

## **Klimaatadaptatie en economie**

Piet Rietveld

Vrije Universiteit

Amsterdam

Januari 2009

Essay geschreven in het kader van de Definitiestudie Afwegingskader Klimaatbestendigheid, in opdracht van Leven met Water, Klimaat voor Ruimte, Kennis voor Klimaat en Habioforum.

Met dank aan Arwin van Buuren, Peter Driessen, Jarl Kind, Aalt Leusink, Marleen van Rijswijk, Willem Salet en Geert Teisman voor hun commentaar op een eerdere versie van dit essay

## 1. Inleiding

Klimaatverandering heeft invloed op de economie. Sommige economische activiteiten ondervinden voordelen, andere ondervinden nadelen. De voor- en nadelen zijn ongelijk verdeeld tussen regio's en landen, en ook tussen sectoren. Voor een gedegen economische analyse van klimaatverandering is het niet alleen belangrijk te letten op de directe voordelen en nadelen (baten en kosten), maar ook op de indirecte economische effecten. Het gaat er bijvoorbeeld niet alleen om te weten dat de productiviteit in de landbouw in een bepaalde regio zou afnemen ten gevolge van verzilting, maar ook welke mogelijkheden de landbouwsector heeft om zich aan te passen, zoals door de teelt van andere gewassen die beter passen bij een zilte omgeving.

Dit essay gaat over adaptatie aan klimaatverandering. Met een economische bril zal worden gekeken naar de vraagstukken die klimaatverandering met zich meebrengt en hoe de economie zich op de meest rendabele manier kan aanpassen. De andere kant van de medaille is natuurlijk dat economische instrumenten kunnen worden gehanteerd om klimaatveranderingen te beperken. Het Stern rapport is een bekend voorbeeld van een dergelijke mitigatiebenadering. Op mitigatie zullen we hier niet breed ingaan omdat het een onderwerp op zich is.

De volgende klimaatthema's zullen achtereenvolgens behandeld worden:

- Hoogwater
- Laagwater
- Droogte en verzilting
- Neerslag
- Wind
- Hitte.

Deze thema's variëren natuurlijk in belang: in Nederland is wind minder een issue dan de hoogwaterproblematiek en de uitgaven die de betrokken partijen doen in het kader van hun adaptatie zijn ook heel verschillend. Maar ook problemen van beperktere omvang zijn gediend met een gedegen analyse van de voor en nadelen van adaptatiemaatregelen. Ik bespreek deze klimaatthema's met *speciale aandacht voor de vraag wat de rol van publieke en private partijen bij adaptatie j kan zijn, en in het bijzonder welke incentives nodig zijn om marktpartijen tot optimale adaptatie te bewegen*. Duidelijk is dat hiermee niet alle relevante economische vragen in het adaptatie domein worden geadresseerd; ook komen niet alle soorten van adaptatiestrategieën aan de orde; voor dit essay heb ik mij moeten beperken<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Enkele economische thema's die niet of nauwelijks aan de orde komen in dit essay: Hoe om te gaan met onzekerheden over de ontwikkeling van het klimaat, ondermeer via stapsgewijze besluitvorming en optiewaarde

Ik start dit essay met een beknopte algemene beschouwing over de economische achtergrond van de taakverdeling tussen publieke en private partijen bij adaptatie strategieën (par. 2). Hierbij besteed ik speciale aandacht aan het thema van marktfalen om na te gaan wat de potentiële bijdrage van publieke en private partijen kan zijn in klimaatadaptatie. Daarna adresseer ik deze vragen voor ieder van de klimaatthema's separaat (par. 3-8). In par 9 worden conclusies geformuleerd, leidend tot een samenvattende tabel.

## **2. De economie van adaptatiestrategieën**

In dit essay staat de vraag centraal hoe adaptatie het best kan plaatsvinden, meer in het bijzonder wat voor de hand liggende rollen zijn van de overheid en de private sector en in hoeverre de overheid gebruik kan maken van financiële prikkels. Als uitgangspunt bij dit essay hanteer ik het concept van marktfalen bij de analyse van de taakverdeling tussen de publieke en private sector bij adaptatie opgaven.

### *Marktfalen*

Economische actoren zoals huishoudens, bedrijven en overheden interacteren met elkaar in de context van fysieke condities die deels afhangen van het klimaat. Veranderingen in klimaat leiden tot veranderingen in kosten en baten van de diverse activiteiten en daarmee mogelijk tot aanpassingen van gedrag. Vanuit de economie is dan de vraag wat een gewenst niveau van aanpassing is, waarbij zowel 'undershooting' als 'overshooting' vermeden moet worden.

Een standaard uitgangspunt is dat van de perfecte markt. Als aan een aantal voorwaarden is voldaan zal de vrije markt ervoor zorgen dat optimale aanpassing plaatsvindt. Optimaal is hier gedefinieerd in termen van een zo gunstig mogelijke balans van kosten en baten voor een samenleving als geheel. In een perfecte markt is er geen conflict tussen individueel belang en maatschappelijk belang: individueel gedrag gericht op het maximaliseren van de eigen welvaart of winst leidt tot marktevenwichten die het gunstigst zijn voor de gehele samenleving.

