoor het water naar onze huizen stroomt, zouden we holle wegen kunnen aanleggen, waardoor het water wegstroomt van de huizen.
- Waterberging in het stedelijk gebied vergroten.
- Woningen beter isoleren.
- Water meer vasthouden rond huizen. Regenwater helpt trouwens ook om leidingen kalkvrij te houden.
- Kans om veen weer te laten groeien; als we het waterpeil tenminste laten stijgen.

4.8

Scenario 'Koud en Droog'

Over het algemeen valt er weinig positiefs aan dit scenario te ontdekken. Het maakt wel verschil hoe de kou verdeeld is – misschien hoort bij dit scenario wel een uitbundige warme zomer. Na die korte, warme zomer volgt een lange, koude winter.

Een koud en droog klimaat vraagt om een sterk technologiegedreven maatschappij. Kringlopen moeten worden gesloten. Water moet worden vastgehouden. Natuurbeheer zal verdwijnen. Veel land zal niet in cultuur gebracht zijn. Wellicht neemt de kans op bosbranden toe.



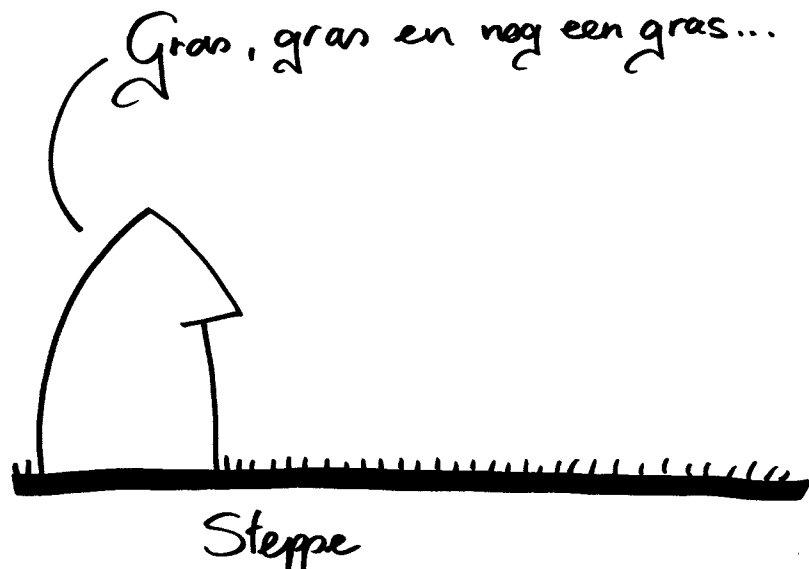
De grote grazers keren terug. Wolharige neushoorns, muskusossen, steppewisentent, holenberen, hyena's en wolven (of hun moderne opvolgers) zullen door de Randstad struinen als het hier weer net zo koud en droog wordt als 10.000 jaar geleden. Het landschap zal bestaan uit zeggemoerassen, veenmossen, grassteppen met kruidachtige vegetaties.

De schaarse bewoners zullen zich in leven houden met rendieren en vis. Vegetariërs zijn verdwenen. Het landschap zal sowieso een stuk

minder dichtbevolkt zijn; veel bewoners trekken weg. Wellicht zullen omvangrijke seizoensmigraties op gang komen. 's Winters zullen veel bewoners naar het zuiden trekken. Misschien gaan we leven als de oude rendierjagers: zuidelijker wonen – noordelijker op vakantie (vergelijk Rondane).

In 80% van het verleden leefden de mensen ook zo.

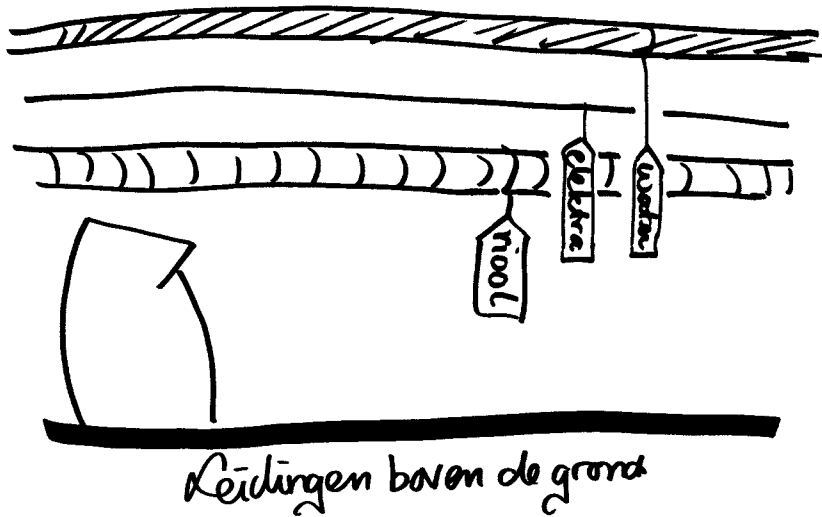
De eindeloze, lege vlaktes doen denken aan Patagonië met haar uitgestrekte kuddes runderen.



Doordat we zoveel vlees eten, zullen we misschien wat agressiever worden – maar in het koudere klimaat zal dat wellicht meevallen. Naast ons vleesmenu zullen we, net als de inwoners van Noorwegen, wilde veenbessen plukken. Hier en daar staat wellicht een armzalig maïsakkertje, net zoals bij de Indianen op de hoogvlaktes van de Andes. De glastuinbouw zal als leverancier van groenten en fruit een sterke positie houden. De landbouw zal weinig voorstellen. We zullen minder exporteren.

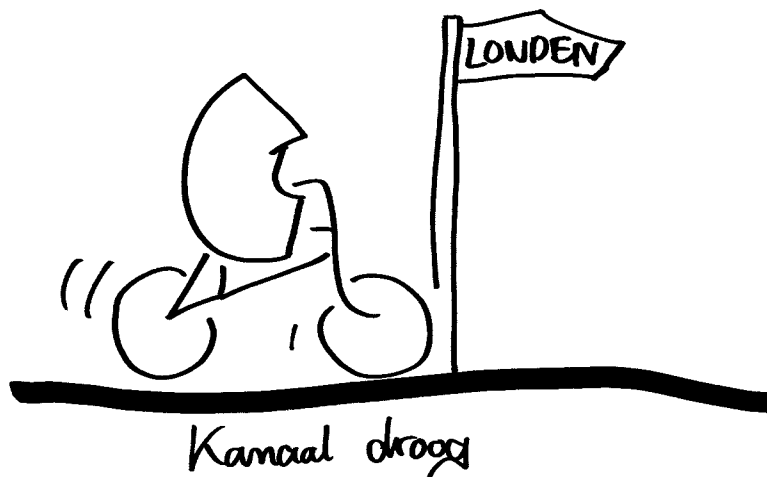
In het droge klimaat zal de watervoorziening – voor drinkwater en landbouw – problematisch worden, net zoals in Anatolië. De rivieren zullen minder snel water afvoeren. Misschien zullen de rivieren droogvallen. Dan leven we straks niet meer in een delta, al zal de grond nog wel een tijdje vruchtbaar blijven. De schaarse neerslag zal waarschijnlijk vaak in de vorm van sneeuw vallen. Alleen in de lente, als de sneeuw smelt, zal er volop water zijn. Dat vele dooiwater kan voor veel overlast zorgen.

De permafrost kan zorgen voor verzakking van de infrastructuur. Het wegenonderhoud zal veel aandacht vragen. Wegenaanleg zal de warmtebalans van de bodem veranderen, waardoor de permafrost smelt en de bodem verzakt – tenzij men speciale maatregelen treft, zoals in Alaska, waar ook alle leidingen bovengronds zijn aangelegd.



In permafrostgebieden vraagt de woningbouw om speciale aanpassingen. Huizen moeten op palen staan, anders zakken ze scheef. Als je de bodem niet koud houdt, gaat deze ontdooien en zullen de bouwsels verzakken. Ook de nieuwe spoorlijn van China naar Tibet is bijvoorbeeld op palen gebouwd.

Ook de zeespiegel zou bij dit scenario kunnen dalen – die was in de laatste IJstijd 60 meter lager dan nu – en daarmee zouden de problemen in de Zuidplaspolder opgelost zijn. Maar dat laten we buiten beschouwing, want volgens afspraak zullen er bij de scenario's maar twee variabelen veranderen en blijft de rest gelijk.



Kenmerkend voor een steppenbodem is dat daarin veel koolstof wordt vastgelegd.

