

## **“Bouw een boot...”**

**essay over het organiseren van klimaatkennis op de lange termijn**

## Voorwoord

Dit essay is geschreven in opdracht van de Raad voor Verkeer en Waterstaat. Het is bedoeld om overwegingen, bouwstenen en aanbevelingen te leveren voor een antwoord op de vraag hoe Nederland op de lange termijn de kennis moet organiseren om onze fysieke infrastructuren te kunnen aanpassen, tegen de achtergrond van het gegeven dat het mondiale klimaat verandert en dat deze verandering gevolgen heeft die op regionaal (nationaal) niveau moeten worden opgevangen.

Wij hebben bij het schrijven van dit essay volledige vrijheid gehad om de vraagstelling te interpreteren, en vanuit onze eigen kennis en ervaring ideeën in te brengen.

Wij hebben bovendien gesproken met:

- Ir R. Willems, lid van de Eerste Kamer en voormalig CEO van Shell Nederland
- Mr G.J. Jansen, Commissaris der Koningin van de provincie Overijssel
- Prof. dr ir P. Vellinga, hoogleraar Klimatkunde in Wageningen
- Dr. P.T.J.C. van Rooy van bureau Accanto

Elk van hen heeft vanuit zijn eigen perspectief een belangrijke bijdrage geleverd aan onze gedachtevorming. Wij zijn hen daarvoor zeer dankbaar.

Tenslotte: het mogen schrijven van een essay als dit is een buitengewoon voorrecht. Op deze plaats willen wij onze opdrachtgever dan ook danken voor het grote vertrouwen en plezier dat ons is gegund.

Dr Theo Groen  
Ir Jan Wouter Vasbinder

## Inhoud

### **I Om de gedachten los te maken**

overwegingen over veranderingen, zekerheid en onzekerheid van kennis

### **II Omgaan met onzekerheden**

hoe beslissers kunnen omgaan met de onzekerheid van kennis en met de zekerheid van onverwachte gebeurtenissen

### **III De eigenaardigheden van kennis**

de eigenaardigheden van kennis en de productie daarvan, en de consequenties voor het benutten van kennis voor beleid en besluitvorming

### **IV Bijzondere kenmerken van klimaat en klimaatonderzoek**

waarom de klimaatverandering aanvullende eisen stelt aan het organiseren van klimaatkennis

## V Nawoord

## Aanbevelingen

## I Om de gedachten los te maken

*Gilgameš, de held van een 4000 jaar oud Soemerisch epos, is op zoek naar onsterfelijkheid. Wie kan hij beter om raad vragen dan Ut-napištim, de man die de Zondvloed overleefde? Ut-napištim vertelt zijn geheim: hij heeft, toen het onheil naderde, Ea (de God van wijsheid, techniek en kennis) afgeluisterd en zijn praktische raad opgevolgd:*

*“Haal neer je huis. Bouw een boot.  
Laat achter je bezit. Zoek het ware leven.  
Veracht rijkdom. Overleef.  
Laad in je boot het zaad van alles dat leeft.”<sup>1</sup>*

### Over veranderingen en aanpassen

Het klimaat verandert, dat is zeker. Onzeker is echter hoe, wanneer en in welk tempo. Als de temperatuur stijgt, de stormen verhevigen en meer water uit de hemel valt, worden andere eisen gesteld aan onze infrastructuur. Althans aan het deel van de infrastructuur dat onze veiligheid waarborgt (hoogte van dijken, afvoer van water), onze mobiliteit verzekert (treinen die blijven rijden met blaadjes op de rails, asfalt dat niet smelt), onze landbouwproductie op peil houdt (bewatering van de landbouwgronden), onze gezondheid waarborgt (veilig drinkwater) en ons alle andere zekerheden biedt waaraan we gewend zijn en die we essentieel vinden voor het niveau en de kwaliteit van onze manier van leven<sup>2</sup>.

De burger heeft de verantwoordelijkheid voor die infrastructuur voor een groot deel gelegd bij de overheid. En die zit ermee. Want de overheid weet niet hoe en wanneer het klimaat zal veranderen, en weet dus ook niet hoe en waar de infrastructuur meer dan nu zal worden belast. En de overheid weet niet in hoeverre de burger bereid is het niveau en de kwaliteit van zijn leven te zoeken in een andere manier van leven. Zeker is wel dat burgers nieuwe zekerheden zoeken als de oude zekerheden te veel problemen en/of schade opleveren. De overheid moet zekerheden scheppen in een wereld die voortdurend verandert. Het leven is niet eenvoudig voor de overheid en is dat nooit geweest.

Alles verandert voortdurend (πάντα ῥεῖ). Natuur en mensheid ook. Er is geen principieel verschil tussen (zelf) veranderen en aanpassen. Onze wijze van leven, ons bestuur, de natuur, onze economie en onze infrastructuur zijn continu het eindpunt van aanpassingen en veranderingen. In dat eindpunt krijgt onze geschiedenis actuele betekenis en onze toekomst een beeld. Dat beeld wordt voor een deel bepaald door de kennis die we hebben. De onzekerheden over onze toekomst liggen besloten in de onzekerheden over wat we weten en in onverwachte of onvoorspelbare gebeurtenissen. Nieuwe kennis leidt tot aanpassingen van dat beeld, en tot nieuwe onzekerheden. Onverwachte gebeurtenissen kunnen de wereld veranderen.

### Over de betekenis van kennis

Kennis komt voor in vele intensiteiten en is voor iedereen iets anders.

Voor een wetenschapper is kennis *het onbekende*. Zijn drijfveer is nieuwsgierigheid. Met zijn onderzoek vergroot hij de *body of knowledge*. Daarvoor zoekt hij erkenning bij zijn collega's, met als ultieme uitdrukking daarvan een prestigieuze prijs. Voor hem is kennis het doel, niet wat er mee gedaan wordt.

Voor een ingenieur is kennis *weten*. Als hij weet dat een dijk bij een bepaalde waterdruk bezwijkt, heeft hij een norm voor het ontwerp van een dijk die het achterland moet beschermen. Voor Confucius (6<sup>de</sup> eeuw v. Chr.) is *ware kennis: weten tot hoever je onwetendheid reikt*. Een ingenieur die over zulke ware kennis beschikt, bouwt een veiligheidsmarge<sup>3</sup> in. Daarmee reduceert hij onzekerheid tot zekerheid<sup>4</sup>. Zo kan hij, ook als hij niet weet wat de waterdruk zal zijn, een dijk bouwen die het achterland beschermt.

<sup>1</sup> *Het epos van Gilgameš* (tablet XI, vertaling H. Vanstiphout, SUN, 2001). Het Bijbelse zondvloedverhaal heeft veel details van het veel oudere Gilgameš-epos overgenomen.

<sup>2</sup> Bij die zekerheden horen ook de voorziening van gas en elektriciteit en veilig water, het verwerken van afval, het schoonhouden van ons land en het handhaven van de leefbaarheid van onze steden.

<sup>3</sup> Die veiligheidsmarge berust op historische data over de waterdruk en/of modellen die de spreiding in waterdruk berekenen.

En daar begint de vraag naar kennis van de beleidsmaker. Voor hem is kennis *zekerheid*: hoe groot is de kans dat die dijk zal doorbreken, wat zijn de gevolgen daarvan en wat moet ik doen om die kans te verkleinen en de gevolgen te verminderen?<sup>5</sup>

Ieder weten leidt tot meer willen weten. Zekerheid is er nooit, ware kennis ligt altijd verder.

Ingenieurs, beleidsmakers, uitvoerders, politici, financiers en wetenschappers hebben allemaal een ander beeld bij kennis. En bewust of onbewust heeft kennis / weten voor hen ook nog eens verschillende gradaties.

### Over de 'zekerheid' van kennis

De wetenschapsfilosoof Karl Popper onderscheidt twee gradaties van kennis: wetenschappelijke en andere. Wetenschappelijke kennis is gekoppeld aan theorieën (of hypothesen) die testbaar zijn, zodat ze kunnen worden gefalsificeerd (en verworpen). Een voorbeeld is de algemene relativiteitstheorie<sup>6</sup>.

Andere kennis vloeit voort uit vermoedens, hypothesen en theorieën die niet testbaar of nog niet getest zijn. *Narrative theories* en scenario's vallen daar onder.

Theorieën die bestand zijn gebleken tegen falsificatie hebben bijgedragen aan de *body of knowledge* (het zekere weten) dat gebruikt wordt door ingenieurs. Andere kennis speelt een grote rol in (de vorming van) de sociale en maatschappelijke context waarbinnen politici, beleidsmakers en bestuurders de beslissingen moeten nemen waarmee ingenieurs aan het werk kunnen. Het is de wisselwerking tussen deze twee gradaties van kennis die dat proces zo boeiend en complex maakt.

Omggaan met onzekerheden is de grootste opgave van politici en beleidsmakers. Sinds de Verlichting heeft in de westerse wereld de gedachte postgevat dat kennis leidt tot een afname van onzekerheid en dat ware kennis alleen kan worden gegenereerd in wetenschappelijk onderzoek. Het is dus niet opmerkelijk dat het overgrote deel van het geld voor nieuwe kennis naar wetenschappers gaat.

En dan is er nog iets anders: het verschil tussen onderzoekers en beleidsmakers in hun positie ten opzichte van kennis. Voor een onderzoeker is kennis, hoe ook gekwalificeerd, het eindproduct van zijn werk. Hij hoeft geen keuzes te maken op basis van zijn product<sup>7</sup>.

De beleidsmaker moet dat wel. Zijn product is beleid, al dan niet gebaseerd op kennis. Voor de eerste kan kennis een ongelimiteerde bron van erkenning en geluk zijn, voor de tweede is het vaak een bron van frustraties. Prediker schreef het al: "Wie kennis vermeerdert, vermeerdert zijn smart" (1: vers 18). Een vrije interpretatie daarvan is: "Hoe meer je weet, hoe onzekerder je wordt". Dat is meer van toepassing op de beleidsmaker dan op de wetenschapper.

Beleidsmakers zijn niet geholpen met onzekere kennis en met kennis waarover de wetenschap nog volop in debat is, omdat zij aan politiek en maatschappij moeten kunnen uitleggen hoe die kennis is benut om te komen tot beleid en tot beslissingen.

### **Geld voor kennis**

Jaarlijks worden in Nederland enkele miljarden (en wereldwijd honderden miljarden) euro's uitgegeven aan het genereren van nieuwe kennis. Het overgrote deel van die uitgaven gaat naar wetenschappers die onderzoek doen dat naar nieuwe kennis moet leiden. Slechts een klein deel gaat naar ingenieurs en uitvoerders die zulke kennis kunnen gebruiken in het ontwerp van hun bouwwerken en producten. Nog een veel kleiner deel gaat naar onderzoek hoe het proces verloopt waarin politici en beleidsmakers, samen met andere partijen, tot beslissingen komen die het algemene belang zo goed mogelijk behartigen, zonder zekerheden over de consequenties ervan.

<sup>4</sup> In het volgende hoofdstuk zal blijken dat deze vorm van zekerheid zoeken niet langer werkt als de aannames achter het model onjuist blijken.

<sup>5</sup> De mate waarin de beleidsmaker zekerheid zoekt, wordt mede bepaald door de ruimte die hij krijgt van zijn (politieke) bazen om met onzekerheden om te gaan.