---

benaderingen?; Waar liggen kennislacunes voor het uitvoeren van maatschappelijke kosten baten analyses (MKBA) bij de diverse klimaatthema's?; Wat zouden de consequenties zijn van koppeling van adaptatie aan mitigatie voor het uitwerken van de diverse beleidsstrategieën? Ook ga ik niet in op alle mogelijke adaptatie strategieën. Voorbeelden van onderwerpen die niet behandeld worden: zandsuppletie als middel tegen overstromingsrisico en de ruimtelijke aanpassingen bij verzilting in de landbouw.

Duidelijk is dat veel markten worden gehinderd door verstoringen. In dat geval is sprake van marktfalen en kan er een conflict gaan optreden tussen individueel belang en algemeen belang. De vormen van marktfalen die het vaakst in de literatuur genoemd worden zijn:

1. Externe effecten
2. Marktmacht
3. Free rider gedrag
4. Imperfecte informatie en onzekerheid
5. Transactiekosten

Hieronder volgt een korte omschrijving van deze vormen van marktfalen, met voorbeelden uit de klimaat thema's.

*Externe effecten* treden bijvoorbeeld op als de klimaatadaptatie van de ene actor tot nadelen van andere actoren leidt waarbij de eerste actor geen compensatie hoeft te geven aan de benadeelde actoren. Een voorbeeld hiervan is dat maatregelen gericht op versnelde afvoer van hoogwater in de ene regio tot verergering van overstromingsrisico's in stroomafwaarts gelegen regio's kan leiden. Een ander voorbeeld betreft het gebruik van airconditioning in een sterk verstedelijkt gebied leidend tot verergering van de hittestress van andere gebruikers in dit gebied. Een derde en laatste voorbeeld: adaptatiemaatregelen kunnen leiden tot aantasting van landschappelijke kwaliteit. Externe effecten leiden gemakkelijk tot afwenteling en behoren ongetwijfeld tot de belangrijkste redenen van marktfalen rondom het klimaat thema.

*Marktmacht* heeft als gevolg dat de geproduceerde goederen of diensten duurder zijn dan nodig waardoor het gebruik ervan kleiner wordt dan maatschappelijk gewenst. Marktmacht kan optreden bij producenten van materialen en diensten die nodig zijn bij adaptatiestrategieën, en daarnaast zal marktmacht natuurlijk ook in de rest van de economie kunnen optreden. Het belang van deze versturende factor bij de vormgeving van adaptatiebeleid is vermoedelijk kleiner dan dat van de externe effecten.

*Free-rider gedrag* treedt op als het aanbieden van een product of dienst (bijvoorbeeld overstromingsveiligheid) zodanig is dat iedereen in een bepaald gebied er van profiteert. Het is niet goed mogelijk om bepaalde baathebbers uit te sluiten. Nationale defensie is een bekend voorbeeld van een dienst waarbij ieder die in een land woont profiteert. Het probleem met goederen waarbij consumenten niet gemakkelijk kunnen worden uitgesloten is dat het free-rider gedrag kan uitlokken. Een duidelijk voorbeeld hiervan is de veiligheidssituatie in dijkringen. Een private aanbieder van de dienst 'overstromingsveiligheid' door middel van een dijkring zal ontdekken dat hij bewoners van percelen binnen de dijkring die niet willen betalen niet van de geleverde veiligheid kan uitsluiten. Bewoners die dit weten zullen vermoedelijk niet willen meebetalen aan de dijk en daarmee wordt de economische basis aan private verschaffing van overstromingsveiligheid via dijkringen zeer zwak. Alleen

een private partij die de grond in de gehele dijkkring in bezit heeft, of een publieke partij zal tot dijkaanleg komen.

*Imperfecte informatie en onzekerheid* kunnen leiden tot beslissingen die ‘achteraf’ als inefficiënt kunnen worden geïnterpreteerd zodat markten waar dit een rol speelt niet goed functioneren. Dit zijn duidelijk thema’s die bij klimaatverandering van belang zijn. Bewoners van een bepaald gebied zijn vaak niet in staat om tot een correcte inschatting te komen van de risico’s die daaraan verbonden zijn en dat geldt zeker ook voor klimaatgebonden risico’s. In het bijzonder geldt dat grote calamiteiten slechts met zeer lage kansen optreden en dat de potentiële slachtoffers deze kansen vaak niet goed kunnen inschatten. Zonder goede informatie kan er dus sprake zijn van zowel onderschatting als overschatting van de risico’s en beiden staan optimale adaptatie in de weg. Bij onzekerheid over de toekomst kunnen verzekeringen een bijdrage leveren om de nadelen van de onzekerheid te beperken. Dat leidt overigens niet tot het totaal verdwijnen van de problemen, omdat er sprake kan zijn van asymmetrische informatie. Die kan ondermeer leiden tot het ‘moral hazard’ probleem wat inhoudt dat de verzekerde niet gestimuleerd wordt om zelf zijn best te doen om klimaatschade tegen te gaan.

*Transactiekosten* zijn kosten –niet noodzakelijk beperkt tot financiële kosten- die optreden als partijen een overeenkomst sluiten. Gebiedsontwikkeling is een typisch voorbeeld van een situatie met hoge transactiekosten. Het bekende Coase theorema geeft aan dat bij afwezigheid van transactiekosten partijen door onderhandelingen tot optimale allocatie kunnen komen, zelfs als er externaliteiten in het spel zijn, omdat slachtoffers van externaliteiten compensatie zullen vragen. Overheidsinterventie is dan niet nodig om de eerder genoemde problemen van externaliteiten en ‘free-rider’ gedrag op te lossen. De ervaring leert dat zeker bij grotere groepen de transactiekosten aanzienlijk kunnen worden waardoor de uitweg van Coasiaanse onderhandelingen in de meeste gevallen als vervanger voor overheidsinterventie geen begaanbare route blijkt.