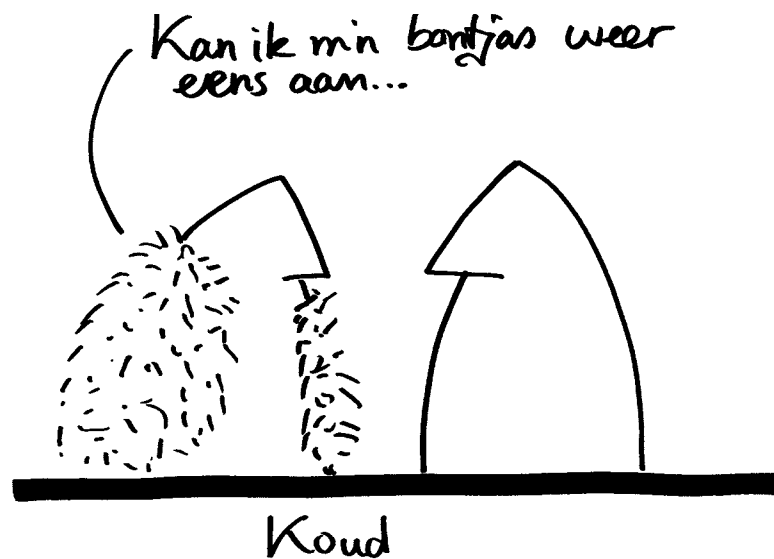
De ruimtelijke ordening zal veranderen. Vermoedelijk zullen de bewoners in nederzettingen bij elkaar kruipen, net zoals in Alaska. Wellicht zullen we, net zoals in Canada hier en daar al het geval is, gaan wonen in overdekte steden.



Andere bewoners zullen juist meer de open ruimte opzoeken. De steden zullen het karakter hebben van *gated communities* – daarbinnen ben je veilig; buiten loeren de gevaren, de woeste struikrovers, de witte wieven. Je kunt straks een Honderdstedentocht schaatsen, maar er staat niemand meer te kijken. De Randstad zal een soort spookstad zijn, een van de weinige toeristische attracties in dit barre steppenklimaat.

Als er meer zon is, zullen we onze energievoorziening veilig kunnen stellen met zonne-energie. Het warmstoken van de huizen zal veel meer energie vragen. Wellicht zullen de bewoners aan het klimaat gewend raken.

Er zijn ooggetuigenverslagen van ontdekkingsreizigers die primitieve volkeren in de vrieskou vrijwel naakt zagen rondlopen. Misschien krijgen mensen in een koud klimaat vanzelf een dikkere onderhuidse vetlaag. We zullen waarschijnlijk vetter gaan eten.



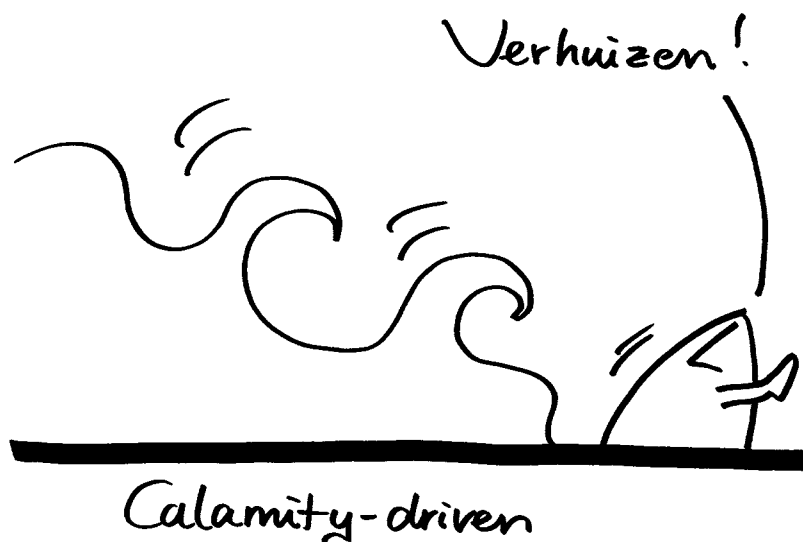
4.9

Enkele conclusies van de workshop

De deelnemers vonden het een interessante ervaring, ook al schort er volgens sommigen nog het een en ander aan de definities.

Opvallend is dat alle scenario's ingrijpende veranderingen voor de voedselvoorziening meebrengen. Om het referentiekader te verbreden en meer zicht op de planologie te krijgen, is het een goed idee om bij de volgende sessies landbouwkundigen en innovatief ingestelde landschapsarchitecten, zoals Dirk Sijmons, uit te nodigen.

Ook onze huizen en steden zullen veranderen. Daarom zou het interessant zijn om daar met sociologen, demografen en psychologen over door te praten. Een 'rampenhoogleraar' zou kunnen bijdragen aan discussies over calamiteitgedreven beleid.



Opmerkelijk is de conclusie dat sommige scenario's veel meer aanpassingen en investeringen zullen vergen dan andere.

Om de verschillende scenario's aan een breder publiek te presenteren, valt bijvoorbeeld te denken aan aansprekende tekenfilmmpjes.

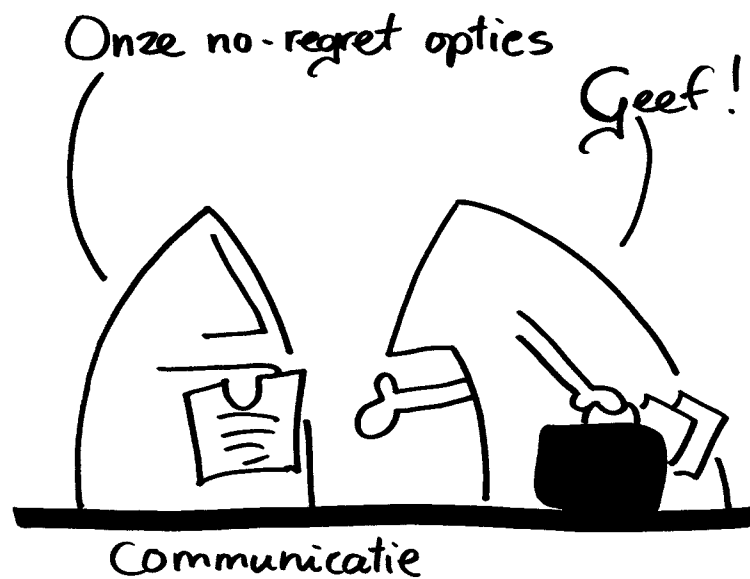
Feit is wel dat je bij het brede publiek met een duidelijke boodschap moet komen: Wat wil je hiermee bereiken? Wat moeten mensen hiermee: de auto vaker laten staan of het huis beter isoleren? De boodschap moet zorgvuldig op de juiste doelgroep worden afgestemd.

Als voorbeeld wordt de aanpak van het Wereld Natuur Fonds genoemd, met aansprekende portretjes van *climate witnesses* uit alle werelddelen.



Het blijft hoe dan ook een ingewikkeld verhaal, temeer omdat de klimaattendensen op korte en lange termijn niet gelijkloend hoeven te zijn. Daarom is het ook juist zo hard nodig om te zoeken naar *no regret*-opties, die altijd goed zijn.

Dat is de beste manier om je voor te bereiden op een toekomst die je niet kent.



5.

Robuuste oplossingen?

5.1 Inleiding

Op 30 januari 2008 vond de tweede workshop van InnovatieNetwerk plaats over de gevolgen en oplossingsrichtingen voor klimaatverandering, bij Mammoni in Utrecht.

Binnen is genoeg stof voor een geanimeerde discussie onder leiding van NOS-weervrouw drs. Marjon de Hond. De aanwezige specialisten zijn Prof. dr. Henry Hooghiemstra (UvA), Dr. Laure Itard (TU Delft), Prof.dr. Harry Priem ((UU, Geol. Museum), Ir. Noud te Riele (Stormm cs), Dr. Michiel Schneijer (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier) , Dr. Frans Bunnik (TNO), Niels van der Gaast (CSO), Prof. dr.ir. Rob van Haren (Kiemkracht), Ir. Alice de Gier (KNAW), Drs. Harm Boomsma, Nelleke Kleijn (KES), George Borgman (Borgman Beheer) en Drs. Jules Hinssen (Telos).

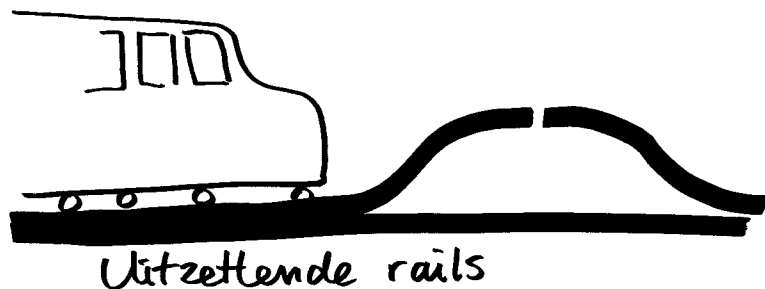
5.2 Robuuste oplossingen

Ons klimaat verandert, maar hoe? Daarover zijn de meningen verdeeld, maar het staat vast dat klimaatveranderingen grote gevolgen hebben. Hoe kunnen wij ons, in Nederland en in de Europese Unie, het best daarop voorbereiden? Op uitnodiging van InnovatieNetwerk bogen deskundigen vanuit diverse disciplines zich samen over bruikbare oplossingen op grond van vier extreme scenario's, namelijk:

De workshop leverde interessante nieuwe gezichtspunten op.