<sup>6</sup> Deze theorie voorspelde (onder andere) dat lichtstralen worden afgebogen door zwaartekracht. Die voorspelling maakte de theorie testbaar. De relativiteitstheorie verklaarde een aantal verschijnselen die met de klassieke zwaartekrachttheorie van Isaac Newton niet konden worden verklaard. De theorie van Newton bleek een speciaal geval van de meer algemene theorie van Albert Einstein. Einstein (ter relativering): "There can be no fairer destiny for any [...] theory than that it should point the way to a more comprehensive theory in which it lives on, as a limiting case".

<sup>7</sup> Ethische vragen en de vraag "hoe nu verder" uitgezonderd.

Wat moeten zij met onderzoek naar veranderingen van het klimaat waarin lange-termijn voorspellingen een prominente rol spelen, terwijl de wetenschappers met elkaar in debat zijn over de aard, omvang en betekenis daarvan?

Als beleidsmakers kennis vertalen in normen (bijvoorbeeld over de hoogte van dijken of de toelaatbare zoutconcentratie van water), leggen zij de onzekerheid vast die inherent is aan die kennis. In ontwerpen die gebaseerd zijn op die normen worden de onzekerheden vervolgens in beton gegoten. Zo gaan normen een eigen, onafhankelijk leven leiden<sup>8</sup>. Als voortgezet onderzoek leidt tot een ander inzicht over de onzekerheden, zou dat tot andere normen moeten leiden, en mogelijk ook tot andere ontwerpen. *Maar tussen droom en daad staan wetten in de weg en praktische bezwaren*<sup>9</sup>.

Het is onbegonnen werk om infrastructuren telkens aan te passen als de grenzen van de kennis verschuiven. Maar wanneer dan wel? Hoever moet de grens van onze kennis verschuiven, hoe veel onzekerder moeten we zijn om wel tot aanpassingen van de infrastructuur over te gaan? En wat moeten die veranderingen dan zijn, wie beslist daarover? Welke kennis moet daarvoor gebruikt worden, waar is die kennis, en hoe zeker is die?

## II Omgaan met onzekerheden<sup>10</sup>

Onzekerheid is inherent aan kennis. Door middel van wetenschappelijk onderzoek rekken we de grenzen van onze kennis op, maar het feit dat er grenzen zijn, houdt onzekerheid in over wat er voorbij die grenzen te weten is. Maar ook kennis binnen die grenzen is onzeker, want de waarnemingen waarop we die kennis baseren zijn per definitie onnauwkeurig.

Bij de klimaatverandering bestaat nog een ander type onzekerheid waar wetenschappelijk onderzoek geen vat op heeft. Dat is de onzekerheid die ligt besloten in onverwachte gebeurtenissen. Nassim Taleb<sup>11</sup> noemt dit het zwarte zwanen probleem: "Hoe kun je het bestaan van een zwarte zwaan voorspellen, als je alleen witte zwanen kent?"<sup>12</sup>, of meer algemeen: "Hoe kunnen we de toekomst kennen op basis van gegevens uit het verleden?" We kunnen dat niet en scenario's bieden geen uitkomst<sup>13</sup>.

### Scenario's

Met een scenario wordt een verzameling (al dan niet samenhangende) aannames vertaald in een beeld van de toekomst.

Een scenario geeft de toekomst een gezicht. Maar zoals een gezicht onherkenbaar verandert als een kromme neus vervangen wordt door een rechte, kleine oren door grote, bruine ogen door blauwe, of lang blond haar door kort zwart, zo verandert een scenario het gezicht van de toekomst als aannames en de samenhang daartussen veranderen.

Scenario's zijn altijd ficties. De zekerheid van de onzekerheid van de toekomst is vervangen door aannames over factoren die de toekomst bepalen.

<sup>8</sup> Over het omgaan met onzekerheid bij besluitvorming over infrastructuur stelt de Adviescommissie Versnelling Besluitvorming Infrastructurele Projecten in zijn rapport: "Sneller en beter": *Veel tijd gaat heen met het doen van toekomstvoorspellingen, met aannames die grote onzekerheidsmarges meebrengen. Vervolgens worden plannen gemaakt, waarin deze voorspellingen zijn verabsoluteerd en die gericht zijn op volstrekte beheersing van de daarmee samenhangende risico's. Dit leidt tot schijnwerkelijkheid. Dit moet en kan anders.*

<sup>9</sup> *Het huwelijk*, Willem Elsschot.

<sup>10</sup> Zie ook het in voetnoot 8 genoemde rapport: "Sneller en beter".

<sup>11</sup> *The black swan*, Nassim Taleb. (Random house 2007). Taleb definieert een zwarte zwaan als een gebeurtenis die volkomen onverwacht is, waarvan de gevolgen immens zijn en die achteraf door iedereen was te voorspellen.

<sup>12</sup> Sterker nog: iemand die zijn hele leven alleen maar witte zwanen heeft gezien, zal bij het zien van een zwarte zwaan zeggen: "Dat kan geen zwaan zijn, want alle zwanen zijn wit".

<sup>13</sup> Bij het construeren van scenario's wordt gevarieerd met de *known unknowns*. Maar de werkelijkheid voegt zich daar niet altijd naar. Een mooi voorbeeld zijn de scenario's die de VS gebruikten om de inval in Irak voor te bereiden. De mogelijke reacties van de Irakese overheid waren netjes in kaart gebracht. De Amerikaanse generaal die tijdens de simulaties de tegenpartij speelde, bedacht echter steeds *unknown unknowns*. Na enkele mislukte 'invasies' werd de generaal gesommeerd om zich aan de *known unknowns* te houden. Vanaf dat moment liepen de simulaties prima en konden de definitieve plannen voor de echte invasie worden gemaakt. Zwarte zwanen hebben grote overeenkomsten met *unknown unknowns*.

Voordat we aan de slag kunnen met kennis over klimaatverandering, en met het toepassen van die kennis om infrastructures aan te passen<sup>14</sup>, moeten we nadenken over de vraag hoe wij moeten omgaan met de intrinsieke onzekerheden van kennis en met de doorwerking daarvan in beleid en besluitvorming.

Niemand kan de toekomst kennen of deze afleiden van gegevens uit het verleden. Bestuurders en beleidsmakers moeten dus leven met onzekerheden over de toekomst en met de onvolkomenheden van onze huidige kennis. Zij kunnen nieuw onderzoek agenderen, maar er is geen waarborg dat de gevraagde kennis tijdig en in bruikbare vorm voor hen beschikbaar komt. Tegelijk moeten zij beslissingen blijven nemen, omdat niet-beslissen tot onaanvaardbare consequenties kan leiden. De sleutel om te kunnen leven met onzekerheden ligt in het openstaan voor het onvoorspelbare.

Daartoe is een kader nodig dat het mogelijk maakt beslissingen te nemen vanuit de zekerheid dat de toekomst onzeker is. Zo'n kader geeft geen antwoord op de vraag welke beslissingen moeten worden genomen, of wat moet worden gedaan om te anticiperen op de gevolgen van een onverwachte gebeurtenis. Het geeft wel een handvat aan bestuurders en beleidsmakers om adequaat met onzekerheden en onverwachte gebeurtenissen om te kunnen gaan<sup>15</sup>. Dat geldt in zijn algemeenheid, dat geldt zeker voor de onzekere veranderingen van het klimaat en de nog onzekerder gevolgen daarvan.

In zijn kern, en in eenvoudige woorden gesteld, maakt dit kader onzekerheid hanteerbaar met vijf regels voor de wijze waarop besluiten worden voorbereid, genomen en uitgevoerd:

- 1 Zorg dat er een beeld is van de doelen die worden nagestreefd en de aannames die daaraan ten grondslag liggen.
- 2 Zorg voor een wettelijk kader dat het mogelijk maakt om de vereiste besluiten te nemen.
- 3 Zorg voor een doorzettingsmacht die beslissingen kan nemen en effectueren.

#### Richting zoeken vanuit onzekerheden

Een sterk vereenvoudigde benadering om een richting van handelen te bepalen vanuit onzekerheden, circuleert momenteel op You-tube ([www.youtube.com/watch?v=zORv8wwiadQ](http://www.youtube.com/watch?v=zORv8wwiadQ)) De benadering schetst vier scenario's: wel (A) of niet (B) anticiperen op klimaatverandering, gecombineerd met het wel (I) of niet (II) daadwerkelijk optreden van een ingrijpende klimaatverandering. In scenario A-I zijn de investeringen nuttig gebleken, in scenario A-II hebben we dat geld deels verspild. In scenario B-I ontstaat een *disaster*, in scenario B-II blijft alles bij het oude. De pointe is dat bij de twee 'verkeerde' besluiten de gevolgen van wél anticiperen (A-II) veel minder ernstig zijn dan van niet anticiperen (B-I).

#### Klimaatonderzoek in dit essay

Klimaatonderzoek omvat een breed spectrum van vragen. Dit essay onderscheidt daarin drie lagen. De eerste richt zich op vragen over het klimaat en veranderingen daarin, zoals de vraag hoe en met welke mechanismen de temperatuur van de aarde verandert.

De tweede richt zich op de gevolgen van de veranderingen, zoals de vraag welke gevolgen de temperatuursveranderingen van de aarde hebben op de hoogte van de zeespiegel.

Tussen de vragen in deze twee lagen liggen koppelingen. Die koppelingen zijn van belang voor de voorspellingen van de aard en het tempo van de veranderingen van het klimaat. Zo beïnvloedt een verhoging van de temperatuur op aarde de retentie van CO<sub>2</sub> in het permafrost en daarmee de mechanismen die een rol spelen in de veranderingen in de temperatuur van de aarde.

De vragen in de derde laag richten zich op de aanpassingen aan de gevolgen van de klimaatsveranderingen, zoals de vraag hoe de infrastructuur van Nederland zou moeten worden ingericht om Nederland droog en leefbaar te houden. Antwoorden op de vragen van de eerste twee lagen vormen startpunten voor het denken over aanpassingen van de infrastructuur. De onzekerheid in de antwoorden op die vragen is een van de problemen waar beleidsmakers en bestuurders mee moeten leven.

<sup>14</sup> Met 'toepassing' wordt bedoeld dat uit wetenschappelijk (klimaat)onderzoek voortgekomen kennis wordt benut voor het ontwerpen, bouwen en aanpassen van infrastructures. In dit proces van *engineering*, dat buiten de scope van dit essay valt, is méér nodig dan alleen wetenschappelijke kennis. De 'engineer' moet ook de vaardigheden, oplossingsgerichtheid en creativiteit hebben om tot bruikbare en implementeerbare ontwerpen te komen.

<sup>15</sup> Zie ook het rapport: "Helder kiezen, keuzes helder maken, advies over de lange termijn ontwikkeling van Schiphol" van de Raad Verkeer en Waterstaat, waarin impliciet gepleit wordt voor zo'n kader.

- 4 Organiseer de relevante kennis op zodanige wijze dat de doorzettingsmacht daarover kan beschikken bij het nemen van besluiten.
- 5 Geef beleidsmakers voldoende ruimte om te denken in termen van onzekerheden.