Deze vormen van marktfalen maken duidelijk dat bij het adaptatie thema er een belangrijke rol is weggelegd voor de overheid. Maar ook de overheid heeft te maken met allerlei vormen van falen. Opvallend genoeg zijn de bovengenoemde problemen die bij markten kunnen optreden ook van toepassing op overheden. *Externe effecten* treden op binnen de publieke sector als meerdere overheden in het spel zijn en problemen over de schutting worden gegooid. Veiligstellen van de zoetwatervoorziening in de ene regio kan de zoetwatersituatie in de andere regio bemoeilijken. Om dit te voorkomen is in Nederland het veiligstellen van de zoetwatervoorziening een rijkstaak. Bij overheden speelt *macht* vanzelfsprekend een rol. Er is geen garantie dat deze macht voor het algemene belang wordt aangewend; ambtenaren, corrupte bestuurders en pressiegroepen kunnen dit stevig doorkruisen. *Freerider* gedrag kan actueel zijn in onderhandelingen tussen overheden, bijvoorbeeld bij het plannen van waterbuffers wanneer meerdere gemeenten daarvan zouden profiteren. *Imperfecte informatie en onzekerheid* spelen natuurlijk even zeer bij de private als de publieke sector. En dat *transactiekosten* binnen de publieke sector aanzienlijk zijn is duidelijk. Daar komt dan nog bij dat de publieke sector door het ontbreken van de tucht van de markt minder wordt geprikkeld tot verbeteringen op het terrein van efficiency en innovatie. Kortom, overheden kunnen niet gemist worden, maar het is wel zaak om

institutionele arrangementen van taken en verantwoordelijkheden rondom het klimaatthema tegen het licht te houden om ervoor te zorgen dat vanuit de publieke sector effectief kan worden opgetreden.

Uit dit korte overzicht blijkt wel dat waar de markt aan allerlei faalisico's bloot staat, dit ook geldt voor de overheid. In het denken hierover is duidelijk sprake van lange cycli: de economische depressie van de jaren dertig luidde een periode van Keynesiaans georiënteerd economisch beleid in, uiteindelijk leidend tot een logge en inefficiënte overheid. Vanaf de jaren tachtig is dan vervolgens sprake van een terugtrekkende overheid en de introductie van marktwerking. Geleidelijk is de kritiek bij het thema marktwerking aangezwollen, en het laat zich aanzien dat deze kritiek door de recente crisis op de financiële markten aan kracht wint. Bij het klimaatthema zijn deze schommelingen overigens minder groot. De dominante lijn –in elk geval bij de waterveiligheid- is dat hier de overheid de primaire verantwoordelijkheid heeft. Interessant is dat juist hier, enigszins tegen de heersende trends in de laatste tijd meer aandacht is voor inspanningen van de private sector, bijvoorbeeld bij buitendijkse ontwikkelingen. Vanuit een economische analyse is het van belang om afstand te bewaren van ideologische voorkeuren voor overheid of markt, maar per klimaatthema nauwkeurig te kijken naar de noodzaak van overheidsinterventie.

Mijn aanpak is dat ik bij ieder klimaatthema de mogelijkheid van marktfalen als startpunt neem. Dit doe ik door te kijken naar de achterliggende mechanismen en kostenstructuren. Of externe effecten van belang zijn hangt immers af van de aard van de vraag of in een vrije markt de marktpartijen met alle relevante kosten worden geconfronteerd. Iets dergelijks geldt voor het free-rider probleem dat in zekere zin het omgekeerde van het externe effect probleem is. Dit leidt dan vervolgens tot de vaststelling of er behoefte is aan correctie door overheden. Gegeven de zeer uiteenlopende kenmerken van de diverse klimaatthema's zal blijken dat de optimale mix van inspanningen van de publieke en private sector heel verschillend kan zijn per thema. Aan het thema overheidsfalen besteed ik in dit essay minder aandacht. Dat zou een studie apart zijn. Het is denkbaar dat in sommige gevallen het middel (falende overheidsinterventie) erger is dan de kwaal (marktfalen). Wanneer dan de mogelijkheden om het overheidsfalen terug te dringen beperkt zijn is het beter om de zaak toch maar aan de markt over te laten. Het is om deze reden dat ik mij concentreer op voorbeelden waar de omvang van de marktimperfecties evident zijn, zodat overheden hoe dan ook verantwoordelijkheid dienen te nemen.

### *Economische waardering*

Een optimale strategie is die waarbij voor de maatschappij als geheel het verschil van baten en lasten zo hoog mogelijk is. Daarbij worden baten en lasten in financiële termen uitgedrukt. Dat wil niet zeggen dat volgens de economie immateriële aspecten buiten beschouwing moeten blijven; integendeel. De welvaartseconomie geeft juist aan dat moet worden uitgegaan van een zogenaamd breed welvaartsbegrip waarin alle factoren die invloed hebben op de welvaart van individuen een plaats verdienen. Zaken als natuurwaarden, cultureel erfgoed, vrije tijd, risico's om getroffen te worden door

een ramp, enz. verdienen dus even zeer een plaats binnen een economische analyse als de consumptie van goederen die op de markt worden verhandeld. De vraag is natuurlijk wel of de economie voldoende concreet de niet-monetaire waarden kan schatten, anders is er het risico dat het brede welvaartsbegrip een lege huls blijft. Een goed overzicht van vraagstukken rondom economische waardering bij waterveiligheid is te vinden in Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2008). Lacunes die nog kunnen worden aangewezen liggen op het terrein van de indirecte schade bij overstromingen (waaronder 'ontwrichting') en de immateriele kosten van overstromingen. Ook op het terrein van reputatieschade in relatie tot de veiligheids situatie in een land ontbreekt nog kennis. Voor de andere klimaatthema's kunnen eveneens dergelijke kennislacunes worden aangewezen. Er worden wel vorderingen gemaakt op de diverse terreinen.