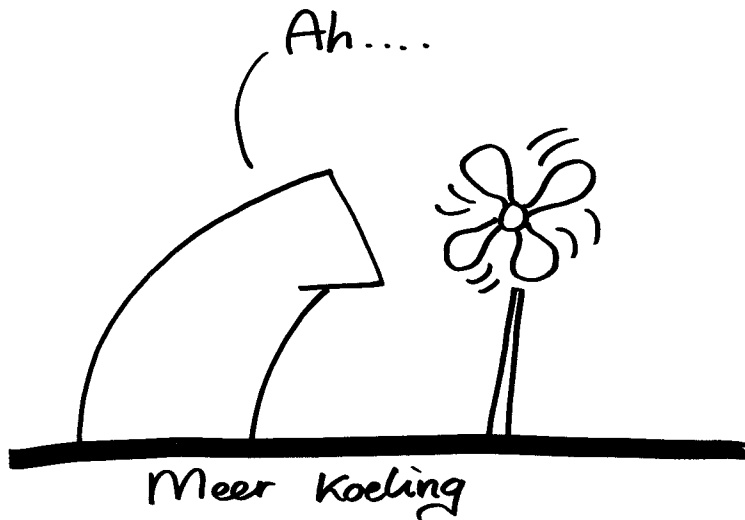
5.3 Elk klimaatscenario heeft zijn eigen problemen

De workshop opent met een korte samenvatting van de voornaamste conclusies van een eerdere workshop van InnovatieNetwerk, gehouden op 16 februari 2006 in Houten. Daar zijn de diverse problemen die aan elk klimaatscenario kleven uitvoerig geïnventariseerd. De resultaten zijn beschreven in een tussentijds verslag.



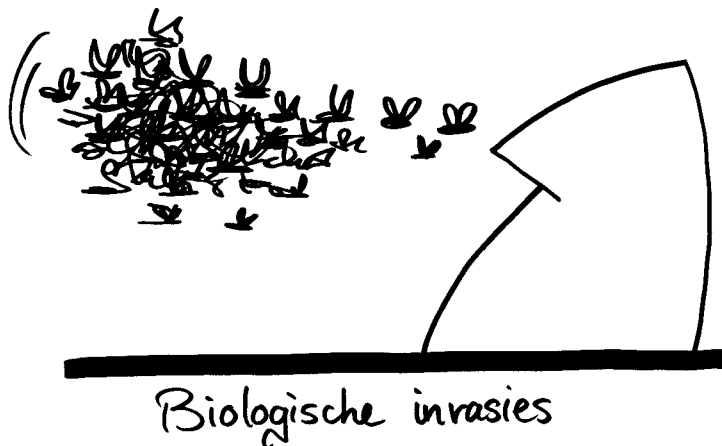
Een **warm en droog** klimaat zal bijvoorbeeld leiden tot zeespiegelrijzing en verzilting, terwijl een **warm en nat** klimaat naast zeespiegelrijzing vanuit het westen, ook hogere rivierafvoeren vanuit het oosten en zuiden meebrengt. Laaggelegen gebieden komen in problemen. Wegen zullen eroderen, bouwmaterialen sneller verslijten, gebouwen zullen meer onderhoud vragen. Er dreigen overstromingen en tsunami's. Ziekten en plagen krijgen in een warmer, natter klimaat meer kans. Door de hoge waterstanden krijgen planten last van rottende wortels.

Droogte daarentegen zal leiden tot schaarste aan drinkwater en watertekorten in de landbouw. De bossen zullen lijden onder bosbranden en toenemende bossterfte. Opwarming van het klimaat leidt tot grote veranderingen in flora en fauna, met toenemende 'bio-invasies' van nieuwe soorten, terwijl andere soorten juist uit ons land zullen verdwijnen.

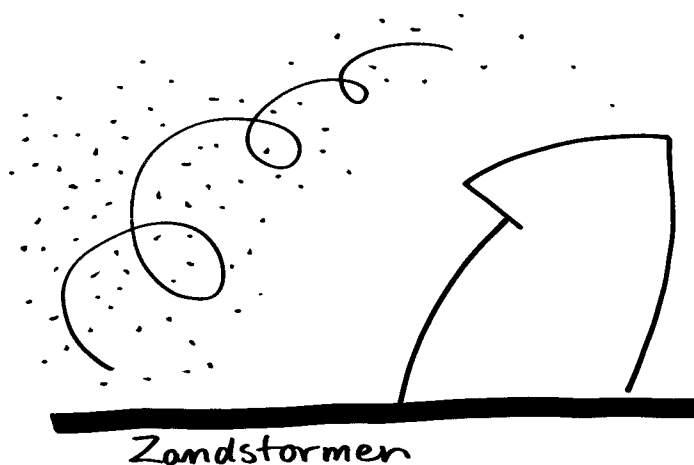


In een warm klimaat zal ook veel meer koeling nodig zijn.

In een **koud en droog** klimaat zal het energieverbruik stijgen en zal de landbouw achteruitgaan. Het landschap zal eentoniger worden en de energiekringloop zal langzamer verlopen.



Ijsdammen in de grote rivieren zorgen voor overstromingen. Mensen komen minder buiten en krijgen meer last van depressies. Men zal veel meer producten moeten importeren. Veel land wordt uit cultuur genomen, rendieren en vis worden belangrijke voedselbronnen. Woningen en infrastructures zullen verzakken door warme leidingen in de koude, bevroren ondergrond. Stofstormen dreigen.



Vermoedelijk het meest deprimerende scenario is volgens de aanwezigen een **koud en nat** klimaat. De kou kan het openbare leven gemakkelijk ontwrichten. Aan bouw en wegenonderhoud worden hoge eisen gesteld. De samenleving wordt minder flexibel. Mensen zullen urenlang op de bevroren wegen in de file staan. Er dreigen energietekorten.



Gewassen zullen minder goed groeien, de fruitteelt wordt kwetsbaar wegens toenemende nachtvorst. Bossen veranderen, dijken kunnen wegglijden.

Ziekten als reuma en griep zullen toenemen, mensen zullen jonger overlijden. Ook geestelijke gezondheidsklachten nemen toe. Veel pensionado's zullen het natte koude land ontvluchten naar zuidelijkere streken; het land raakt ontvolkt.



De arbeidsinzet dreigt een probleem te worden. Het onderhoud van het cultureel erfgoed wordt een knelpunt. Het poldermodel stort ineen.

5.4 Problemen vertalen in kansen

Na deze inventarisatie van problemen in de diverse extreme scenario's staan de deelnemers aan de tweede workshop voor de uitdaging om problemen te vertalen in kansen.

Vanwege de onvoorspelbaarheid van de ontwikkelingen gaat de voorkeur uit naar robuuste systeeminnovaties die in alle denkbare scenario's bruikbaar zijn.



Zo biedt een **Warm en Nat** scenario prachtige kansen voor aantrekkelijke woonmilieus, met drijvende huizen, voorzien van eigen steiger-tjes. Een **Koud en Droog** scenario maakt het extra interessant om goed om te gaan met watertekorten. We zullen het water zo slim mogelijk moeten bergen, het langer vasthouden, nuttig gebruiken en verstandig afvoeren. Als we hiermee een voorsprong opbouwen op onze buurlanden, zullen we die kennis vervolgens ook succesvol kunnen exporteren.

Gespreksleiders bij de diverse scenario's zijn NOS-weervrouw Marjon de Hond (scenario 'Warm & Droog'), Hans Hillebrand van InnovatieNetwerk (scenario 'Warm & Nat'), Paul van Bree van InnovatieNetwerk (scenario 'Koud & Droog') en Henk Huizing van InnovatieNetwerk (scenario 'Koud & Nat').

De regie is in handen van Erik op ten Berg, adviseur van het Centrum voor de Ontwikkeling van het Creatief Denken (COCD). Na enig brainstormen maken de gespreksleiders de balans op.

5.5 Scenario 'Warm & Nat'

In een natter klimaat zullen waterwegen beschouwd worden als hoofdwegen in het transportsysteem, zoals in Giethoorn en Venetië al eeuwenlang praktisch is.



Stadsbewoners zullen zich soepel per kano of gondel door de stad verplaatsen.