Toegespitst op de besluitvorming over maatregelen tegen de gevolgen van het veranderende klimaat betekenen deze regels het volgende:

Het beeld Nederland moet weten wat de expliciete doelen zijn die op langere termijn worden nagestreefd. Bijvoorbeeld: droge voeten houden ook al valt er veel meer regen, gezond water ook al is de buitentemperatuur veel hoger, behoud van de natuur ook al regent het minder, een vitale landbouweconomie ook al zijn er andere insecten, wegen waarover ook bij hogere temperaturen kan worden gereden zonder aan het asfalt vast te plakken, constructies van huizen die bestendig zijn tegen veel frequentere heftige stormen, dijken van binnenwateren die blijven liggen ook als het zes maanden heet is en niet regent. Hoe het klimaat zal veranderen weten we niet, maar we weten wel wat we willen bereiken met de bescherming tegen de gevolgen van die veranderingen. Een uitgangspunt voor wat we willen bereiken kan bijvoorbeeld zijn dat het Westen van Nederland het centrum van Nederland moet blijven en dus droog.

Het wettelijk kader Bovenstaande voorbeelden van de gevolgen van een ander klimaat kunnen we ons indenken en we kunnen ons verbeelden welke eisen een bescherming daartegen zou stellen aan onze infrastructuur. Maar klimaatveranderingen kunnen anders zijn dan we ons nu voorstellen en gevolgen hebben die we ons nu niet kunnen voorstellen. Kunnen we dan op voorhand beslissen tegen welke gevolgen we ons gaan beschermen (en hoe) als we niet weten wat de aard, de omvang en het tempo zullen zijn van de veranderingen van het klimaat? Neen, dat kunnen we niet.

Wat we zeker weten is dat de toekomst ons voor keuzes zal stellen en dat we nu nog niet kunnen weten wat die keuzes zullen zijn. Pas als de toekomst zich ontvouwt, worden die keuzes zichtbaar. Pas dan kunnen we over aanpassingen in de infrastructuur beslissen op basis van de kennis die we dan hebben.

Om die beslissingen te kunnen nemen is een wettelijk kader nodig<sup>16</sup>, waarbinnen is vastgelegd dat besluiten kunnen worden genomen over aanpassingen van de infrastructuur, hoe dat gebeurt, welke termijnen daarbij in acht moeten worden genomen en wie bevoegd is die besluiten te nemen. Zo'n kader kan worden gemaakt lang voordat de gevolgen van veranderingen in het klimaat duidelijk worden.

De doorzettingsmacht Een besluit om de infrastructuur aan te passen heeft alleen betekenis voor droge voeten en veilig drinkwater als het kan worden uitgevoerd en geëffectueerd. Dat betekent dat in het wettelijk kader ook de verantwoordelijkheden en bevoegdheden van bestuurders om besluiten ten uitvoer te brengen moeten worden vastgelegd. Naast de bestuurlijke en juridische structuren betekent doorzettingsmacht ook de bestuurlijke durf om knopen door te hakken en tempo te maken bij noodzakelijke besluiten.

Relevante kennis Bestuurders die niet over de relevante kennis beschikken, nemen verkeerde beslissingen<sup>17</sup>. Het is dus zaak dat bestuurders wel over de relevante kennis beschikken. Dat kan door bestuurders te kiezen die ter zake deskundig en ervaren zijn en weten hoe met kennis om te gaan en door kennis te concentreren rond bestuursstructuren<sup>18</sup>.

<sup>16</sup> In het kader van dit essay hebben wij niet gezocht naar een antwoord op de vragen hoe zo'n wettelijk kader er uit zou moeten zien en of er al wetten bestaan die zo'n kader leveren.

<sup>17</sup> Verkeerd in de zin dat de risico's hoger zijn dan nodig op basis van de beschikbare kennis.

<sup>18</sup> De combinatie van druk op besluitvorming en onzekere kennis kan leiden tot twee gedragspatronen die niet goed zijn voor de kwaliteit van besluitvorming. Het eerste is *cherry picking*: men kiest wat het beste past bij een gedachtlijn die men al voorstond (en kiest bijvoorbeeld uit een scenario één uiterste mogelijkheid uit een range aan verwachtingen). Vervolgens vergeet of ontkent men de principiële onzekerheid van zo'n keuze (en het bestaan van andere mogelijkheden) en gaat men zo'n keuze als 'zekerheid' of 'beste aanname' presenteren en verdedigen. Het andere gedragspatroon en de tegenhanger van *cherry picking* is het laten verlammen van besluitvorming door dezelfde onzekerheid, omdat men wacht op nieuwe en betrouwbaarder gegevens of nog even wil afwachten welke kant het opgaat. Wachten staat veelal op gespannen voet met de soms lange tijd die nodig is

Ruimte voor onzekerheid Alleen als beleidsmakers de ruimte (vertrouwen) krijgen om in termen van onzekerheden te denken, kunnen zij beleid maken dat inspeelt op de zekerheid van onzekerheden en kan relevante kennis worden verworven en ingezet om de infrastructuur aan te passen waar dat kan en zinvol is.

Het is van belang op te merken dat slechts één regel van het kader (relevante kennis) direct betrekking heeft op de plaats en betekenis van (wetenschappelijke en niet wetenschappelijke) kennis. De verleiding is groot om bij het anticiperen op veranderingen veel gewicht toe te kennen aan de wetenschap die kennis genereert. Toegeven aan die verleiding levert echter alleen iets op zolang het gaat om bekende of al voorspelde veranderingen. Zodra onverwachte gebeurtenissen aan de orde zijn, is de wetenschap niet ingericht om een antwoord te geven op de vraag wat te doen. Dan zijn de andere regels van het kader veel belangrijker; daarbij spelen maatschappelijke, politieke, juridische en emotionele aspecten een veel grotere rol dan kennis. Daar waar kennis een grote rol kan spelen bij het anticiperen op veranderingen, gaat het er om de beschikbare kennis (wetenschappelijke en niet wetenschappelijke) te kunnen mobiliseren<sup>19</sup>. Dan moet bepaald worden waar en bij wie beschikbare kennis ontbreekt om deze kennis aan te vullen en over te dragen.

Om dat te kunnen bepalen in een wereld waar vele belangen een rol spelen en vele inzichten om voorrang vechten, is een onafhankelijke en gezaghebbende entiteit nodig die *vanuit een objectieve, interdisciplinaire setting de richting wijst op het gebied van onderzoek naar de gevolgen voor Nederland van veranderingen van het klimaat, en naar de eisen die zulke gevolgen stellen aan de kennisontwikkeling, de ingenieurswetenschappen en de opleidingen vis à vis de lange termijn doelen voor de veiligheid en leefbaarheid van Nederland*. Een van de taken van die entiteit zou kunnen zijn te zorgen dat beleidsmakers en bestuurders over de beschikbare relevante informatie kunnen beschikken (zie aanbeveling 6). Hoe zo'n entiteit er ook uit zal zien en hoe ook haar taken worden ingevuld, essentieel is dat rekening wordt gehouden met een aantal eigenaardigheden van kennis en de werking van de wetenschappelijke wereld. Daarover gaat het volgende hoofdstuk.

### III De eigenaardigheden van kennis

#### Inleiding

De rol van kennis in het hiervoor geschetste kader is die van een grondstof voor beleid en besluiten. Het bijzondere en lastige van kennis als grondstof is dat deze overal op de wereld wordt gedolven, maar meestal niet op de plaats waar deze nodig is en zelden in een vorm waarin deze bruikbaar is.

De grote uitdaging bij het beschikbaar maken van de relevante kennis voor beleidsmakers en bestuurders is dan om te bepalen welke kennis relevant is en deze in de goede vorm en samenstelling op de juiste plaats te concentreren en beschikbaar te maken. Voor dat doel moeten we ons scherp bewust zijn van de natuurlijke eigenaardigheden van kennis. We noemen er vier:

- De grote afstand tussen de aanbieders en gebruikers van kennis
- De natuurlijke interdisciplinariteit van problemen versus de disciplinaire indeling van kennis
- Een autonome productie van kennis, leidend tot een 'stuwmeer' van wereldwijde kennis
- De verschillende tijdschalen van productie en toepassing van kennis

#### De afstand tussen de aanbieders en de gebruikers van kennis

Aanbieders en gebruikers van kennis nemen een principieel verschillende positie in ten opzichte van kennis. Scherp gesteld: "Voor gebruikers is kennis een middel om een doel te bereiken, voor aanbieders is kennis het doel"<sup>20</sup>.

---

voor de besluitvorming (inclusief alle wettelijke procedures) en voor het ontwerpen en uitvoeren van aanpassingen van de fysieke infrastructuur.

<sup>19</sup> Mobiliseren houdt in: vinden en beschikbaar maken en zorgen dat de relevante kennis wordt overdragen en gebruikt door de beleidsmakers en bestuurders.

<sup>20</sup> Wetenschap wordt door velen gezien als een bedrijf met een groot aantal werknemers en een continue stroom van producten (kennis). Vanuit die benadering is kennis niet alleen een doel, maar

Als aanbieders en gebruikers geen reden hebben om elkaar te zoeken, is hun verschillende positie geen probleem. Ze kennen elkaar niet en zijn onzichtbaar voor elkaar<sup>21</sup>.

Maar als aanbieders en gebruikers wel redenen hebben om elkaar te zoeken, kan dat verschil in positie grote problemen geven.

Denk aan de beleidsmaker: zijn doel is niet kennis toe te passen, maar om beleid te maken. Kennis kan daar een rol in spelen, maar hij leeft niet in een wereld waar problemen worden geformuleerd in termen van kennis die er voor nodig is om ze op te lossen.

Denk aan de aanbieder: zijn doel is niet om kennis toe te passen maar om deze te genereren. Dat die kennis gebruikt kan worden voor het oplossen van het probleem van een beleidsmaker weet hij niet, want hij leeft niet in de wereld waar het probleem speelt en het probleem is niet gesteld in termen van de kennis die nodig is om het op te lossen.

Als aanbieders en gebruikers denken dat ze iets voor elkaar kunnen betekenen, hoe vinden ze elkaar dan, hoe bepalen ze wat ze voor elkaar kunnen betekenen en hoe realiseren ze dat dan? Kortom hoe overbruggen ze de afstand die er van nature tussen hen bestaat?

*Wat nodig is: een tweezijdige geregisseerde vertaalslag die aanbieders duidelijk maakt wat kennis voor hen kan betekenen en die verschillen in taal, abstractieniveaus en belangen tussen aanbieders en gebruikers van kennis overbrugt (zie aanbeveling 1).*

#### Interdisciplinaire problemen versus de disciplinaire indeling van kennis en wetenschap

Nauw verbonden met het probleem van de afstand tussen aanbieders en gebruikers van kennis is het feit dat de grote problemen van deze tijd (waartoe aanpassen aan veranderend klimaat zeker behoort) bij uitstek interdisciplinair zijn. De beschrijving van die problemen, en de formulering van gewenste oplossingen, zal dan ook een mix zijn van bijdragen uit zeer verschillende wetenschappelijke disciplines en de praktijk. Dit maakt het probleem voor de gebruikers nog groter. Het is voor hen onmogelijk om in te schatten wat de *gezamenlijke* wetenschap zou kunnen bijdragen aan het oplossen van hun problemen.