Na dit beknopte overzicht van enkele algemene economische inzichten geven we nu een nadere analyse van de verschillende klimaatthema's die in Nederland van belang zijn.

### 3. Hoogwater

Van de diverse klimaatthema's heeft hoogwater in Nederland om goede redenen de meeste aandacht gekregen. Zowel aan de kant van de rivieren als bij de zee kunnen zich buitengewoon grote calamiteiten voordoen. Sinds de middeleeuwen is in Nederland gekozen voor dijkringen als fundament van strategieën om hoogwaterproblemen tegen te gaan. In de vele eeuwen daarvoor was de aanpak gebaseerd op de aanleg van terpen<sup>2</sup>. Voor terpen was het private model zeer geschikt: de bewoners bouwden hun huis op een verhoogd stuk land en lieten hun vee op de omliggende landen rondlopen; bij hoogwater werd het vee op de terp in veiligheid gebracht. In dit model was nauwelijks sprake van marktfalen. De bewoners van de terpen maakten zelf de afweging hoe hoog ze deze wilden maken in relatie tot de overstromingsrisico's die ze liepen. Free rider problemen deden zich niet voor. Dijkkringen kwamen ondermeer in zwang toen de economie overschakelde op akkerbouw. Bij akkerbouw is het nodig dat een heel perceel wordt beschermd tegen wateroverlast. Dijkkringen zouden in principe als private activiteit kunnen worden opgezet: de eigenaar van een perceel bouwt een dijk op de rand van zijn perceel om dit tegen overstroming te beschermen. De structuur van de kosten en baten van dijkaanleg is zodanig dat er aanzienlijke schaalvoordelen zijn voor grote percelen. Bijvoorbeeld, om 100 individuele percelen van 1 ha van een dijkkring te voorzien zijn dijken nodig met een totale lengte van 40 km. Een aaneengesloten gebied van 100 hectare heeft slechts een dijkkring nodig van 4 km. Dit simpele feit roept om een gemeenschappelijke aanpak bij de aanleg van dijkringen en die leidt vanzelfsprekend tot coördinatie-inspanningen en daarmee tot transactiekosten. Deze kunnen worden vermeden als er sprake is van een grootgrondbezitter die een perceel bezit van voldoende omvang<sup>3</sup>, maar vaak zijn

---

<sup>2</sup> Het onderstaande beschrijft vooral de situatie in Groningen en Friesland waar de overstromingsrisico's aan de zee kant lagen.

<sup>3</sup> Specifieke voorbeelden hiervan zijn inpolderingen door kloosters en private compagnien.

dijkringen het resultaat van collectieve actie door publieke lichamen zoals waterschappen of hoogheemraadschappen.

Waterschappen hebben publieke bevoegdheden nodig omdat anders vanwege free-rider gedrag er onvoldoende middelen zouden komen voor een adequate waterveiligheid. Een andere denkbare vorm zou nog zijn dat een private partij een concessie verwerft van de relevante overheid om een gebied van dijken te voorzien en vervolgens te gaan exploiteren, bijvoorbeeld door percelen te verkopen of verhuren aan individuele gebruikers. Duidelijk is dat zo'n model het gemakkelijkst is als er nog geen andere private partijen zijn die in een dergelijk gebied belangen hebben. Ook is duidelijk dat in een dergelijk model met een zware rol voor de private sector de overheid een stevige vinger in de pap zou moeten hebben op het terrein van ondermeer het handhaven van adequate niveaus van waterrisico's. In de praktijk is dit model tot nu toe weinig gehanteerd. Dominant in het Nederlandse denken over veiligheid is dat dit een publieke taak is in handen van ondermeer de waterschappen en de rijksoverheid.

Deze dominantie van de publieke sector bij het thema waterveiligheid blijkt overduidelijk uit de manier waarop in Nederland is gehandeld na de grote overstroming van 1953. Dijkverhoging, kustversterking en extra waterkeringen zijn de overheersende strategieën geweest. Het recente rapport van de Deltacommissie (2008) staat ook geheel in deze traditie.