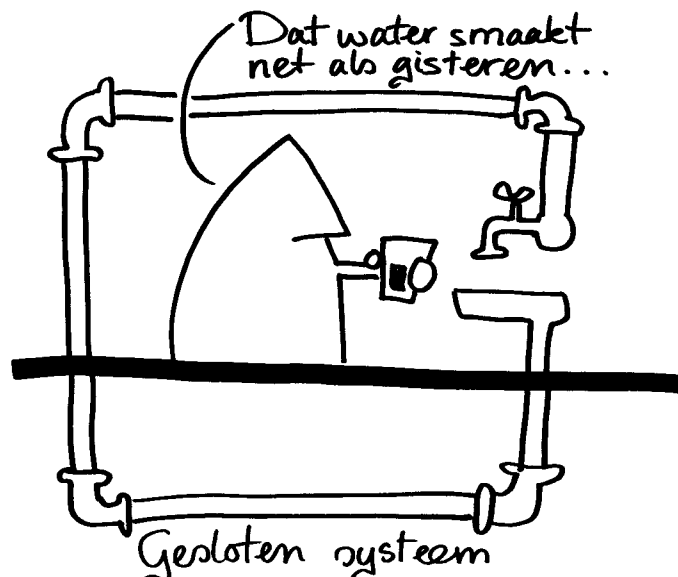
Men richt zich op andere gewassen en ander vee dat beter is aangepast aan het veranderende klimaat. Dit kan een interessante bron van kennisexport worden.

Er liggen interessante kansen voor het koppelen van watertechnische kennis aan hydraulische energie. Veel klimaatvarianten vragen namelijk meer energie, terwijl er in veel scenario's meer water beschikbaar zal komen.

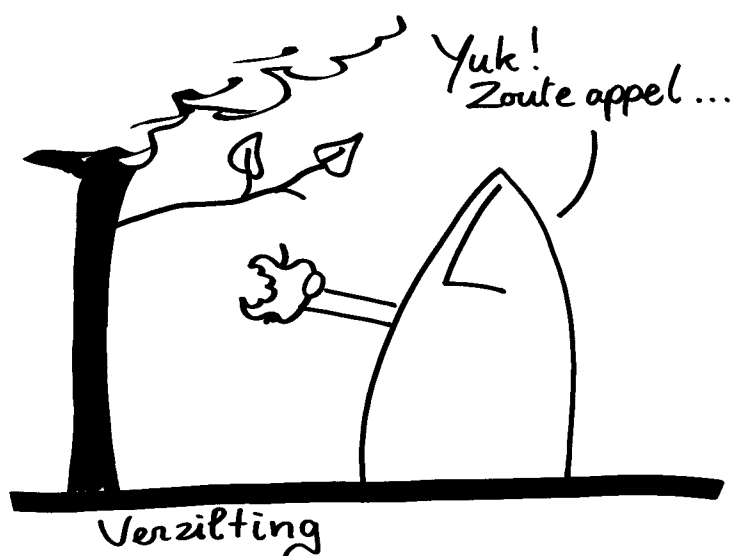
Er zijn allerlei varianten denkbaar om het land op te hogen, bijvoorbeeld in de droogmakerijen. Interessante opties zijn algenkweek voor biobrandstof en viskweek.

5.6 Scenario 'Warm & Droog'

In een warmer, droger klimaat gaat veel aandacht uit naar watertekorten en voedseltekorten. Er zullen gesloten watersystemen nodig zijn.



We zullen andere typen gewassen moeten gaan verbouwen om tekorten aan irrigatiewater het hoofd te bieden. Het veenpakket in West-Nederland zal extra inklinken. Veendijken kunnen door uitdroging instabiel worden, afglijden en bezwijken. Een land als Namibië kan zich gaan richten op 'omgekeerde ontwikkelingshulp' aan West-Europa.



Om de zeespiegelrijzing het hoofd te bieden, kunnen we de kustlijn binnengaats uitbreiden. Ook valt te denken aan de aanleg van kunstgronden voor de kust, al dan niet in drijvende vorm, misschien voorzien van windmolens.

Getijdenrivieren kunnen een oplossing bieden voor de watertekorten. Er moet meer aandacht komen voor gescheiden waterstromen, waarbij het drinkwater van het overige water wordt gescheiden. Waterwinkels gaan een mooie toekomst tegemoet. Water wordt een retailconcept.



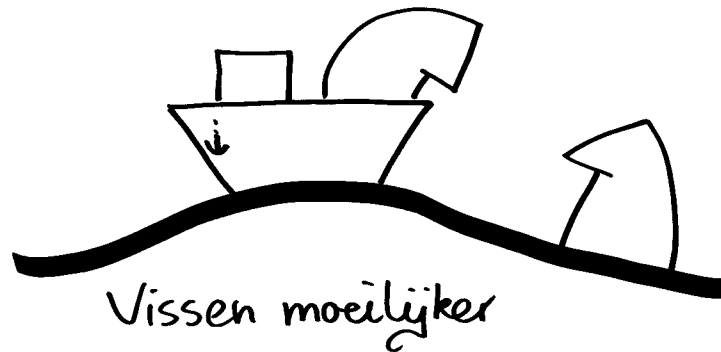
Schorren en slikken kunnen de toenemende verziltting tegengaan. Nieuwe concepten als 'McZeekraal' en 'Krabburger' kunnen in de voedselbehoefte voorzien. Meer bomen kunnen het fijnstof vasthouden.

Een warmer, droger klimaat biedt aantrekkelijke kansen voor recreatie en toerisme. Dan zal er wel meer aanbod moeten komen, anders staan de mensen straks overal voor in de rij.

5.7 Scenario 'Koud & Droog'

In het oog springende aspecten van het koude, droge scenario zijn energie en watervoorziening.

In dit klimaat zal er veel licht zijn. Daarom biedt zonne-energie veel kansen. Ook windenergie is aantrekkelijk.



Mensen zullen meer verspreid gaan wonen, in een stepeachtige omgeving met rondtrekkend vee dat gebruik maakt van wildviaducten.

Als de zeespiegel daalt, zal men minder op palen hoeven te bouwen. 's Zomers zullen we warmte en energie opslaan voor de komende winter, terwijl 's winters ijs kan worden opgeslagen om daar 's zomers mee te koelen. Gesmolten zee-ijs kan een interessante bron van zoetwater zijn. De bodem is permafrost, kassen zullen in de voedselbehoefte voorzien. Er zal veel immigratie vanuit koudere, noordelijke streken zijn.



5.8

Scenario 'Koud & Nat'

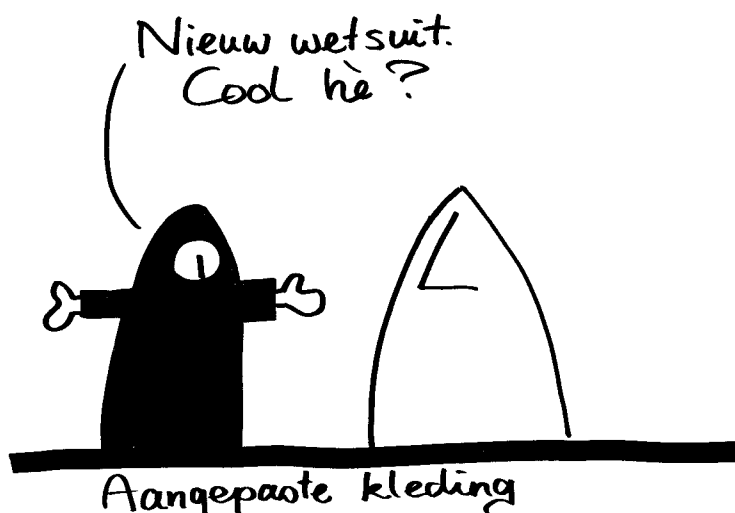
Ook in een kouder, natter scenario zal veel aandacht uitgaan naar energie en waterhuishouding. Aan de afwatering worden hoge eisen gesteld. Afwatering en energiewinning worden gekoppeld.



De geestelijke gezondheid wordt in dit sombere scenario meer op de proef gesteld. Er zijn veel maatregelen nodig om het leven aangenaam te houden, denk bijvoorbeeld aan een optimale lichtvoorziening en meer ondergronds bouwen.

Ook in de kassen zal veel kunstlicht nodig zijn. Een nat, koud klimaat zal leiden tot een bouw golf en een dreigend tekort aan bouwmaterialen. Aan de bouw worden hoge eisen gesteld. We zullen bouwen met klimaatbuffers om ons eigen klimaat om ons heen te creëren.

Een trefwoord is 'autarkisch bouwen'. Mensen zullen overleven in kleine, in zichzelf gekeerde hechte dorpsgemeenschappen, zonder groot beslag op hun omgeving, zoals op de vroegere Limburgse boerderijen. De bevolking zal meer consumeren. De kledingindustrie krijgt nieuwe impulsen. Het *wetsuit-colbert* wordt populair.



Amfibievoertuigen gaan goede diensten bewijzen voor transport over water én land. Gekoeld water wordt een lucratief exportproduct.