*Wat nodig is: een 'kaart' die duidelijk maakt hoe kennis uit meerdere disciplines gecombineerd wordt tot kennis die bruikbaar is voor het oplossen van maatschappelijke vragen of het bereiken van strategische doelen (zie aanbeveling 1).*

De wetenschap heeft een vergelijkbaar probleem. Het traditionele wetenschappelijke systeem heeft geleid tot een verregaande specialisatie en subspecialisatie. Dat proces is in de 13<sup>e</sup> eeuw gestart met de vier klassieke faculteiten van de toenmalige universiteiten, en heeft zich ongeremd voortgezet. Het is een autonome ontwikkeling, gestimuleerd door de beloning die staat op het werken aan het front van de wetenschap. De beloningsstructuur is sterk gebaseerd op geciteerde publicaties in

#### **Krokodillen redden**

De Everglades in Florida kampten al jaren met problemen vanwege wisselende waterstanden. Ecologen stelden een plan voor om de waterstanden te verhogen en zo de krokodillen en andere dieren te redden. Dit plan riep weerstand op bij boeren en Native Americans, die droge landbouwgrond wilden. Ook de staat Florida was partij vanuit zijn rol als algemeen waterbeheerder. Jarenlang kwamen de partijen niet verder. Het probleem was dat de onderbouwing van de gevolgen van ingrepen in het watersysteem in drie gescheiden domeinen plaatsvond: ecologie, hydrologie en biologie. Door verschillen in de wetenschappelijke uitgangspunten en modellen waren de conclusies niet uitwisselbaar.

Een doorbraak werd bereikt doordat onderzoekers uit de drie disciplines gingen samenwerken om te komen tot één vocabulaire om hun wetenschappelijke kennis samen te brengen. Met dit gemeenschappelijke vocabulaire konden zij hun watermodellen integreren (*multi-modelling*). Dat gaf de basis om aan te sluiten bij de belangen van alle partijen, omdat de uitkomsten van het geïntegreerde model nu bruikbaar waren voor de vragen die voor beslissers en beleidsmakers relevant waren. Het werd het fundament voor een omvangrijk, breed gedragen plan voor waterbeheer op de lange termijn. [Creating System Innovation, Hans de Bruijn e.a., Balkema Publishers, 2004]

---

ook een middel om het bedrijf gaande te houden. De discussie daarover leidt tot zeer principiële beschouwingen. Hoewel relevant voor de vraagstelling van dit essay, beperken wij ons hier tot de vereenvoudigde benadering dat wetenschap slechts gaat om het vergroten van de *body of knowledge* en het opschuiven van de grenzen van de kennis.

<sup>21</sup> De een probeert zijn doel te bereiken met de hem bekende en beschikbare middelen, de ander genereert kennis omwille van de kennis.

honderden tijdschriften die zich precies volgens de taxonomie van de wetenschappen hebben gespecialiseerd.

Door de druk om te publiceren in die gespecialiseerde tijdschriften (*publish or perish*) worden wetenschappers niet beloond om zich te verdiepen in wat er in andere disciplines gebeurt. Ze missen het overzicht en zijn geneigd alle problemen te zien door de bril van hun specialisme. Voor de schaarse interdisciplinaire onderzoekers is er geen goed tijdschrift om hun werk te publiceren en zichtbaar te maken wat combinaties van verschillende wetenschappen kunnen betekenen voor een betere exploratie van het onbekende. Waar het onbekende betrekking heeft op de grote problemen van onze tijd biedt de klassieke wetenschap dan ook nauwelijks aanknopingspunten voor de ontwikkeling van kennis ten behoeve van oplossingen.

*Wat nodig is: bijzondere impulsen om de steeds grotere afstanden tussen disciplines te overbruggen; voorwaarden voor kernen van nieuwe verbindende wetenschappen (zie [aanbeveling 3](#))*

#### Het stuwmeer van wereldwijde kennis

Wetenschap heeft zijn eigen dynamiek. Wereldwijd wordt continu en autonoom kennis geproduceerd. Circa 97% van alle nieuwe kennis in de wereld komt van buiten Nederland. Ook voor kennis op het gebied van klimaat geldt dat verreweg de meeste nieuwe kennis in het buitenland wordt gegenereerd. Voor een deel gebeurt dat in onderzoek dat deel uitmaakt van klimaatprogramma's. Voor een ander deel gebeurt dat in onderzoek dat daar geen deel van uitmaakt. Ook resultaten van zulk 'klimaatvreemd' onderzoek kunnen grote betekenis hebben voor ons inzicht in de aard en oorzaken van veranderingen in het klimaat en de mogelijkheden om onze infrastructuur aan te passen aan de gevolgen daarvan<sup>22</sup>.

*Wat nodig is: een permanent up-to-date overzicht van wat wereldwijd aan klimaatonderzoek plaatsvindt, zodat Nederland maximaal gebruik kan maken van de resultaten van buitenlands onderzoek; kunnen inschatten van de mogelijke relevantie van 'klimaatvreemd' onderzoek; behoud van een hoge kwaliteit van het eigen nationale onderzoek (zie [aanbeveling 2](#)).*

Voor de kennis uit klimaatvreemd onderzoek geldt hetzelfde als hierboven is beschreven over de afstand tussen aanbieder en gebruiker, zij het dat nu de gebruiker ook onderzoeker is. Onderzoekers die klimaatvreemd onderzoek doen (de aanbieders), weten niet dat hun onderzoek van belang kan zijn voor klimaatprogramma's, terwijl onderzoekers binnen de klimaatprogramma's (de gebruikers) juist weinig oog hebben voor onderzoek dat daarbuiten gebeurt.

*Wat nodig is: een 'kaart' die duidelijk maakt hoe kennis uit meerdere disciplines gecombineerd wordt tot kennis die bruikbaar is voor het oplossen van maatschappelijke vragen of het bereiken van strategische doelen (zie [aanbeveling 1](#)).*

De methode van een geregisseerde vertaalslag die in deze aanbeveling is beschreven richt zich onder meer op het identificeren van de kennis die nodig is, maar levert geen antwoord op de vraag waar die kan worden gevonden.

Het antwoord daarop ligt besloten in de natuurlijke aantrekkingskracht van soortgenoten. Het is een kenmerk van excellente instituten en onderzoeksgroepen dat ze een aantrekkingskracht uitoefenen op excellente en talentvolle onderzoekers. Kwaliteit trekt kwaliteit aan<sup>23</sup>.

Tegelijkertijd is het een gegeven dat de 97% van de kennis die buiten Nederland wordt geproduceerd slechts voor een deel van hoogwaardige kwaliteit is. Hoogwaardig wil in dit verband zeggen dat de kennis is gegenereerd door excellente wetenschappers of door

<sup>22</sup> Een voorbeeld is onderzoek naar het gedrag van complexe adaptieve systemen (CAS). Typische onderzoeksvragen zijn waar en waarom er *critical transitions* ontstaan (ernstige en onomkeerbare veranderingen in het systeem) en, nog spannender, hoe je die veranderingen kunt voorspellen. Hoewel het onderzoek van CAS is ontstaan vanuit heel andere disciplines dan klimaat- of bestuurskundige wetenschappen, kunnen bevindingen uit dit 'klimaatvreemde onderzoek' heel relevant zijn voor het begrijpen van het klimaat en voor het begrijpen van de interactie tussen klimaatverandering en sociale systemen.

<sup>23</sup> Zie o.a. de analyses van prof. T. van Raan van het Centre for Science and Technology in Leiden.

wetenschappers die werkzaam zijn binnen instituten of onderzoeksgroepen met een reputatie van excellentie. Aantrekken van toponderzoekers leidt dus automatisch tot een selectie van het hoogwaardige (en dus meest relevante) deel van de kennis die van buiten Nederland komt.

#### Verschillende tijdschalen van productie en toepassing van kennis

Er zijn grote verschillen tussen de tijdschaal waarop kennis wordt geproduceerd, de tijdschaal van besluitvorming bij de overheid, en de snelheid waarmee kennis tot toepassing komt (in dit geval: de aanpassing van fysieke infrastructuren).

Het proces van het genereren van kennis heeft een cyclustijd tussen de twee en vier jaar: Dat is de tijd waarin een onderzoeker / promovendus geacht wordt met wetenschappelijke resultaten te komen.

Het omzetten van kennis in daadwerkelijke aanpassingen van fysieke infrastructuren heeft een veel langere tijdschaal. Infrastructuren gaan gemiddeld een generatie mee. In de infrastructuur is de kennis van de vorige generatie (normen, bouwwijze en bouwmaterialen) als het ware in steen en staal vastgelegd. Alleen door complete vervanging kan een infrastructuur worden gebouwd waarin de nieuwste kennis is toegepast<sup>24</sup>.

De tijdschaal in de arena van het beleid ligt gecompliceerder. Voor onderwerpen die in de schijnwerper van de hypes en incidenten staan, is de cyclustijd dagen tot weken. Daarvoor is geen kennisontwikkeling mogelijk, het gaat hier vooral om snelle informatievergaring en -verwerking.

Daarentegen heeft kennisontwikkeling ten behoeve van beleid voor de verre toekomst te maken met de natuurlijke levensduur van kabinetten. Pogingen om (de financiering van) wetenschappelijk onderzoek bij voorbaat langer dan een periode van vier jaar te garanderen lopen meestal vast op dwingende vierjarige kabinetscycli. Beleidsgedreven programma's die meer dan één kabinetsperiode beslaan, lopen daardoor altijd het risico dat zij moeten stoppen, of onder andere condities moeten worden voortgezet. Paradoxaal genoeg leert de ervaring ook dat kabinetswijzigingen zelden leiden tot grote verschuivingen in de accenten van de kennisontwikkeling.

#### **IV Bijzondere kenmerken van klimaat en klimaatonderzoek**

*Ut-napištim had haast met het bouwen van zijn boot om de Zondvloed te overleven. Hij wist dat het een kwestie van dagen was voordat de bulderende Stormgod Adad met zijn zwarte regenwolken zou arriveren. Voor Ut-napištim was het probleem "relevant en urgent" zoals we tegenwoordig zeggen.*

Klimaatveranderingen hebben een heel andere tijdschaal. De gevolgen ervan worden pas zichtbaar lang nadat de verandering is ingezet en strekken zich uit over vele generaties. En dat terwijl het tempo, de aard en de plaats waarin de gevolgen zich manifesteren onzeker zijn.

Tegen dat perspectief dringt de vraag zich op hoe klimaatonderzoek onafhankelijk te maken van de hype-achtige aandacht die het nu krijgt. Anders gezegd: hoe verzeker je de continuïteit, kwaliteit en relevantie van dat onderzoek tegen de zekerheid van een terugval in aandacht, simpelweg omdat maatschappelijke en politieke aandacht van nature een korte tijdspanne heeft? Bij het beantwoorden van die vraag spelen vier bijzonderheden van de klimaatproblematiek een grote rol.

---

<sup>24</sup> Een relevante onderliggende tijdschaal voor infrastructuur is die van de planning van de veranderingen, de feitelijke aanpassingen en de levensduur van de aangepaste infrastructuur. Zoals het rapport: 'Sneller en Beter' (zie voetnoot 8) laat zien, kan in de huidige praktijk de planning van veranderingen makkelijk de tijd innemen van twee proefschriften.

Het eerste is dat het klimaat ontstaat in een dynamisch wereldomspannend systeem met ontelbare onderling afhankelijke subsystemen. De oorzaken van veranderingen in dat systeem kunnen per definitie niet worden begrepen vanuit een nationaal perspectief. Dat systeem te begrijpen vraagt een wereldomspannende inzet.