Is het wel efficiënt dat de Deltacommissie in de aanpak van de hoogwaterrisico's zo sterk koerst op een overheersende publieke rol via sterke dijken, terwijl adaptatie binnen de dijken nauwelijks in beeld komt? Gezien de kosten van adaptatieve maatregelen is deze aanpak vermoedelijk inderdaad optimaal voor de meeste dijkringen in Nederland. Het ligt zeer voor de hand dat de kosten van adaptatieve maatregelen binnen een dijkkring (bijvoorbeeld woningen waterbestendig bouwen, of op terpen plaatsen) duurdere manieren zijn om de verwachte schade te verkleinen dan het verhogen van de dijkkring zelf. Dit geldt in het bijzonder voor dijkringen met veel bestaande bebouwing waar adaptief beleid per definitie veel duurder is. Maar er kunnen uitzonderingen zijn. Een mogelijke uitzondering is een dijkkring met daarbinnen een zeer geringe dichtheid als uitgangssituatie. Het is denkbaar dat hier het eerder genoemde terpenconcept goedkoper is dan dijkverhoging. Een enigszins verwante case is als binnen een dijkkring een forse bouwopgave wordt gerealiseerd. Het inzicht groeit dat de omvang van de risico's binnen een zekere dijkkring niet overal evengroot is. De oorzaak hiervan is dat er veel variatie kan zijn in fysieke omstandigheden binnen een dijkkring. In dat geval kan de keuze van een specifieke locatie voor woningbouw binnen een dijkkring een bijdrage leveren aan het verminderen van de potentiële schade. Dit voordeel dient uiteraard vergeleken te worden met de mogelijke nadelen die het bouwen op de betreffende locatie kan hebben. Een laatste geval waarin adaptatie binnen dijkringen economisch zinvol kan zijn is als de kosten ervan zeer gering zijn. Een voorbeeld zou kunnen zijn dat tunnels zo worden ontworpen dat ze bij een overstroming niet onmiddellijk vollopen. Het gaat hier om maatregelen die ook bij andere vormen van wateroverlast nuttig kunnen zijn en in de ontwikkelfase geringe kosten met zich meebrengen.



### *Adaptatie binnen dijkringen*

Een interessante studie waarin adaptatie binnen dijkringen centraal staat is het project Aandacht voor Veiligheid (2008). In deze studie komen diverse vormen van binnendijkse adaptatie aan de orde. Grofweg kunnen drie routes worden geschetst. De eerste is die van een complete ophoging van het gebied in een dijkkring. De tweede betreft de ophoging van delen van gebieden binnen een dijkkring, bijvoorbeeld in de vorm van nieuwe wijken op terpen; als dit slim wordt aangepast zou zo op termijn een aaneengesloten verhoogd geheel kunnen worden gemaakt waardoor de laagliggende delen ook beschermd worden. De derde route –ook genoemd door de Deltacommissie– is die van brede (Delta-)dijken.

Duidelijk is dat de eerste route van complete ophoging buitengewoon duur zal zijn, zeker wanneer het gaat om een reeds bewoond gebied. Geleidelijke invoering gedurende een zeer lange periode kan de transitiekosten verminderen, maar een dergelijk project blijft ongetwijfeld zeer duur, niet alleen in termen van financiële kosten, maar ook in termen van de consequenties voor landschap en cultureel erfgoed. Waar in sommige landen dorpen verdwijnen onder het water van stuwdammen zou dat in het lage Nederland andersom kunnen gaan: dorpen verdwijnen onder het zand om het waterrisico tegen te gaan. De tweede route van een slimme verbonden ketting van nieuw gebouwde verhoogde woonwijken zal minder duur zijn dan een algehele ophoging, maar ook hier zullen de kosten vermoedelijk zeer hoog zijn, want niet overal kan de verhoging gekoppeld worden aan een behoefte aan woningen, en het inpassen van de vele bestaande bebouwing blijft een fors probleem. Het derde alternatief van brede dijken is zeker interessant. De basisgedachte is hier dat een brede dijk wel kan overstromen maar nooit zal breken. Als gevolg daarvan zal de economische schade beperkt zijn, dit uiteraard afhankelijk van de hoogte van de dijk. Brede dijken kunnen aantrekkelijke mogelijkheden opleveren voor ontwikkeling aan de randen van bestaande steden en dorpen gelegen aan primaire waterkeringen, en zouden misschien combineerbaar zijn met de aanleg van ondergrondse infrastructuur of andere functies.

Vanuit de vraagstelling naar de rol van adaptatie voor de private sector zijn brede dijken interessant<sup>4</sup>. Duidelijk is dat publieke en private partijen samen een rol kunnen hebben bij de ontwikkeling hiervan. De centrale overheid bij het vaststellen van het beoogde veiligheidsprofiel, de provinciale en lokale overheid bij de vraag naar de ruimtelijke inpassing en de private sector bij het ontwikkelen van het gebied en het op de markt brengen ervan. De uitdagingen waarvoor brede dijken ons stellen zijn overigens aanzienlijk. Naast locaties waar brede dijken goed combineerbaar zijn met stedelijke ontwikkeling zullen dijkringen ook locaties kennen waar dat veel minder voor de hand ligt. In dat geval leiden brede dijken tot hoge grondverwervingskosten. Ook ruimtelijke reserveringen die gedaan worden om opties van hoge dijken open te houden kunnen leiden tot aanzienlijke kosten omdat daarmee de ontwikkelingspotentie van deze zones beperkt wordt.