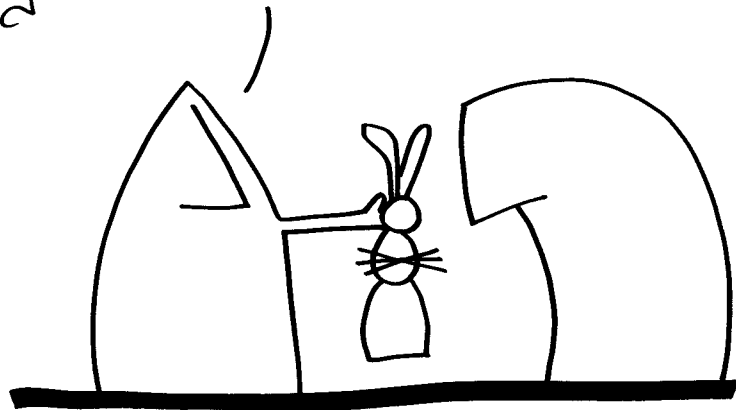
5.9 Konijn met Pruimen

Na deze inventarisaties van problemen en kansen in de diverse scenario's splitsen de deelnemers zich op in groepjes. Elk groepje kiest een van de genoemde probleem uit om te tackelen en in een bruikbare, klimaatbestendige oplossing te vertalen.

Kernvragen voor elk concept zijn:

- Wat wil je concreet aanpakken?
- Waarom is dat interessant?
- Hoe krijg je dat in beweging?

Een idee is een konijn:
goed kruiden!



Men gaat te werk naar analogie van de bereiding van het geliefde Vlaamse recept voor konijn met pruimen. Voor een smakelijk resultaat zijn immers – naast de konijnenbout en de pruimen – ook uien nodig, een paar laurierblaadjes, wellicht wat peperkoek en niet te vergeten jeneverbessen. Juist deze combinatie van ingrediënten zorgt voor een succesvol resultaat. Het integreren van oplossingen uit verschillende scenario's leidt tot de interessantste *no regret*-opties om in te spelen op een veranderend klimaat.

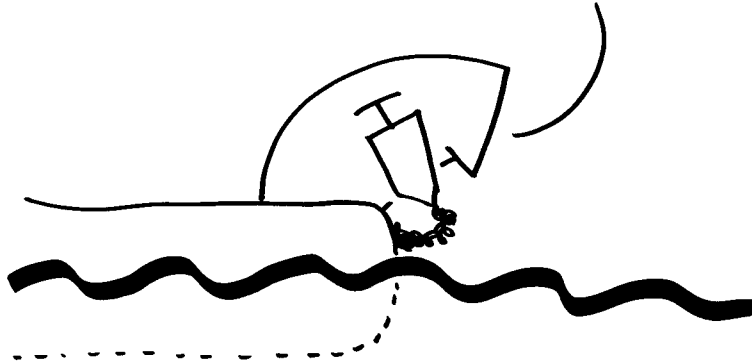
5.10 Drijvend rif van porschuim als oplossing voor een warm klimaat

Door Niels van der Gaast en Rob van Haren

Een warmer, natter klimaat brengt problemen mee zoals zeespiegelrijzing, noodzaak tot betere kustbescherming, dreiging van voedselte-

korten, zoetwatertekorten, energietekorten en woningtekorten. Een deel van deze problemen zal zich ook voordoen in een warm en droog klimaat. Een drijvend rif van licht purschuim-beton is dan ook in meerdere opzichten een interessante oplossing.

Even wat land aanwinnen...



Riffen van purschuim

Het kunstrif wordt een kilometer of verder uit de kust gelegd en gaat op en neer met het tij. Aan het rif kan een getijdencentrale worden gekoppeld om energie op te wekken. Een poreuze, organische uitvoering van de randen van het rif met 'kieuwstructuren' zorgt voor oppervlaktevergroting en betere aanhechtingsmogelijkheden voor schelpdieren. Dat biedt kansen voor de kweek van mosselen. Ook kan het rif dienen als kraamkamer voor vis.

Omdat het rif beweegt, kan het worden gekoppeld aan een getijdencentrale om hydraulische energie op te wekken en aan een waterontziltingsinstallatie om, bijvoorbeeld op basis van membraantechnologie, zout water in zoet water om te zetten. Werknemers op het rif zouden daar ook kunnen wonen. Daarmee kan het rif een functie krijgen als spraakmakend woonmilieu.

Dit plan ontleent zijn charme aan het koppelen van diverse bestaande technologieën tot een integrale oplossing voor een reeks problemen. Het plan past goed in de traditie van Nederlandse wattertechnologie en biedt interessante perspectieven voor kennisexport.

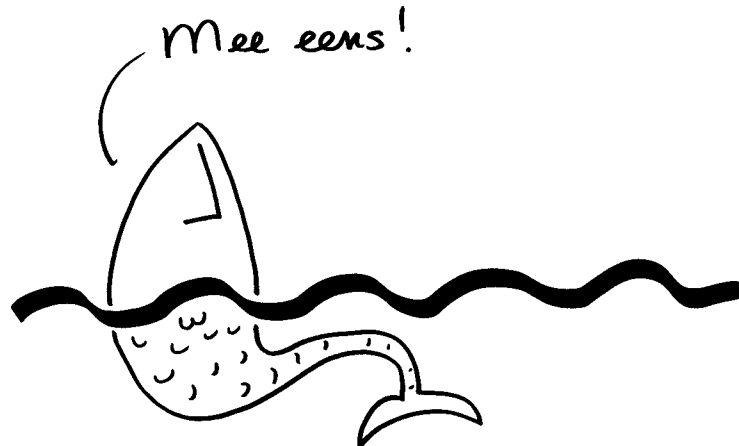
5.11

Recreëren in 'De Waterstad' als oplossing voor een nat klimaat

Door Laure Itard en Alice de Gier

Een nat klimaat betekent meer wateroverlast in de stad. Daarom moet er extra ruimte voor water komen, maar die ruimte is nu eenmaal schaars.

Om van de nood een deugd te maken, zou een stad als Den Haag in een grachtenstad kunnen veranderen. Bestaande grachten kunnen als waterwegen worden benut en op de plaats van de huidige wegen kan men nieuwe grachten als waterwegen graven.



Water als basis voor het bestaan

Als asfaltwegen worden vervangen door waterwegen, komt dat de waterberging ten goede. Er ontstaat meer ruimte voor water. Door niveauverschillen aan te leggen, ontstaan kleine watervalletjes die kunnen bijdragen aan de opwekking van energie. Buitenwijken kunnen drijvend worden uitgevoerd. Hier zal ruimte zijn voor viskweek en zonnepanelen.

Fietspaden kunnen op plankieren worden aangelegd en ook de waterfiets zal goede diensten bewijzen. Het resultaat is een autovrije, klimaatneutrale stad waar het aantrekkelijk recreëren is.



Recreëren in de waterstad

Wateroverlast in de stad is doorgaans lastig op te lossen vanwege de ruimteproblemen.

Sterke punten van dit concept zijn meervoudig ruimtegebruik en het scheppen van meer ruimte door het veranderen van de infrastructuur: door kanalen te graven, kan men wegen in waterwegen veranderen.

Het concept gaat uit van verschillende niveaus voor verschillende functies, waaruit ook de mogelijkheid tot energiewinning volgt. Zuinig ruimtegebruik betekent ook meer hoogbouw in de stad.

5.12 Het telen van andere gewassen in een nat en warm klimaat

Door Harry Priem en Henry Hooghiemstra

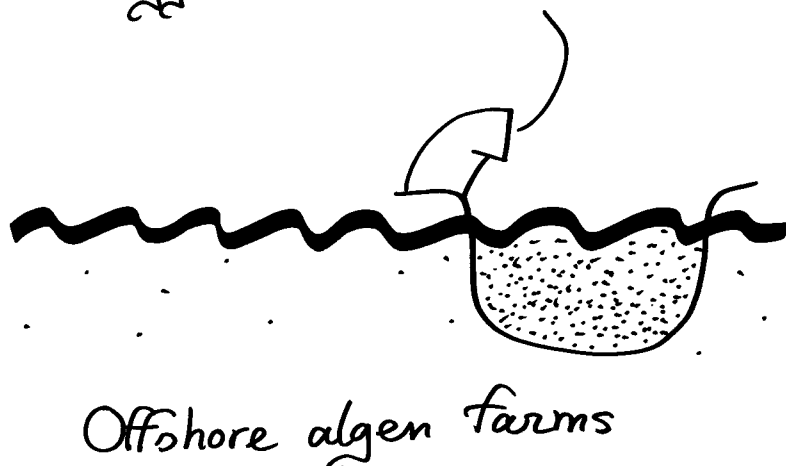
Het kweken van algen in ondiepe kustzeeën kan een antwoord zijn op de schaarste aan fossiele brandstoffen en tegelijkertijd bijdragen aan aanpassing van de landbouw aan een ander klimaat. Daarmee worden twee problemen tegelijk opgelost.



Het eerste probleem is dat de teelt van biomassa, die volgens het huidige beleid een deel van de schaarse fossiele brandstoffen moet vervangen, concurreert met de voedselproductie in de wereld. Het tweede probleem is dat onze huidige landbouw zich in een natter, warmer klimaat behoorlijk zal moeten aanpassen, waarbij veel onderzoek nodig zal zijn om nieuwe gewassen te ontwikkelen. Daarom zullen we nieuwe bronnen van energie en voedsel moeten aanboren.