Het klimaat verandert mondiaal, echter de gevolgen worden regionaal gevoeld. Zelfs al zouden we in Nederland geen enkel onderzoek doen naar de veranderingen in het mondiale klimaat, dan nog zouden we er zelf alles aan moeten doen om de gevolgen daarvan voor Nederland te beheersen. Kennis over de veranderingen in het mondiale klimaat is het resultaat van onderzoek naar die veranderingen. Het onderzoek is puur wetenschappelijk van aard, waarbij het uitsluitend gaat om bètawetenschappen. Dat onderzoek vindt over de hele wereld plaats, verreweg het grootste deel gebeurt buiten Nederland.

Gegeven het mondiale karakter van dat onderzoek, zou de organisatie van het onderzoek in Nederland zich moeten richten op het aansluiten bij en gebruik maken van het onderzoek dat buiten Nederland wordt gedaan. Naarmate Nederland zelf meer en beter onderzoek op dit gebied doet, kan het een grotere rol spelen in het bepalen van de onderzoeksagenda. Het organiseren van dat onderzoek in of rondom internationaal gefinancierde onderzoekscentra zou een stabiliserende factor kunnen zijn in de wisselingen van de aandacht voor klimaatveranderingen. Denk daarbij bijvoorbeeld aan het CERN in Genève waar de internationale gemeenschap al sinds 1953 zeer hoogwaardig en zeer kostbaar onderzoek naar elementaire deeltjes financiert en uitvoert.

Essentieel voor de organisatie van het internationale klimaatonderzoek is dat het maximaal gebruik maakt van de kennis, inzichten en methoden van de verschillende wetenschappelijke disciplines. Essentieel is ook dat het onderzoek zich niet alleen richt op het begrijpen van de oorzaken en de aard van de klimaatveranderingen, maar ook op het voorspellen van de mondiale gevolgen daarvan, zoals veranderingen van de zeespiegel.

De centrale uitdaging (ook of juist in het licht van de regionale gevolgen) voor dit internationale onderzoek zal zijn om grip te krijgen op de onzekerheden van deze voorspellingen.

#### **Klimaatonderzoek en wetenschappelijke disciplines**

Afhankelijk van de laag van het klimaatonderzoek (zie kader op pagina 4) worden andere wetenschappelijke disciplines of specialisaties daarin belangrijk. Zonder volledig te zijn, geeft de volgende opsomming een indruk van de verbreding.

Laag 1: het klimaat en de veranderingen daarin: kernwetenschappen daarin zijn meteorologie, natuurkunde, scheikunde en wiskunde.

Laag 2: gevolgen van de veranderingen: hier worden, naast de eerder genoemde wetenschappen, ook o.a. fysische geografie, hydrologie, bodemkunde, ecologie en oceanologie belangrijk.

Bij de koppeling tussen laag 1 en 2 spelen onder andere biologie, chemie en bodemkunde een grote rol.

In laag 3 tenslotte, waar de aanpassingen aan de gevolgen van veranderingen centraal staan, worden ook disciplines als bijvoorbeeld planologie, sociologie, bestuurskunde, epidemiologie, sociale geografie en de landbouwwetenschappen belangrijk.

#### **Continue aandacht voor hoge-energiefysica**

Onderzoek op het gebied van hoge-energiefysica vindt al vele decennia plaats. Het niveau van de financiering is continu en hoog, zeker als je het houdt tegen het aantoonbaar nuttig effect dat ermee wordt bereikt, of de praktische vragen die ermee worden geadresseerd. Het is redelijk om aan te nemen dat het merendeel van de beleidsmakers en bestuurders die telkens weer beslissen over het continueren van dat onderzoek, geen idee hebben wat het inhoudt en waar het goed voor is. En toch gaat dat onderzoek door en worden steeds duurdere machines gebouwd waarmee gezocht wordt naar steeds kleinere deeltjes.

Misschien is het geheim van de continuïteit van dit onderzoek dat de uitkomsten ervan iets toevoegen aan onze kennis zonder dat die kennis een bedreiging inhoudt. Daarentegen wordt klimaatonderzoek juist geassocieerd met dreigende toekomstvoorspellingen en rampen die de mensheid over zichzelf afroept.

Het antwoord op de vraag hoe een continue financiering te realiseren voor klimaatonderzoek zou dan kunnen liggen in het zoeken naar de kansen die onderzoek naar klimaatveranderingen in zich bergt. Ook het verankeren van het onderzoek in een internationale samenwerking zoals het CERN in Genève, waarbij gezamenlijk wordt geïnvesteerd in (bijvoorbeeld) unieke computers en klimaatmodellen, kan dan van groot belang blijken.

*Wat nodig is: een overzicht van wat er wereldwijd aan klimaatonderzoek gebeurt, zodat Nederland zo goed mogelijk gebruik kan maken van buitenlands onderzoek; kunnen inschatten van de mogelijke relevantie van 'klimaatvreemd' onderzoek; behoud van een hoge kwaliteit van het eigen nationale onderzoek. zie aanbeveling 2.*

Het tweede aspect is dat de gevolgen van veranderingen in het klimaat van regio tot regio op onze aardbol heel anders zijn. De stijging van de zeespiegel is voor Nederland van belang, voor Zwitserland veel minder. En toename van de regenval in de Sahara is iets heel anders dan het verdrogen van Drenthe.

Het unieke van Nederland (en andere kleine landen) is dat door de geringe omvang van ons land, het bestuur – dat moet bepalen hoe de infrastructuur moet worden aangepast – de veranderingen in het mondiale klimaat als een gegeven kan beschouwen dat geheel onafhankelijk is van de fysieke maatregelen die we in Nederland nemen.

Veel meer dan het onderzoek naar het klimaat zelf, is nadenken over concrete maatregelen en de gevolgen daarvan dus een zaak van regio's. De kennis die nodig is om de fysieke infrastructuur aan te passen wordt daarmee sterk bepaald door de lokale gevolgen van de klimaatsverandering.

*Wat nodig is: nauwe samenwerking tussen verschillende kennisdragers om gebruik te maken van regionale en lokale kennis en ervaring om tot maatwerk te komen bij het bedenken en implementeren van aanpassingen van de infrastructuur. Zie aanbeveling 5.*

Nederland heeft een lange historie en internationaal een grote reputatie in het aanpassen van de infrastructuur aan de dreiging van het water en in het ordenen van een samenleving onder de zeespiegel. Voor Nederland liggen er grote uitdagingen en kansen in de veranderingen van het klimaat.

Naarmate de zeespiegel verder stijgt, krijgen steeds meer kustgebieden in de wereld te maken met problemen die vergelijkbaar zijn met die van Nederland. Dat betekent dat als ingenieurs, beleidsmakers en bestuurders in Nederland er gezamenlijk in slagen nieuwe concepten en oplossingen te ontwikkelen en te implementeren voor klimaatbestendig leven en wonen onder de dreiging van een stijgende zeespiegel, Nederland niet alleen zichzelf helpt, maar ook en tegelijkertijd een geweldige wereldwijde exportmarkt creëert.

*Wat nodig is: het creëren van vrijplaatsen waar de verschillende betrokken partijen met elkaar nieuwe concepten en ideeën te genereren en naar de praktijk brengen (zie aanbeveling 3).*

Het derde aspect is dat het zeker is dat de voorspellingen over veranderingen van het klimaat geen zekerheid bieden over de werkelijke veranderingen. Hetzelfde geldt voor de mondiale gevolgen daarvan (zoals veranderingen van de zeespiegel). De gevolgen voor regio's volgen uit de interactie van de mondiale ontwikkelingen met de lokale omstandigheden. In de voorspellingen van de omvang van de mondiale klimaatverandering zit al een grote onzekerheid; die onzekerheid wordt alleen maar groter naarmate men probeert om de gevolgen voor afzonderlijke naties of zelfs regio's te voorspellen<sup>25</sup>.

*Wat nodig is: ook hier samenwerking om gebruik te maken van regionale en lokale kennis en ervaring. Zie aanbeveling 5.*

Het laatste aspect is de consequentie van de voorafgaande: er moet een adequaat proces van agendering en onderzoeksprogrammering bestaan. Dat proces stoelt inhoudelijk op een goed beeld van het onderzoek en de kennisvragen (zie aanbeveling 1). Procesmatig moet de agendering zo plaatsvinden dat het totale pakket van projecten goed in elkaar zit (zie aanbeveling 4), en de beschikbare middelen goed worden besteed.

---

<sup>25</sup> De wetenschap hanteert een strakke systematiek om foutenmarges (onzekerheden) te berekenen. Onzekerheden in de voorspellingen van regionale gevolgen zijn minstens even groot zijn als de onzekerheden in de voorspellingen van de veranderingen van het mondiale klimaat en de mondiale gevolgen daarvan.

## V Nawoord

*“Toen ontwierp ik de structuur en zette die als volgt op:  
Ik bracht zes dekken aan  
En verdeelde het schip zo in zeven.  
Het ruim verdeelde ik in negen delen,  
In het midden sloeg ik de pluggen vast”<sup>26</sup>*

Het nawoord van dit essay is in januari 2009 geschreven. Het was een periode dat het woord ‘Elfstedentocht’ overal rondzong en Henk Kroes, oud-voorzitter van de Vereniging de Friesche Elf Steden, weer op de televisie verscheen. Vogels gingen dood omdat ze niet meer wisten hoe ze een koude periode moeten overleven. De klimaatverandering, door velen vooral geassocieerd met ‘warmte’ en ‘zeespiegelstijging’ was in de actualiteit ver naar de achtergrond verdrongen; vergeten leek dat het jaar 2008 in de top tien van warmste jaren ooit staat. Het is niet ondenkbaar dat die januarimaand nog lang wordt gebruikt als argument dat de klimaatverandering wel meevalt en dat voorspellingen over opwarming van de aarde en stijging van de zeespiegel speculatief zijn en bedoeld om de mensheid angst aan te jagen. Eén koude maand in massaal onzekere tijden en we vinden weer zekerheid in de geruststellende oude weerpatronen met warme en koude winters.

Met dit essay en de bijbehorende aanbevelingen hebben wij enkele bouwstenen aangedragen voor het goed organiseren van kennis over veranderingen in het klimaat, ten dienste van het aanpassen van de fysieke infrastructuur van Nederland. Wij hebben kennis hier beschouwd als een grondstof voor beleid en besluiten. De grote uitdaging is om te bepalen welke kennis relevant is voor beleidsmakers en bestuurders en deze dan in de goede vorm, taal en samenstelling op de juiste plaats te concentreren en beschikbaar te maken. Om dat met het gewenste effect te kunnen doen, moet er een kader zijn dat aangeeft hoe bestuurlijk kan worden omgegaan met de intrinsieke onzekerheid van kennis en de doorwerking daarvan in beleid en besluitvorming.

Wij hebben aangegeven dat de grondstof kennis eigenaardigheden heeft die deze soms lastig te hanteren maken. Dat is omdat kennis zelden gedolven wordt in de vorm en op de plaats waar deze direct bruikbaar is. Het heeft ook te maken met het feit dat problemen niet de taxonomie van de wetenschap volgen en het feit dat het genereren van kennis een tijdcyclus kent die niets te maken heeft met de tijdcycli waarop problemen zich manifesteren en om een oplossing vragen.