Een boeiend gevolg van brede dijken is dat de kosten van een overstroming sterk zullen afnemen. Er zullen geen grote calamiteiten meer plaatsvinden, maar natuurlijk wel allerlei overlast en materiele

---

<sup>4</sup> Ik ga hier niet in op een alternatief, namelijk de doorbraakvrije dijk, die door een betere bekleding en berm net als de brede dijk leidt tot een verhoogd belang van adaptatie binnen de dijkringen.

schade van beperktere omvang. Deze incidenten zullen vaker dan tegenwoordig gaan plaatsvinden. Als de kosten per incident fors afnemen is het immers optimaal om toe te laten dat de kans op het optreden ervan stijgt. Kortom, de extra kosten van brede dijken ten gevolge van hun breedte kunnen tot op zekere hoogte worden gecompenseerd door kostenbesparingen vanwege hun lagere hoogte. Het ligt verder voor de hand dat met brede dijken adaptief gedrag binnen de dijkkring efficiënter wordt, omdat de situaties waarin ze van nut zijn vaker gaan voorkomen. Het kan dan gaan om beperkte maatregelen zoals een hoge drempel bij woningen die wateroverlast weert, en de aanleg van aangepaste infrastructuur zodat bij een beperkte overstroming de hinder voor het verkeer minder wordt. Ook verdergaande aanpassingen in het ontwerp van woningen kunnen in beeld komen. Overigens hebben brede dijken het meest zin hebben als ze consistent in een gehele dijkkring worden gehanteerd. Combinatie van een brede dijk op het ene stuk met een hoge dijk op een ander stuk ligt niet zo voor de hand, omdat daarmee de potentiële voordelen van adaptatie binnen dijkkringen zoals hierboven beschreven goeddeels verdwijnen.

Een laatste dimensie van adaptatie in dijkkringen betreft locatiebeslissingen van huishoudens en bedrijven. Als deze het beeld hebben dat een dijkkring onveilig zou zijn kan dat hun locatiebeslissing beïnvloeden. Het thema ‘reputatieschade’ vraagt hier om aandacht. Duidelijk is dat locatiebeslissingen van de private sector nog maar weinig aandacht hebben ontvangen in maatschappelijke kosten baten analyses van overstromingsveiligheid<sup>5</sup>. In het kader van marktfalen gerelateerd aan imperfecte informatie is het belangrijk dat de overheid een rol neemt als verschafter van informatie over frequentie en ernst van overstromingsrisico’s. Daarbij verdienen uiteraard niet alleen de normatieve veiligheidsniveaus aandacht, maar juist ook de ontwikkelingen in de werkelijke risico’s.

#### *Buitendijkse context.*

In Nederland staat de dijkkring centraal in het bestrijden van hoogwater risico’s. Maar daarnaast is er ook een buitendijkse context die meer en meer in de belangstelling komt. Het gaat hier om wonen en of werken bij rivieren zoals de Maas in Limburg, en meren waarbij de objecten zonder de bescherming van dijken bloot staan aan hoogwaterrisico. Het betreft hier ondermeer situaties in uiterwaarden waar dijkopties zijn uitgesloten omdat ze de capaciteit van de rivierbeddingen zouden verminderen. Bij buitendijks bouwen kan het gaan om gewone woningen, mogelijk wel aangepast aan de situatie van een tamelijk hoge kans van hoogwater overlast bijvoorbeeld via terpen, maar ook om amfische constructies die gaan drijven bij hoogwater, of om permanent drijvende woningen. De rol van de publieke sector bij buitendijks bouwen is beperkt. Wel ziet de overheid er natuurlijk op toe dat aan water gekoppelde

---

<sup>5</sup> Voor een uitzondering in Nederland, zie de achtergrondnotie bij het project waterveiligheid 21<sup>ste</sup> eeuw over het thema Vestigingsgedrag van bedrijven en particulieren i.r.t. waterveiligheid (2006), met dank aan Jarl Kind. In deze notitie komt naar voren dat de internationale literatuur weinig of geen concrete aangrijpingspunten levert voor de veronderstelling dat vestigingsgedrag van bedrijven of burgers op dit moment wordt beïnvloed door overwegingen van waterveiligheid.

natuurwaarden veiliggesteld worden. En de overheid zal minimum voorwaarden stellen aan de waterveiligheid van de gekozen oplossingen. Ook op het punt van de imperfecte informatie zal de overheid ervoor waken dat de risico's die verbonden zijn aan diverse alternatieven bekend kunnen zijn bij de betrokken partijen. Voor het overige is het aan de private sector om voor en nadelen van oplossingen te overwegen. Naast mogelijke nadelen van wonen bij water zoals de hoogwaterrisico's, het verdrinkingsgevaar- vooral voor kinderen, en het risico van muggenplagen, zijn er natuurlijk ook voordelen zoals de aantrekkelijkheid van een waterrijke omgeving, en –afhankelijk van de beschouwde locatie- de ligging ten opzichte van bestaande centra.

Een belangrijke stap bij bouwen in buitendijkse situaties is dat er duidelijke afspraken gemaakt worden over de aansprakelijkheid, mocht hoogwater voor onaangename verrassingen zorgen. Hier ligt immers een risico dat de kosten dan worden afgewenteld. Als de overheid zich hier uiteindelijk wel verantwoordelijk acht, dan ligt een actieve rol in het vooraf bepalen van veiligheidsnormen en aanlegvergunningen voor de hand. Als de overheid deze verantwoordelijkheid niet neemt, dan kan deze meer afstand nemen ten aanzien van deze veiligheidsthema's. In dat geval ligt natuurlijk wel een actieve rol van de hypotheekverstrekkers en verzekeraars voor de hand. Zij zullen de risico's in hun premies verwerken, net zoals nu een woning met een rieten dak een hogere premie voor de brandverzekering kent.