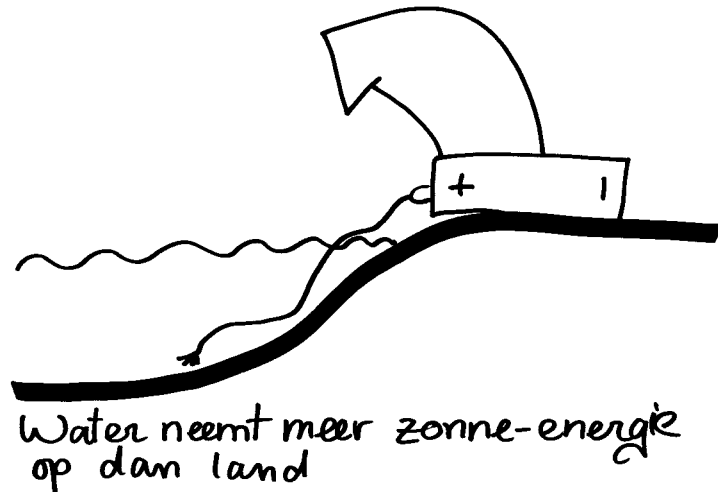
We zouden ondiepe, nu nog weinig gebruikte kustzeeën kunnen benutten voor het inrichten van algenkwekerijen.

Ik krijg het er al warm van...



Een bedrijf als Shell experimenteert al met offshore algenfarms. Je zou in die ondiepe kustmilieus riffen kunnen aanleggen, drijvende woonmilieus inrichten, voedsel produceren, hydraulische energie en windenergie winnen. Zo zou men een heel cluster van geïdentificeerde problemen kunnen oplossen in één elegant nieuw systeem.

In de ondiepe kustzeeën is een groot oppervlak beschikbaar. Bovendien vangt water de zonne-energie beter dan op het land het geval is, zodat de algen sneller zullen groeien. En met nieuwe technologie zal men deze zonne-energie efficiënter kunnen benutten. In een 'Koud en Droog' klimaatscenario is het plan niet bruikbaar, want dan is er te weinig water en te weinig zonne-energie.



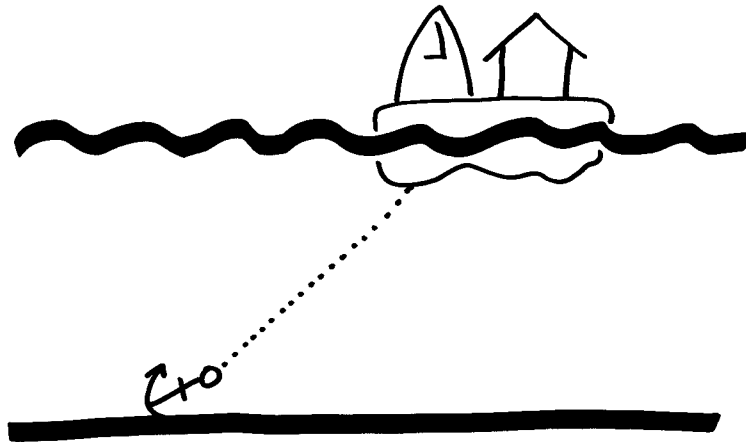
5.13 Floating Communities in een warm en nat klimaat

Door Harm Boomsma en Nelleke Kleijn

In een warm, nat klimaat hebben de rivieren meer ruimte nodig en zal dus minder land beschikbaar zijn. Vandaar het plan om transport en wonen zo veel mogelijk naar het water te verplaatsen. Aangezien er water in overvloed is, terwijl de ruimte op het land beperkt is, ligt wonen en leven op het water voor de hand.



Water wordt de basis van ons bestaan. Waterwegen worden gebruikt voor het transport. Transport per boot zal een grote rol gaan spelen, maar er valt ook te denken aan drijvende wegen die meebewegen met het waterpeil, in sleuven die in het landschap zijn gegraven. Water wordt een bron van voedsel en energie.



Drijvende eilanden

Er komen drijvende eilanden met woongemeenschappen, kweekvijvers voor algen, vis en wieren en helofytenfilters voor de waterzuivering. Als energiebron dienen de getijdenbeweging of hoogteverschillen in het landschap.

De drijvende woongemeenschappen kunnen op allerlei schaalniveaus worden uitgevoerd – van kleinschalige dorpen met een of twee families tot complete drijvende steden zoals Atlantis.



Drijvende wegen

Het idee van Floating Communities sluit aan bij het plan voor de aanleg van drijvende riffen voor de kust en past in hetzelfde klimaat-scenario, namelijk nat en vooral ook warm. In veel warme landen wonen de mensen al op en aan het water. De kracht van dit concept is de omkering van het probleem: in plaats van ons te wapenen tegen het water en het water in te dammen, gaan we het water gebruiken als bestaansbron en drijven we mee op het water.

5.14

De sociale terp als Ark van Noach in een koud en nat klimaat

Door George Borgman, Jules Hinssen en Noud te Riele

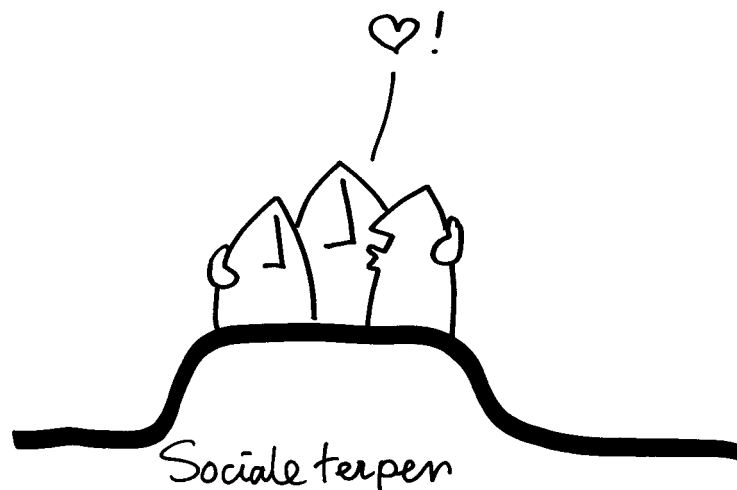
In een nat, koud klimaat dreigt het gevaar dat mensen gedeprimeerd raken. Dit werkt emigratie naar zuidelijke landen (*quest for sunlight*) in de hand.



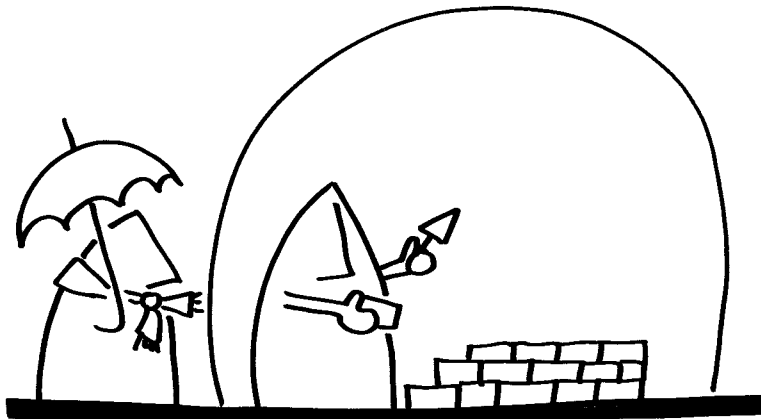
Hiermee dreigen we in een vicieuze cirkel te belanden, want als de mensen depressief worden en het liefst willen verhuizen, blokkeert dat het proces van vernieuwend denken.

Een doorbraak wordt bereikt door te gaan bouwen met klimaatbuffers. Er worden heuvels gebouwd waarin en waarop het prettiger toeven is. Via het concept van 'sociale terpen' met zo'n 1.500 tot 50.000 bewoners kunnen we het gure, natte klimaat buitensluiten.

Binnen zal het er veel gemoedelijker, overzichtelijker, gezonder, behaaglijker en socialer aan toegaan. Op het hoogste niveau van de terp ontstaan autarische woonmilieus, een soort stadstaten, met geklimatiseerde wintertuinen, knusse sauna's, extra warmte en kunstlicht. Een niveau lager wordt gewerkt. Nóg een niveau lager bevinden zich de tunnels voor het vervoer.



Vanuit deze gezellige, behaaglijke woonmilieus kunnen we de gure buitenwereld te lijf gaan. Licht en warmte dragen bij aan energie en levenslust bij de bewoners. Dat helpt tegen de dreiging van depressie; er ontstaat weer een sociale samenhang. Zo valt er te overleven in een guur klimaat.