Er zijn beproefde werkwijzen en organisatievormen beschikbaar om de problemen die voortvloeien uit deze eigenaardigheden van kennis op te lossen. In de aanbevelingen bij dit essay worden er enkele genoemd. Toch willen wij benadrukken dat het een ernstig misverstand zou zijn te denken dat het organiseren van kennis voor klimaatverandering vooral een technische kwestie is.

Techniek is slechts een deel van het verhaal. In de tijden van mensen als Ut-napištim en Noah kreeg de mensheid concrete aanwijzingen om hun arken te bouwen, maar belangrijker was dat deze mannen ingingen tegen de scepsis van hun omgeving en deden wat zij vonden dat moest gebeuren. Zij zagen de signalen van het onheil en ondernamen actie.

Nederland kan geen fysieke ark bouwen; wij moeten het hebben van kennis, bestuurlijke kracht en doorzettingsvermogen, creatieve oplossingen en een programmatische aanpak. Onze opgave is niet om in één week tijd een boot te bouwen, maar om over twee tot drie generaties een Nederland te hebben waar onze kleinkinderen goed kunnen leven. Dat vraagt ideeën, kennis en oplossingen van een omvang, vernuft en durf die we nu nauwelijks kunnen beseffen. En daarom ook moeten we, in alle onzekerheid, nu beginnen te werken aan die ideeën, kennis en oplossingen. Dat vraagt, naast goed georganiseerd disciplinair en conventioneel onderzoek (gericht op het vergroten van de *body of knowledge* en het vertalen van nieuwe concepten in praktische toepassingen) ook om vrijplaatsen waar topwetenschappers, ingenieurs, beleidsmakers en bestuurders buiten de grenzen van hun vak kunnen treden en intensief met

<sup>26</sup> *Ut-napištim vertelt aan Gilgameš hoe hij zijn schip heeft ontworpen op basis van aanwijzingen van de God Ea (bron zie voetnoot 1).*

elkaar kunnen brainstormen over totaal nieuwe concepten en ideeën voor toekomst- en klimaatbestendigheid.

Het vraagt ook om een autoriteit die richtingen kan stellen en keuzes kan maken. En het vraagt om de wijsheid het verschil te kennen tussen wat je wel en wat je niet kunt veranderen<sup>27</sup>.

Iedere vertraging en aarzeling om aan het werk te gaan zal onze opties op langere termijn beperken – en dan hangen de zwarte regenwolken van Adad opeens boven ons land en is er geen tijd meer over.

Kennisontwikkeling is mensenwerk. Het moet gedragen worden door mensen die klimaatverandering serieus nemen. Het moeten mensen zijn die aanvaarden dat zij een soms ondankbare voortrekkersrol moeten vervullen. Zij moeten bestand zijn tegen scepsis en beseffen dat alleen kwalitatief hoogwaardige kennis en echte creativiteit ons helpen. Die mensen zijn er nu. Een van hun opgaven zal zijn om een volgende generatie te vinden die in deze geest het werk kan voortzetten. De opgave van beleidsmakers en bestuurders zal zijn om hun de ruimte te geven om hun werk te kunnen doen en hen te helpen de vallen te vermijden die inherent zijn aan vanzelfsprekendheden en defensieve programmering.

---

<sup>27</sup> Naar een gebed van de Cherokee indianen: *O great spirit, grant me the serenity to accept the things I cannot change, the courage to change the things I can, and the wisdom to know the difference.*

## Aanbevelingen

### ① Vertaling tussen vraag en aanbod van kennis

Achtergrond:

1) De evolutie en groei van de wetenschap hebben geleid tot een verregaande specialisatie en subspecialisatie naar kleine en grote disciplines. Binnen elk van die specialisaties en subspecialisaties zijn eigen vaktalen, onderzoeksmethoden en conceptuele kaders ontstaan. Deze vaktalen zijn voor wetenschappers onderling al lastig te doorzien en combineren, en dat geldt zeker voor de wereld buiten de wetenschap.

2) De klimaatproblematiek is inherent interdisciplinair van aard. Alleen al het onderzoek naar klimaatverandering vergt kennis en inzichten vanuit heel verschillende disciplines (zoals onder andere meteorologie, ecologie, oceanologie, biologie, chemie en fysica). Voor het analyseren van de raakvlakken tussen klimaatverandering en menselijke systemen zijn veel meer disciplines nodig (onder andere sociologie, geneeskunde, bestuurskunde, landbouw- en ingenieurswetenschappen).

3) Het interdisciplinaire karakter van de klimaatproblematiek heeft als consequentie dat bij probleemanalyses en bij het formuleren van adaptatiestrategieën en praktische oplossingen kennis uit vele disciplines gecombineerd moet worden. Dat vraagt om inzicht in wat de afzonderlijke disciplines bijdragen aan oplossingen. Het vraagt ook om inzicht hoe kennis uit meerdere disciplines gecombineerd moet worden om vragen van beleidsmakers en bestuurders te kunnen beantwoorden. Dat inzicht en die relaties tussen kennis moeten steeds in de taal van de kennisafnemers verwoord zijn om hun duidelijk te maken hoe de resultaten van onderzoek bijdragen aan hun doelen.

Aanbevelingen:

- ▶ Maak ten behoeve van het Nederlandse klimaatonderzoek gebruik van een gestandaardiseerde methode (“geregisseerde vertaalslag”) om de taalverschillen tussen aanbieders en gebruikers van kennis te overbruggen. De brug wordt gebouwd van twee kanten. Van de ene kant gebeurt dat door in twee stappen de strategische doelen te inventariseren en af te breken (“decomponeren”) tot een set van concrete kennisvragen. Van de andere kant wordt ook het kennisaanbod in twee stappen gedecomposeerd tot een set van ‘toepassingen’. De koppeling tussen kennisvragen en –aanbod vindt plaats op het meest concrete niveau; alleen waar kennisvragen en toepassingen elkaar ‘raken’ ligt de basis voor zinvolle onderzoeksprojecten. Door vanuit twee kanten stapsgewijs naar verbanden te zoeken wordt de potentiële bijdrage zichtbaar van elke discipline aan de strategische doelen. Zo kunnen aanbieders en gebruikers van kennis zien wat zij voor elkaar kunnen betekenen. De daaruit voortkomende verbanden laten ook zien waarom meerdere disciplines in een programma moeten samenwerken<sup>28</sup>.
- ▶ Gebruik zo’n methode ook om (op nationaal niveau) een landkaart te maken van het Nederlandse klimaatonderzoek gericht op adaptatie in zijn totaliteit. Zo’n kaart van lopend Nederlands onderzoek (gekoppeld aan de doelen van de adaptatiestrategie) kan zichtbaar maken of er hiaten in het Nederlandse kennisaanbod zijn. De kaart biedt daarmee ook een focus om gericht te zoeken naar relevante kennis in het buitenland.

---

<sup>28</sup> Zie ook de opmerking in het essay *Klimaat bestendig of klimaat neutraal bestuur?* over de thans beperkte koppeling tussen de ingenieurwetenschappen en disciplines zoals psychologie, sociologie, en bestuurskunde.

## ② Positie in internationale kennisontwikkeling

Achtergrond:

1) Nederland produceert, algemeen gesteld, zo'n 3% van de wereldwijde kennis. Dat cijfer ligt waarschijnlijk iets hoger voor kennis op het gebied van klimaatonderzoek, omdat Nederland inhoudelijk een sterke positie inneemt en bovendien relatief veel financiële middelen inzet voor dit onderzoek. Niettemin wordt het overgrote deel van de kennis buiten de deur geproduceerd.

2) Niet rekening houden met kennisproductie in de rest van de wereld houdt het gevaar in van verspilling van tijd, geld en energie. Het betekent ook dat Nederland geen of weinig zicht heeft op buitenlandse kennis die ook voor ons land nuttig kan zijn. Het is zaak de positie van Nederland goed te benutten, en tegelijk te voorkomen dat buitenlandse ontwikkelingen worden gemist.

Aanbevelingen:

- ▶ Richt de functie van uitkijkpost in om systematisch te kijken naar (buitenlandse) ontwikkelingen op het gebied van onderzoek naar klimaat en adaptatie. Deze uitkijkpost zoekt, analyseert en rapporteert over 1) buitenlandse ontwikkelingen die buiten de 'Nederlandse' scenario's vallen, 2) ontwikkelingen in kennisgebieden die niet in de Nederlandse programmering zijn meegenomen (maar een vermoeden van later nut in zich dragen), 3) maatschappelijke signalen die wijzen op een andere houding van de samenleving t.a.v. klimaatverandering en 4) adaptatiestrategieën van landen en regio's die vergelijkbaar zijn met Nederland. De uitkijkpost maakt gebruik van wat de verschillende private en publieke partijen in Nederland zelf aan informatie hebben, vult de hiaten daarin op en weet deze informatie te bundelen en te koppelen aan de Nederlandse beleidsdoelen.
- ▶ Benut de vooraanstaande positie van Nederland om een grote rol te (blijven) spelen bij het bepalen van de agenda voor internationaal klimaatonderzoek. Het organiseren van dat onderzoek in of rond internationaal gefinancierde onderzoekscentra kan een stabiliserende factor zijn bij wisselende politieke aandacht voor klimaatverandering. Benut deze vooraanstaande positie ook om zicht te houden op de internationale kennisontwikkeling en om te zorgen dat Nederland een grote aantrekkingskracht heeft op excellente onderzoekers uit de rest van de wereld.
- ▶ Zorg bij het managen van het totale Nederlandse klimaatonderzoek (zie aanbeveling 4 over portfoliomanagement) naar een goede balans tussen 1) de Nederlandse deelname aan generiek mondiaal klimaatonderzoek, 2) gezamenlijk onderzoek met andere landen naar gedeelde thema's (zoals adaptatie in drukbevolkte deltagebieden), 3) onderzoek dat uniek is voor Nederland door de combinatie van fysieke infrastructuur, sociaal-economische kenmerken en bestuurlijke inrichting en 4) onderzoek naar het adaptatieproces zelf (zie ook aanbeveling 5).

## ③ Vrijplaatsen voor wetenschappelijk onderzoek en conceptontwikkeling

Achtergrond:

1) In de afgelopen 200 jaren hebben de wetenschap en zijn instituties zich steeds meer langs disciplinaire lijnen ontwikkeld. In tegenstelling daarmee zijn alle grote problemen in de wereld in hun aard non-disciplinair.

Deze mismatch tussen wetenschap en problemen staat in de weg van een begrip van de fundamentele aard van problemen als de veranderingen in het klimaat en de gevolgen daarvan voor verschillende regio's op aarde. Zo'n begrip is een voorwaarde voor het creëren van een kennisbasis waarmee de onzekerheden in de voorspellingen over de klimaatontwikkeling van de toekomst en de gevolgen daarvan kunnen worden verminderd.

2) Afgezien van de disciplinaire gerichtheid van het huidige onderzoeksbestel wordt de ontwikkeling van zo'n kennisbasis belemmerd door de grote druk die bij de financiering van onderzoek gelegd wordt op de directe vertaling van de resulterende kennis naar economische waarde. Zo worden vooral onderzoeksprogramma's gehonoreerd als indieners van voorstellen in grote mate van detail de verwachte uitkomsten van de onderzoeksprojecten kunnen aangeven. Concreetheid, duidelijkheid, resultaten over een afzienbare periode (3 tot 4 jaar) en onderbouwde berekeningen van de opbrengsten werken positief op de beoordeling van een programmavoorstel.