Een kanttekening bij de buitendijks bouwen context is nog wel dat niet uitgesloten kan worden dat een aanpak via collectieve bescherming tegen hoogwater een goedkopere oplossing oplevert. Op basis van de analyses hierboven blijkt dat collectieve bescherming vooral voor de hand ligt bij grootschalige en compacte projecten zoals de ontwikkeling van een drijvende stad of stadswijk. Positief bij drijvende wijken is dat ze bijdragen aan de variatie van woonomgevingen waaruit mensen kunnen kiezen, en dat ze qua waterbeheer en natuurwaarden mogelijk beter inpasbaar zijn. De vraag hoe hoog het prijskaartje uiteindelijk is zal vervolgens bepalen of er voldoende markt voor deze concepten is.

### *Hoogwater en scheepvaart*

Tot slot zij opgemerkt dat hoogwater niet alleen tot veiligheidsrisico's leidt, maar ook op andere terreinen overlast kan geven, zoals in de binnenvaart waar het in extreme gevallen tot vaarverboden kan leiden. Vaarverboden vinden vooral plaats in Duitsland waar scheepvaart tot overstromingsrisico kan leiden omdat nooddijken zoals gebruikt in steden zoals Keulen door de extra golfslag kunnen bezwijken. Het grootste probleem met de binnenvaart lijkt overigens te liggen in laagwatersituaties, het volgende thema.

## **4. Laagwater.**

Laagwater leidt tot diverse problemen, waaronder zoetwatergebrek en verzilting, gebrek aan koelcapaciteit voor de industrie, in het bijzonder bij elektriciteitscentrales, en beperking van laadcapaciteit in de binnenvaart. Het thema zoetwatergebrek komt in par 5 aan de orde. Hier ga ik eerst in op de gevolgen voor koelwater.

### *Koelwater*

Elektriciteitscentrales hebben koelcapaciteit nodig. Vaak wordt hier water voor gebruikt. Dit leidt tot externe effecten. Het terugsluizen van koelwater in de rivier hoogt de temperatuur van het water dat stroomafwaarts gaat op en dat kan bepaalde diersoorten negatief beïnvloeden. Bovendien wordt daardoor de koelcapaciteit voor stroomafwaartsgelegen locaties verminderd. Voor deze vormen van marktfalen is regelgeving ontwikkeld die grenzen stelt aan de hoeveelheden en/of temperaturen van het geloosde water. Dit is een schoolvoorbeeld van een goede reden voor overheidsingrijpen. Daarmee is nog niet gezegd dat de daadwerkelijke interventieniveaus optimaal zijn. Een nadeel van de hierboven genoemde grenzen is dat ze rigide zijn: ze worden pas effectief als de grens bereikt is, terwijl wanneer de watertemperatuur net onder de grens is er vermoedelijk ook wel externe effecten zullen optreden. Een heffing op geloosd water die afhankelijk is van de temperatuur is vermoedelijk beter, maar zal lastiger zijn om te implementeren.

Het is duidelijk dat bij het thema koelwater de gebruikers ervan tot adaptief gedrag worden gestimuleerd door de gestelde restricties of heffingen. Tot de adaptatieopties behoort op korte termijn het beperken van de elektriciteitsproductie van de betreffende centrale. Centrales elders moeten dit capaciteitsgat dan opvangen. Wanneer veel centrales hiermee te kampen hebben is ook te denken aan een speciaal elektriciteitstarief dat hoog is in warme situaties om de vraag te beperken. Op langere termijn is te denken aan aanpassingen in de koeltechnologie, bijvoorbeeld door het toepassen van koeltorens waardoor het water minder warm is als het wordt teruggedleid in de rivier. Op nog langere termijn is te denken aan het aanpassen van de locatie van de centrales. Locatie aan zee lost de koelproblemen op, en het is opvallend dat de huidige locatietrends bij elektriciteitscentrales inderdaad richting zee zijn. De grootste problemen met koelwater zijn overigens niet in Nederland, maar in landen met hogere temperaturen en minder water, zoals Duitsland. Verder is duidelijk dat wanneer op termijn de rol van fossiele brandstoffen vermindert ook het koelwaterprobleem zal verminderen.

We concluderen dat bij koelwater externe effecten essentieel zijn. De passende rol van de overheid is het opleggen van restricties of het beprijzen van te warm koelwater dat wordt teruggevoerd. Daarna kunnen private partijen zoeken naar de voordeligste manier om zich hieraan aan te passen.

### *Binnenvaart.*

De binnenvaart is in Duitsland en Nederland een belangrijke vervoerwijze voor het transport van droge en natte bulk en van containers. In een warm jaar zoals 2003 is de binnenvaart over de Rijn langdurig gehinderd door laagwater. De voornaamste hinder vindt trouwens plaats in Duitsland, maar Nederlandse vervoerders en verladers hebben er wel last van en ook voor de reputatie van de Rotterdamse haven kan een kwetsbare binnenvaart lastig zijn. Andere rivieren in de wereld zijn overigens kwetsbaarder voor de invloeden van weer en klimaat dan de Rijn, maar diverse klimaatscenario's wijzen erop dat de situatie in de Rijn aanzienlijk kan verergeren.