Overdekt bouwen

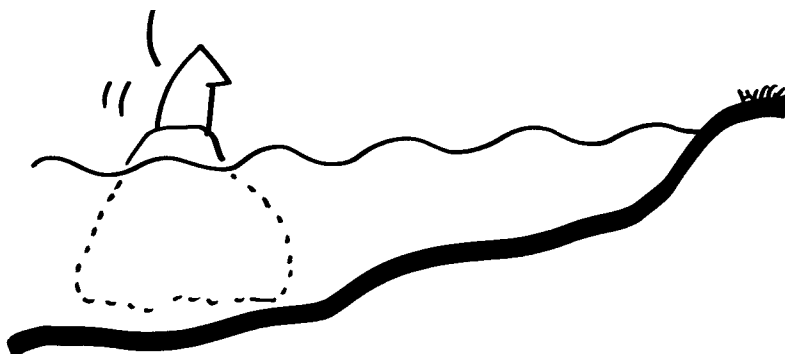
De sociale terpen worden zo energiebewust mogelijk uitgevoerd, bijvoorbeeld met gebruik van aardwarmte. Het concept van deze *unidentified sitting objects* (uso's), die onderling verbonden zijn via boottransport en heli's, kan een interessante bron van kennisexport vormen.

5.15

Zee-ijs als zoetwaterbron in een koud en droog klimaat

Door Michiel Schneijer en Frans Bunnik

In een koud en droog klimaat zal, vooral in de laagvlaktes, een groot gebrek aan schoon zoetwater optreden. Het probleem om op de juiste plek en het juiste moment over voldoende zoet water te beschikken, kan worden opgelost door zout water te benutten als leverancier van zoet water. Tevens dient er een buffervoorraad van zoet water te worden aangelegd voor gebruik in huishoudens én landbouw. Een koud, droog klimaat kan immers heel goed gepaard gaan met drie bloedhete zomermaanden.



Grote ijsbergen kunnen niet naar de kust

Olietankers, die straks overbodig zijn als de olievoorraden op zijn, worden omgebouwd tot een soort drijvende koelkasten, waarin ijsbergen kunnen worden vervoerd. Het ijs kan tevens op energieneutrale wijze voor koelingsdoeleinden worden gebruikt. De tankers worden uitgerust met zeilen en drijven met de wind mee. Dat gaat niet snel, maar er is ook geen haast bij.



Eenmaal op zijn bestemming wordt het ijs opgeslagen in ondergrondse koelkelders. Om het kostbare water zo efficiënt mogelijk te benutten, zijn gesloten kassystemen met recycling nodig. Dergelijke kassen kunnen ook als energiebron worden benut.

5.16

Conclusie: Een rijke oogst aan no regret-ideeën

Aan het eind van de workshop maakt Hans Hillebrand van Innovatie-Netwerk de balans op. Hij constateert dat de middag een rijke oogst heeft opgeleverd aan interessante ideeën. Daar zijn diverse *no regret*-opties bij, plannen waarmee we morgen al zouden kunnen beginnen omdat er niets op tegen is.



Het stond al in het voorwoord: dit onderwerp raakt alle thema's binnen InnovatieNetwerk. Dat is ook te zien aan de resultaten van de tweede workshop. Of het nu over het bufferen van water gaat, over algenteelt, over het wonen op terpen, het ontwikkelen van drijvende woningen of het ontwikkelen van kunstmatige en drijvende eilanden in zee: allemaal zijn ze de revue gepasseerd binnen InnovatieNetwerk of worden ze momenteel verder bestudeerd. Een concept 'Kas als Energiebron', waarmee onder vrijwel alle weerscondities glasteelten op efficiënte en vooral duurzame wijze mogelijk zijn, wordt momenteel verder uitgebreid naar de woonomgeving in de vorm van 'Bouwen met Groen en Glas'. Dit is dus een vorm van overdekt bouwen. Randvoorwaarde is natuurlijk dat er voldoende zonlicht is.

Voor de meeste van de binnen het concept 'Klimaatkeuken EU' neergezette scenario's zijn, zoals aangetoond, meervoudige (*no regret*) opties mogelijk. Alleen het scenario 'Nat & Koud' levert duidelijke hoofdbreken op. Ook de ideeën die in de afgelopen tijd door de gebroeders Das en anderen zijn gepubliceerd, hebben veel raakvlakken met de hier geformuleerde ideeën. Velen zijn dus met ons zoekende, maar hebben de 'heilige graal' nog niet gevonden.

Dat betekent niet dat de resultaten bij de uitwerking van dit concept tegenvallen. Het betekent in ieder geval dat er consensus is over de noodzaak om mogelijke toekomstige klimaatgerelateerde problemen op te vangen en daar ook daadwerkelijk meer over na te denken. Daarvoor zal niet alleen analyse, maar ook veel creativiteit nodig zijn.

Maar laten we vooral ook niet vergeten dat ideeën op zich prima zijn, maar dat de situatie in Nederland en daarbuiten zo complex is dat de samenleving in de huidige situatie misschien niet in staat zal blijken

een grote ommezwaai het hoofd te bieden, ook wanneer een snel veranderende omgeving dat misschien noodzakelijk maakt. Dat was vroeger zo (denk aan Schotland aan het einde van de 17^e eeuw) en dat zal nu alleen maar pregnanter blijken als de omgeving snel verandert.



Bron: <http://news.nationalgeographic.com/news/2006/05/bear-hybrid-photo>

¹ <http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/7097052.stm>



Bron: <http://www.banana.com/>

Dat de natuur zich momenteel al aanpast aan veranderende omstandigheden, laat zich misschien illustreren met de vangst van een hybride tussen een ijsbeer en een grizzlybeer (zie afbeelding hiernaast). DNA-analyse heeft bevestigd dat deze beer die in het Canadese Noordpoolgebied werd neergeschoten, een half-ijsbeer-half-grizzlybeer-hybride was. Door nieuwe recombinaties van erfelijke eigenschappen ontstaan misschien nieuwe organismen die beter bestand zijn tegen een veranderend klimaat. De natuur neemt daar misschien alvast een voorschotje op. En er zijn meer recente voorbeelden van soortvorming via hybridisatie.

En dat brengt ons bij de vrees dat we misschien onvoldoende genetische diversiteit bij onder meer voedingsgewassen hebben waarmee we gewassen via kruisingen kunnen aanpassen aan andere klimatologische omstandigheden en nieuwe ziekten en plagen. Gelukkig hebben de Noren een grote *Doomsday* genenbank¹ opgezet in een zandsteen-berg op Spitsbergen, ongeveer 966 km van de Noordpool. Het is de gedachte dat de permafrost de kluis onder de nul graden Celsius wil houden (zolang de permafrost stand zal houden).

Maar voor de eetbare banaan zal dat niet helpen, die heeft geen zaden. En er is nog maar één plant van de originele banaan in een botanische tuin in India over. Dat maakt het lastig om resistenties voor ziektes te vinden en in te kruisen. Dus ook hier is er alle aanleiding om meer aandacht aan wilde populaties en landrassen te besteden, omdat alleen voldoende genetische diversiteit ons aan gewassen (en dieren) kan helpen waarmee we het hoofd kunnen bieden aan veranderende (klimatologische) omstandigheden. Voor het gemak vergeten we dan dat het ontwikkelen van nieuwe rassen een zaak is van lange adem.

Weinig aandacht wordt geschonken aan de invloed van het microklimaat op lokale omstandigheden. We spreken wel van *global warming*, maar er kunnen lokaal nog steeds grote verschillen zijn in temperatuur (zie ook het essay van Wim van der Putten). Zowel in Zwitserland als in Oostenrijk zal men zeggen dat elke echt grote berg zijn eigen klimaat 'maakt'. Ook wanneer stedelijke bebouwing de proporties benadert van West-Nederland, zal de gemiddelde temperatuur stijgen. Dat komt omdat grootschalige bebouwing een grote overeenkomst heeft met een woestijn. Dat wist die rotskruiper ook die enige jaren het VU-ziekenhuis in Amsterdam bewoonde. Ook is bekend dat asfaltwegen onneembare hindernissen kunnen zijn voor bijvoorbeeld insecten vanwege de opstijgende lucht boven het zwarte wegdek. Dit verhindert dan weer het contact tussen populaties, waardoor die genetisch kunnen verenigen. In de cultuur van het 'omdenken' van InnovatieNetwerk zou je de invloed van het microklimaat op onze omgeving weer meer kans kunnen geven door de grootschalige herintroductie van houtwallen. Houtwallen zijn de voorlopers van het prikkeldraad. Ze hielden het vee tegen. Ze waren een bron van hout voor de boer. Bij het aanleggen van de wal ontstaat een greppel voor de snelle afvoer van regenwater. Houtwallen zijn geliefd bij jagende vleermuizen

omdat bij de wal volop insecten zijn. In houtwallen broedt en jaagt de grauwe klauwier. Houtwallen kunnen het (micro)klimaat gunstig beïnvloeden (via windbreking, verdamping, vastlegging van vocht, dempen van temperatuurschommelingen), maar kan ook andere positieve neveneffecten hebben (invangen van fijnstof, tegengaan van verstuiving en erosie, natuurlijke gewasbescherming, dempen van geluids- en lichtoverlast, verfraaiing van het landschap en biomassa-productie). In 2007 kondigde de Vereniging Nederlands Cultuurlandschap ook aan dat er meer aandacht moet komen voor de reconstructie van houtwallen, zij het in een ietwat andere context.