3) Bij het organiseren van het genereren van kennis ten behoeve van de aanpassingen van de infrastructuur aan veranderingen van het klimaat moet ervoor worden gewaakt dat de vraag naar kennis niet automatisch leidt tot deze reflex. Die staat namelijk haaks op de fundamentele onzekerheid over de klimaatverandering op de langere termijn en de noodzaak om zoveel mogelijk opties beschikbaar te hebben voor het benaderen van dit type ongestructureerde grote vraagstukken die zich ook nog eens over meerdere generaties uitstrekken.

4) Bovenstaande punten leiden tot de gedachte aan wetenschappelijke vrijplaatsen<sup>29</sup>. In die vrijplaatsen kunnen de kiemen worden gelegd voor nieuwe concepten en ideeën die de grenzen van individuele disciplines overstijgen, en die niet onder druk staan van korte termijn opbrengsten en waarbij ook niet-wetenschappelijke kennis kan worden ingezet (zie ook aanbeveling 5).

Aanbeveling:

- ▶ Om het repertoire aan adaptatiemogelijkheden van Nederland te verbreden<sup>30</sup> zou Nederland vrijplaatsen moeten inrichten. Een type waar topwetenschappers met grote verbeeldingskracht buiten de disciplinaire grenzen van hun vak willen treden, en een tweede type waar wetenschappers, ingenieurs, beleidsmakers, bestuurders en vertegenwoordigers van bewoners en lokale organisaties intensief met elkaar kunnen brainstormen en samenwerken<sup>31</sup>. In het eerste type vrijplaats staat het kiemen en koesteren van nieuwe discipline-overschrijdende concepten en ideeën centraal. In de tweede staan de regionale gevolgen van klimaatveranderingen centraal en de manier om daar op de beste manier op te anticiperen en nieuwe concepten in praktijk te brengen.
- ▶ Dit tweede type vrijplaatsen kan ontstaan uit de *hot spots* van de huidige klimaatprogramma's. Zij zijn, naast het ontwikkelen van concepten, bij uitstek geschikt voor opleidingsdoelen. Studenten uit het beroeps- en wetenschappelijk onderwijs kunnen hier de theorie in praktijk brengen en ervaring opdoen met de toepassing daarvan. Waar nieuwe HBO- en WO-opleidingen op het gebied van klimaatonderzoek ontstaan, zouden die de mogelijkheid moeten hebben om nauw aan te sluiten bij praktijkprojecten en –experimenten, en omgekeerd moeten deze vrijplaatsen ook als leeromgeving kunnen fungeren. Belangrijk is dat studenten hier kennis kunnen maken met de nieuwste methoden en technologieën, niet bezwaard door de historie van eerdere beroepservaring. Daarmee wordt een volgende generatie ingenieurs, onderzoekers en technici opgeleid met de nodige bagage aan nieuwe ideeën én met kennis van het implementatieproces

Overwegingen bij het inrichten van vrijplaatsen:

- 1 Vrijplaatsen zijn fysieke ontmoetingplaatsen, waar mensen van verschillende disciplines en achtergronden onconventionele vragen kunnen stellen, vaste manieren van denken

---

<sup>29</sup> De eerste universiteiten (Bologna, Leiden, e.a.) waren vrijhavens waar nieuwe kennis kon worden vergaard en onderwezen.

<sup>30</sup> Zie ook de aanbevelingen in het essay *Klimaat bestendig of klimaat neutraal bestuur?* m.b.t. het belang van diversiteit aan mogelijke oplossingsrichtingen.

<sup>31</sup> De praktijkervaring met het opzetten van dergelijke instituten is beperkt, maar mobiliseerbaar.

- ter discussie kunnen brengen, onverkende maar veelbelovende onderzoekswegen kunnen openen en direct en intensief en langdurig met elkaar kunnen discussiëren.
- 2 Vrijplaatsen zijn klein, om het contact te optimaliseren en bureaucratie buiten de deur te houden<sup>32</sup>
  - 3 Vrijplaatsen kennen geen belemmeringen van conventies, institutionele belangen of disciplinaire afbakeningen die in de weg staan van het kiemen en koesteren van nieuwe concepten of ideeën.
  - 4 Het voorbeeld 'krokodillen redden' geeft aan hoe belangrijk het is om de afstanden tussen wetenschappelijke disciplines te overwinnen. Dat leidt tot antwoorden die uitstijgen boven de verschillen tussen afzonderlijke disciplines en die goed hanteerbaar zijn voor kennisafnemers.
  - 5 Essentieel voor de wetenschappelijke vrijplaats is dat de onderzoeksagenda onvoorwaardelijk wordt bepaald door de wetenschappers.
  - 6 Vrijplaatsen van het eerste type staan naast (en zijn steeds in wisselwerking met) goed georganiseerd, disciplinair onderzoek naar de gevolgen van klimaatveranderingen en strategieën voor adaptatie. Dat disciplinaire onderzoek is meer gericht op het vergroten van de *body of knowledge* binnen disciplines en is nodig voor het vertalen van nieuwe concepten in praktische toepassingen.
  - 7 Vrijplaatsen van het eerste type zijn er om ideeën te kiemen en te koesteren, niet om deze uit te ontwikkelen. De plaats daarvoor ligt in de universiteiten en onderzoeksinstituten. Een wezenlijk aspect bij het inrichten van een wetenschappelijke vrijplaats is dan ook dat deze wordt gebouwd rond een natuurlijke, persoonlijke verbinding met universiteiten en onderzoeksinstituten. Hoe dit goed te doen is bekend<sup>33</sup>.
  - 8 Het inrichten van zulke vrijplaatsen is een wezenlijk aspect van het organiseren van de kennis rondom klimaatveranderingen en het opleiden van een volgende generatie onderzoekers en ingenieurs.
  - 9 In de vrijplaatsen kunnen totaal nieuwe concepten en ideeën worden gegenereerd die toekomst- en klimaatbestendig zijn, dat wil zeggen niet afhankelijk zijn van de onzekerheden die inherent zijn aan de voorspellingen over het klimaat.

#### ④ Portfoliomanagement van onderzoek

Achtergrond:

- 1) Het organiseren van kennis op een nationale schaal en het juist inzetten van de financiële middelen daarvoor vraagt niet alleen om een goed en actueel overzicht van alle onderzoek (de inhoudelijke beschrijving daarvan en de betrokken kennisinstellingen en onderzoeksgroepen). Het roept ook de vraag op of het totale pakket van projecten goed in elkaar zit, en daarmee of de ingezette middelen goed worden besteed.
- 2) Met portfoliomanagement en methoden voor het optimaliseren van de portfolio is op andere gebieden ruime ervaring voorhanden om een pakket projecten te beoordelen. Deze ervaring is opgebouwd in de wereld van het venture capital<sup>34</sup> en bij het beheren van R&D-programma's, met name van grote bedrijven. Zo'n portfolio is in principe opgebouwd uit projecten met verschillende tijdshorizonten (ook verband houdende met de verschillende tijdschalen waarin veranderingen zich afspelen), verschillende graden van stoutmoedigheid, en verschillende omvang. Essentieel is dat het gaat om het opbouwen

---

<sup>32</sup> Een goed en al 25 jaar oud voorbeeld van zo'n vrijplaats is het Amerikaanse Santa Fe Institute in New Mexico.

<sup>33</sup> Zie bijvoorbeeld de inrichting van het eerder genoemde Santa Fe Institute.

<sup>34</sup> De echte venture kapitalist heeft als doel gezonde en levensvatbare bedrijven te bouwen vanuit een nieuw idee (technologie, proces of dienst) waarmee een serieus probleem wordt opgelost.

van een gezonde portfolio als geheel, en niet om micro-management per afzonderlijk project.

Aanbeveling:

- ▶ Onderzoek de mogelijkheid voor een consequente toepassing van de portfoliobenadering op de onderzoeksprogramma's op het gebied van klimaat en adaptatie (eerst in analyserende en nog niet in besluitvormende zin). Doel is daarbij inzicht te krijgen in de diversiteit van het lopende onderzoek en om te verkennen of de portfolio in balans is.  
Een aantal mogelijke parameters om de portfolio te analyseren en daarna eventueel bij te sturen zijn: 1) de karakterisering van projecten en programma's naar de verhouding tussen risico en potentiële opbrengst (in het bijzonder zoekend naar voldoende *high risk high yield* projecten); 2) het karakteriseren van projecten naar de termijn waarop zij tot toepassing kunnen leiden en naar de verwachte impact van de toepassingen; 3) karakterisering van projecten naar de mate waarin zij leiden tot kennis die ook waarde kan hebben voor commerciële toepassingen en 4) een evenwicht tussen generiek onderzoek en specifiek (op toepassing in Nederland gericht) onderzoek.  
In de portfolio van klimaatonderzoek moet expliciet aandacht zijn voor het ontwikkelen van kennis over het adaptatieproces zelf, het ontwerpen daarvan en de inbreng en rol van partijen daarin. Dat zou kunnen inhouden dat er voldoende variëteit is van projecten, bijvoorbeeld naar gelang de bestuurlijke complexiteit, de mate van onzekerheid, de schaalgrootte van de beoogde adaptatie en de tijds termijn van het adaptatieproces. Zo bouwt Nederland al doende praktijkervaring op met een scala aan adaptatieprocessen.  
De portfoliobenadering maakt het tenslotte ook mogelijk om differentiatie aan te brengen in de toetsing van projectvoorstellen en de financiering van projecten, zodat ook experimentele projecten met een onzekere uitkomst uitgevoerd kunnen worden.

## 6 Kennis vanuit praktijk

Achtergrond:

1) De adaptieve benadering van de klimaatproblematiek houdt in dat er (naast kennis over de mondiale klimaatverandering in het algemeen) drie soorten kennis nodig zijn voor het bedenken en implementeren van aanpassingen van de fysieke infrastructuur. In de eerste plaats is dat kennis om de mogelijke gevolgen van de klimaatverandering ("de regenval wordt grilliger") te preciseren naar de lokale omstandigheden. Vervolgens is kennis nodig over de lokale fysieke infrastructuur (gebruik, aanpassing, nieuwbouw), de maatschappelijke infrastructuur (lokaal bestuur, belangen van bedrijven en bewoners) en over de wettelijke mogelijkheden en onmogelijkheden. Ten slotte is kennis nodig vanuit de ingenieurswereld (zoals bij Rijkswaterstaat en de private ingenieursbureaus te vinden is) om nieuwe varianten en uitvoeringsvormen van fysieke infrastructuren te bedenken. Deze opsomming geeft aan dat naast wetenschappelijke kennis, ook de praktijkkennis en ervaring van andere partijen nodig is.

2) Zonder lokale kennis en ervaring werken generieke oplossingen niet. Voor het bedenken en uitvoeren van lokale oplossingen moet er een basis zijn van wetenschappelijke kennis en moet een repertoire beschikbaar zijn van mogelijke technische oplossingen (die deels op fundamentele kennis berust, maar voor een groot deel ontstaat door toegepaste kennis en creatieve varianten van bestaande infrastructuur). In een gezamenlijk proces, samen met lokale partijen, wordt gezocht naar goede oplossingen voor het aanpassen van fysieke infrastructuren. 'Goed' is hier niet alleen in technisch opzicht goed, maar ook in termen van draagvlak en voordelen voor lokale partijen. Dat proces kan onder andere leiden tot *reframing* van de probleemstelling, tot nieuwe ideeën voor multifunctioneel gebruik van

infrastructuren, tot nieuwe allianties tussen regionale partijen en tot het anders verdelen van lokale taken en verantwoordelijkheden.

3) In Nederland hebben onder andere het Athena Instituut, het Competentiecentrum voor Transitie en het Innovatienetwerk ervaring met meer participatieve vormen van het genereren van kennis, het ontwikkelen van innovatieve concepten en het inrichten en evalueren van processen waarin onderzoekers en niet-onderzoekers gezamenlijk complexe en slecht gestructureerde vraagstukken analyseren en oplossen. Daarmee wordt het terrein van de traditionele wetenschap verlaten en ontstaat een “socio-technologisch innovatieproces”. Daarnaast is en wordt soortgelijke ervaring met samenwerking tussen onderzoekers en andere partijen opgedaan in onder andere de programma’s Klimaat voor Ruimte, Kennis voor Klimaat, Ruimte voor de Rivier Leven met Water en Habiforum.

Aanbevelingen:

- ▶ Bundel de lessen en ervaringen vanuit de genoemde programma’s en projecten en snijd deze waar nodig toe op het gebruik daarvan in lokale en regionale processen rond aanpassingen van de fysieke infrastructuur. Deze lessen moeten het hele traject bestrijken: vanaf het bedenken van nieuwe ideeën tot en met het uitvoeren van aanpassingen van de fysieke infrastructuur.  
Uit deze lessen moet ook duidelijk worden hoe het proces moet worden ingericht om de hierboven genoemde vier soorten kennis onderling beschikbaar en koppelbaar te maken (een van de meest lastige punten waar wetenschappers en niet-wetenschappers samenkomen).
- ▶ Besteed in de portfolio van klimaatonderzoek (zie aanbeveling 2) expliciet aandacht aan kennis over het adaptatieproces zelf, het ontwerpen daarvan en de inbreng en rol van partijen daarin. Een goede aanzet voor een aantal basale vragen geeft het essay *Adaptatie van infrastructuur aan klimaatverandering: strategieën in andere landen*, waarin onder andere onderzoek wordt ingegaan op omgaan met risico’s, op gevolgen van nationale en internationale wettelijke kaders, op grensoverstijgende adaptatie en op vergelijkend onderzoek naar adaptatiestrategieën in verschillende landen.  
Van de gedachtenlijnen van dit essay kan aanvullend ook worden gedacht aan onderzoek naar de wijze waarop beslissers (op nationaal en lokaal niveau) omgaan met risico’s, risicoberekeningen en scenario’s m.b.t. klimaatverandering en hoe zij de beschikbare wetenschappelijke kennis over de klimaatverandering ‘verwerken’ in hun besluitvorming.  
De kennis over het adaptatieproces die uit dit type onderzoek voortkomt, moet benut worden voor het beter inrichten van toekomstige adaptatieprocessen.

## ⑥ Continuïteit in richting, kwaliteit en aandacht voor klimaatonderzoek

Achtergrond:

1) Het tempo waarin veranderingen in het klimaat zich voltrekken ligt ordes van grootte lager dan het tempo waarin de focus van de aandacht van de mens voor zijn omgeving verandert. De veranderingen in de maatschappelijke en politieke aandacht voor mogelijke gevolgen van de veranderingen in het klimaat volgen het tempo van de verandering van die focus. Die verandering staat op gespannen voet met de noodzaak om door te gaan met het onderzoek naar keuzes die moeten worden gemaakt om de infrastructuur van Nederland aan te passen aan die gevolgen en met de voorbereiding en uitvoering van adaptatiestrategieën.

Nederland kan zich geen pauze veroorloven. Als zich ernstige nieuwe feiten over de gevolgen van klimaatveranderingen aandienen, is het erg moeilijk om de verloren tijd in te halen, zeker ook omdat het lang kan duren voordat aanpassingen van de fysieke infrastructuur zijn geïmplementeerd. Een en ander betekent dat continuïteit van aandacht

moet worden 'georganiseerd' en in die zin geïnstitutionaliseerd om de negatieve gevolgen van een terugval in aandacht (en financiële middelen) te compenseren.

2) Institutionaliseren van aandacht met als doel deze vast te houden en richting te geven gedurende een tijdspanne die vele kabinetsperiodes omvat, stelt twee voorwaarden. Ten eerste vraagt dat om een entiteit die onafhankelijk is (dus niet wordt beïnvloed door de waaier van de dag of de verschillende belangen van overheden, kennisinstellingen en marktpartijen). Ten tweede vraagt dat om een entiteit die voldoende gezag heeft om richting te geven aan de onderzoeksagenda.

Die richting moet worden bepaald vanuit een gedegen en voortdurend up-to-date inzicht in het wereldwijd uitgevoerde onderzoek naar de gevolgen van veranderingen van het klimaat en vanuit een even gedegen en up-to-date inzicht in de betekenis van die gevolgen voor de eisen die aan de Nederlandse infrastructuur moeten worden gesteld om zich aan die gevolgen te kunnen aanpassen. Een en ander vertaalt zich in eisen die moeten worden gesteld aan de ontwikkeling van kennis, van engineering, van opleidingen op diverse niveaus en van beleidsontwikkeling en besluitvorming.

3) Zo'n entiteit, waarvan we de naamgeving in het midden laten, zou als missie kunnen krijgen: *vanuit een objectieve, interdisciplinaire setting de richting te wijzen op het gebied van onderzoek naar de gevolgen voor Nederland van veranderingen van het klimaat, en naar de eisen die zulke gevolgen stellen aan de kennisontwikkeling, de ingenieurswetenschappen en de opleidingen vis à vis de gestelde lange termijn doelen voor de veiligheid en leefbaarheid van Nederland.*

Zo'n entiteit zou zo moeten worden samengesteld dat het gezag van de entiteit niet ter discussie kan komen. Dat betekent dat het niveau van de mensen, qua expertise, integriteit en onafhankelijkheid van denken boven iedere discussie is verheven, terwijl met de herkomst van deze mensen een goed gebalanceerde vertegenwoordiging wordt gerealiseerd van relevant onderzoek, relevante private en publieke sectoren, opleidingen, niveaus van publiek bestuur en andere relevante factoren.

Ter wille van een voortdurende optimale 'versheid' zouden leden van deze entiteit moeten gekozen worden voor een termijn van drie jaar die maximaal een maal met een termijn verlengd kan worden.

Aanbeveling:

- ▶ Onderzoek de voorwaarden waaronder een dergelijke entiteit in Nederland kan functioneren, schets de contouren daarvan (rol, relaties met andere entiteiten, functies, samenstelling en omvang) en tref voorbereidingen voor het instellen van zo'n entiteit.

Overwegingen bij deze aanbeveling:

- 1 De noodzaak voor een entiteit vloeit direct voort uit de noodzaak voor een continue en lange termijn aandacht voor de consequenties van klimaatveranderingen voor Nederland die past bij het lange termijn karakter van deze veranderingen.
- 2 De noodzaak vloeit ook voort uit de intrinsieke onzekerheid van voorspellingen over de gevolgen van veranderingen van het klimaat en de betekenis van die gevolgen voor Nederland. Die onzekerheid schept ruimte voor velerlei aanpakken, methoden en inzichten in de richting waarin onderzoek en aanpassingen zich zouden moeten bewegen. Het is niet mogelijk die onzekerheden weg te nemen, maar het is heel goed mogelijk een koers uit te zetten naar dat doel. Vergelijk het met een zeilschip dat de oceaan overzeilt. De schipper weet welke haven hij wil bereiken. Hij zet zijn eerste koers daar naar toe uit op basis van zijn kennis van de zee, de stroming en het weerbericht. Naarmate de reis vordert, past hij zijn koers aan op basis van de kennis van zijn positie en de veranderingen in wind en stroming, zonder zijn uiteindelijke doel uit het oog te verliezen. Wat nodig is om dat doel te bereiken is die schipper, de ene kapitein, die de keuzes maakt en de beslissingen over de te volgen koers neemt. Deze metafoor volgend is Nederland het schip en de in te stellen entiteit de kapitein. Het

- gezag van de kapitein staat niet ter discussie en iedereen weet dat twee kapiteins op het schip tot rampen leidt.
- 3 Een entiteit met het gezag als hierboven aangegeven neemt geen beslissingen, maar geeft de koers aan die leidend zou moeten zijn voor beslissingen van de overheid. De entiteit treedt niet in plaats van de overheid, maar levert juist gezag aan beslissingen van de overheid.
  - 4 Afwijkend van de metafoor van de schipper heeft de entiteit geen uitvoerende bevoegdheden. Een schipper heeft die wel en kan uitvoering van zijn aanwijzingen afdwingen. De entiteit heeft alleen gezag en kan alleen een rol van betekenis spelen als dat gezag door de overheid wordt erkend en ondersteund.
  - 5 Het gezag van de entiteit is uitsluitend gebaseerd op de kwaliteit van de samenstelling van de entiteit. De overheid kan dat gezag versterken door zich bij haar voorstellen voor overheidsleden voor de entiteit altijd te richten op de hoogste kwaliteit.
  - 6 Een entiteit als aangegeven is in zekere zin een vreemde eend in de Nederlandse bijt. Hoewel er enige overeenkomst is met raden als de Adviesraad voor Wetenschap en Technologie en de Algemene Energie Raad, zijn de verschillen groter dan de overeenkomsten. Het verschil ligt vooral in de focus op de agenda voor onderzoek naar de gevolgen van klimaatverandering voor Nederland en de aanpassingen daarvan van de entiteit, terwijl de genoemde raden vooral een adviesfunctie hebben ten aanzien van het te voeren beleid.
  - 7 In zekere zin kan een analogie worden gevonden in de Amerikaanse Transportation Research Board (TRB). Het lijkt daarom verstandig om aandacht te besteden aan het functioneren van die TRB, met als onderliggende gedachte dat daar mogelijk door de tijd beproefde elementen in zitten die bruikbaar zijn voor Nederland. Echter het is van groot belang daarbij voor ogen te houden dat de cultuur en de overheidssetting waarbinnen de TRB zich in de afgelopen 90 jaar heeft kunnen ontwikkelen, wezenlijk anders zijn dan die in Nederland. Aan de andere kant vraagt het probleem van de klimaatverandering een aanpak die niet vanzelfsprekend is ingebed in de Nederlandse samenleving, maar daar zeer wel in zou kunnen worden ingebed.

**Transportation Research Board (TRB)**

De Amerikaanse TRB is in 1920 opgezet om een mechanisme te creëren voor het uitwisselen van informatie en onderzoeksresultaten op het gebied van transporttechnologie (aanvankelijk alleen voor de weg). De missie is nu: *to provide leadership in transportation innovation and progress through research and information exchange, conducted within a setting that is objective, interdisciplinary, and multimodal.*

In de TRB zijn alle sleutelspelers in de Amerikaanse transportwereld op topniveau vertegenwoordigd. De TRB heeft daarmee het gezag om de randvoorwaarden en de richting voor de nationale agenda voor onderzoek op het gebied van transport in de VS te bepalen. De TRB doet dat voor de korte en lange termijn, met inbegrip van alle onzekerheden die inherent zijn aan de toekomst van het transport.