InnovatieNetwerk zal vanuit haar werkveld naar ideeën blijven zoeken binnen de context van het concept 'Klimaatkeuken EU'. De uitnodiging van partijen die graag verder willen met een van de concepten die in dit rapport zijn genoemd, blijft natuurlijk staan. Zij worden van harte uitgenodigd om een beroep te doen op InnovatieNetwerk om daarbij te helpen. Maar nieuwe initiatieven zijn natuurlijk ook van harte welkom.

Met deze uitnodiging om met aansprekende toepassingen of pilots te komen, beëindigt InnovatieNetwerk de inspanningen binnen het concept, omdat er vooralsnog voldoende informatie voorhanden is waarmee partijen kunnen worden geholpen om draagvlak te creëren voor hun klimaatbestendige ontwerpen.

EU Climate Kitchen – a concept that searches for ways to prepare us for the impact of climate change.

Boo, M. de, M. de Hond et al

InnovationNetwork Report No. 09.2.199, Utrecht, The Netherlands, December 2009.

The emergence of the second line of InnovationNetwork in 2005 corresponded with a fast-growing world-wide interest in the changes taking place in our climate. Climate change can have a huge impact on where and how we live, and what we eat. We can already look back on dramatic examples from the past. And this is where this issue overlaps all the other topics in our working programme. Changes to our climate will have massive implications across the board.

Seen in this light, we decided to explore how far we in the Netherlands and in the European Union can prepare ourselves for the impact of possible climate change. We opted for a scenario-based strategy. After all, **uncertainty** about what the climate will do in the decades to come is an essential basic premise. You can look at every type of climate change as a scenario: a **story** about how the climate could change. Scenarios focus primarily on **the quality of how we think about various phenomena**: can we accept the notion that things might not go as we had expected? Are we willing to explore areas of uncertainty, phenomena that we only partly understand, which we cannot predict, and about which we do not have enough irrefutable evidence and proven mechanisms? To enable us to analyse the scenarios, we decided on two core variables, namely temperature and precipitation level. These two variables were plotted in a coordinate system. Each quadrant represented a scenario. And we chose to explore not only the consequences and corresponding action for the most probable

types of climate change, but also to consider four different imaginable climate scenarios/extremes (warm & dry, warm & wet, cold & dry and cold & wet), which affected the climate in the Netherlands not so very long ago.

This is certainly a relevant way of looking at the issue. After all, even the experts are still uncertain about how the climate is going to change and which developments are actually influencing the climate. Dr. David J. McComas from the Southwest Research Institute in San Antonio, who is interested in the influence of the sun on the climate, put it like this:

‘There are a number of researchers who predict the next solar cycle,’ he said. ‘There are also a number of investment counsellors who predict the future of the stock market.’

InnovationNetwork does not intend to get involved in this discussion. Our main challenge is to search for system innovations and concepts that will make the food supply and land usage in North-west Europe resistant to all four climate extremes. Particularly concepts that will continue to have a positive effect in all situations (‘no regret’ options). We already have working examples. The concept ‘The greenhouse as energy source’ enables efficient and above all sustainable greenhouse horticultural under practically any weather conditions. And the ‘Building with Glass and Green’ concept allows us to create an environment that is almost always pleasant to live in. As long as the sun keeps shining of course.

A three-phase rocket strategy was chosen to develop the EU Climate Kitchen concept.

The first phase revolves around the perception that climate change and the implications of climate change are inherently uncertain. In an essay, paleoclimatologist Prof. Hooghiemstra endorses the fact that our climate is changing and that this is not as strange as it may seem. He backs this up with reconstructions of past scenarios. But uncertainty also exists about particular effects of climate changes that are more difficult to reconstruct because of the lack of residual fossils. Ecologist Prof. van der Putten comments that in discussions about climate change, attention is mainly focused on aspects such as water management, lack of space and end-of-pipe solutions. Unfortunately, too little focus is put on the more complex effects on agriculture and nature and the implications these will have for a sustainable society: ‘Sometimes, $1 + 1$ suddenly = 3’.

To zoom in:

- Hooghiemstra makes it clear that even in the recent past, climate change has caused considerable changes to the living environment in various places on earth. Possibly a somewhat cynical metaphor: past results provide no guarantee for the future. This also applies to climate models. Take, for example, the so-called precession cycle. This cycle takes some 20,000 years to complete. The climate becomes wetter or dryer, depending on your position on the time axis. Analysing just a small section of the entire curve will inevitably lead to incorrect projections for the future. We are not yet in a posi-

tion to make accurate predictions. The picture of the overall cohesion stills needs to be coloured in.

- Van der Putten stresses that if we hope to make the Netherlands climate-resistant, the first thing we need is a good Ecological Main Structure to maintain our biodiversity. This will give our nature the resilience and flexibility it needs to cope with future change. However, not all species of plants and animals will benefit. Soil organisms, for example, do not travel quickly, whereas many invasive, rampant newcomers will settle into the north with relative ease if we do not introduce a sound ecological network. Unfortunately, it is even more complicated than this: policy-makers need to think further than the ecological infrastructure. They have to consider biotic interaction; they need to think about how this will be affected by climate change and what the implications are. Furthermore, they will have to focus their global vision on solving local climate change problems. We must not allow ourselves to be carried away by the tide of current issues, while trying to ensure that the action we take is both swift and well-considered.

In the second phase, we asked ourselves what the impact of climate change will be on the food supply and land usage in North-west Europe during the next 15 to 50 years. Contemplating the unexpected gives you a better perspective on a possible Achilles heel, as well as alerting you to interesting market opportunities. The text in the report resulted from a workshop held in Houten in 2007. It was striking that all the scenarios were expected to have serious implications for the food supply. Changes to our houses and towns were also predicted, an aspect that would be interesting to discuss with sociologists, demographers and psychologists. A 'Professor of disaster' would probably have a useful contribution to any discussion of calamity-based policy. A striking conclusion is that some scenarios will require much more modification and investment than others. Something that should not be ignored is the question how to send the general public a clear message within the context of what is being discussed: what do you want to achieve with this information? How do you expect people to react? By leaving the car at home? By insulating their homes? The message needs to be carefully compiled in line with the target group. This is no mean feat. The strategy deployed by the World Wildlife Fund is a good example; it shows captivating portraits of 'climate witnesses' from all corners of the earth. A disadvantage of this concept is that the message remains complicated, particularly as long and short-term climate trends do not necessarily concur. This is what makes it imperative to look for 'no regret options' that will not get out-of-date.

The third phase was the search for the implications of possible climate changes for our living environment. What lessons can we learn to help us organize our living environment so that it will continue to be an opportune place to eat, live and work? The results of this exercise are laid down in the report of a workshop held in Utrecht in 2008. As already mentioned, the aim was to put our heads together and come up with robust solutions that could be used to deal with the consequences of climate change. Here too, it was first noted that our climate is indeed changing and that climate change might well have

serious implications. But opinion about what to do was divided. The key questions for each scenario in the workshop were:

- What do you actually want to tackle?
- Why is this important?
- How do you intend to get this off the ground?

A vast array of directions for solutions was discussed. In a nutshell: create a floating reef of PU foam as a solution to a warm and wet climate, spend your spare time in 'The Water City' as a solution to a wet climate, consider cultivating other crops in a wet and warm climate, form Floating Communities if we are faced with a warm and wet climate, concentrate on social aspects if our climate becomes cold and wet (design social refuges like a new-style Noah's Arc for a cold and wet climate), use marine ice as a source of fresh water in a cold and dry climate.

Many of the scenarios set out for the EU Climate Kitchen concept have several ('no regret') options, particularly the scenarios involving extreme precipitation. At present, there are signs that nature is adjusting itself to changing conditions without human intervention. But the fear remains that there may not be enough genetic diversity in our food crops, for example, to enable us to modify crops via hybridization to cope with other climate conditions and new diseases and plagues. Another area requiring more attention is the possible impact of the microclimate on local conditions. We talk about 'global warming', but there are still sometimes huge differences in local temperatures. In the 'thinking outside the box' culture at InnovationNetwork, we would give the microclimate a greater opportunity to influence our environment by reintroducing wooded banks on a large scale.

InnovationNetwork will continue to search for ideas that correspond with the 'EU Climate Kitchen' concept from within its own working field. Invitations to parties wishing to develop one of the concepts contained in this report will obviously remain open. They are warmly invited to ask InnovationNetwork for help where needed. But new initiatives are also more than welcome.

This invitation to submit engaging applications or pilot projects marks the end of InnovationNetwork's efforts relating to the concept. There is currently enough information available to help parties create support for their climate-resistant designs.