Bij adaptatie zijn er in principe drie partijen die aan de knoppen draaien: de binnenvaartsector, de verladers en de overheden die verantwoordelijk zijn voor de vaarcapaciteit van de rivieren. De overheidsbemoeienis met de vaarwegen verbaast niet in het licht van de intensieve betrokkenheid van de overheid met waterafvoeren via de rivieren. Het ligt niet voor de hand dit aan private partijen over te laten. Wat betreft kanalen zou het denkbaar zijn dat deze door private partijen worden aangelegd die vervolgens via tol inkomsten gaan genereren, maar in de praktijk komt dit zelden of nooit voor, zeker niet in Nederland. Door deze sterke band tussen de waterafvoerfunctie van rivieren en de vaarwegfunctie heeft de overheid een onvermijdelijke verantwoordelijkheid bij adaptatie ten behoeve van de binnenvaart. Zo zou het denkbaar zijn dat op enig moment via de aanleg van stuwen de bevaarbaarheid van de Rijn bij laag water wordt verbeterd, net zoals dat al lang geleden gebeurd is met de Maas. Dit zou overigens wel gevolgen kunnen hebben voor de beprijzing van het gebruik van waterwegen, die momenteel nog vrijwel niet wordt toegepast. Naast de overheid is er ook een rol voor de private partijen. In de huidige situatie is het zo dat laagwater leidt tot hogere vrachtprijzen per ton omdat de schepen niet volledig beladen kunnen worden. De binnenvaartsector blijkt tot nu toe flexibel genoeg om bij laagwater voldoende capaciteit in te zetten. In zekere zin kunnen periodes met laag water voor de binnenvaart als gunstig worden beschouwd omdat ze leiden tot extra omzet. Voor een beperkt deel vindt overslag plaats naar andere transportsectoren. De adaptatiestrategie van de binnenvaart beperkt zich vooralsnog tot het verplaatsen van de activiteiten naar trajecten met laag water en het draaien van overuren in dit soort situaties.<sup>6</sup>

De vraag is of op termijn geen verdergaande strategieën nodig zijn. Als duidelijk is dat droogteperiodes vaker zullen voorkomen zal dat de adoptie van vaartuigen met minder diepgang stimuleren. Schippers met dit soort vaartuigen hebben dan immers een concurrentievoordeel boven schippers met traditionele vaartuigen omdat de laatsten niet vol kunnen varen. Dit zijn prikkels die als vanzelf vanuit de markt zullen optreden. Ze vragen als zodanig niet om een speciale overheidsinterventie, afgezien van de wenselijkheid dat de overheid zorg draagt voor afdoende informatie over het thema klimaat en binnenvaart. Voor de weg en rail sector geldt dat als zij in staat willen zijn om een deel van de goederenstroom van de binnenvaart over te nemen, voldoende capaciteit aanwezig moet zijn, zowel in termen van voertuigen als infrastructuur. Voor een deel gaat het dan om laad- en losinfrastructuur

---

<sup>6</sup> Dat in de binnenvaart op deze manier de inzet van de capaciteit wordt gericht op de trajecten die door laag water worden getroffen is overigens niet alleen gunstig voor de binnenvaart zelf, maar ook voor de verladers. Want die zouden anders met nog hogere kosten geconfronteerd worden.

waarin de private sector zelf kan voorzien. Voor een ander deel betreft het lijninfrastructuur waar de overheid weer wel een grote rol heeft. Duidelijk is dat wanneer de binnenvaart aanzienlijk zou terugvallen dit tot een fors zwaardere belasting zou leiden van de andere modaliteiten.

De laatste grote partij die aan zet is bij een adaptatiestrategie betreft de verladers. Onzekerheid over de tarieven in de binnenvaart en in extreme situaties over de beschikbaarheid ervan leidt tot de noodzaak van aanpassingen, bv door het aanhouden van grotere voorraden door afnemers van bulk. Op langere termijn is ook denkbaar dat bepaalde klanten van de binnenvaart verhuizen naar andere locaties. De eerder geconstateerde verschuiving van de locatie van elektriciteitscentrales naar de kust is een voorbeeld hiervan, al is deze vermoedelijk niet getriggerd door de klimaatproblemen. Nadere analyse zal een antwoord moeten geven op de vraag welke mix van adaptatie inspanningen vanuit de drie groepen van actoren gewenst is om het thema van klimaat en binnenvaart optimaal te adresseren.

## 5. Droogte.

Droogte staat uiteraard in nauw verband met laag water zoals in par. 4 behandeld. Langdurige droogte kan leiden tot tekorten aan zoetwater dat gebruikt wordt voor drinkwater en economische sectoren waarvan de landbouw de belangrijkste is. Hieronder beperk ik me tot de landbouw. Voor de landbouw geldt dat deze gratis kan beschikken over oppervlaktewater. Zolang er geen extra kosten behoeven te worden gemaakt voor de beschikbaarstelling van het zoetwater is dit inderdaad de passende prijs. Voor de toekomst wordt er rekening meegehouden dat door droogteperioden de zoetwaterbeschikbaarheid in bepaalde regio's niet langer gegarandeerd zal zijn. Dit vormt een van de achtergronden van de voorstellen van Deltacommissie om tot peilverhoging van het IJsselmeer over te gaan. Aangezien er met een dergelijke peilverhoging aanzienlijke kosten gemoeid zijn wordt het tijd om het adaptatievraagstuk breder te zien dan alleen een opgave om voldoende zoetwater te kunnen leveren ongeacht de prijs<sup>7</sup>.

Aanpassingen aan de vraagkant kunnen evenzeer aan de orde zijn. In het bijzonder is het in rekening brengen van een prijs voor zoetwater een voor de handliggende maatregel waardoor diverse adaptatie processen worden gestimuleerd. Het afwezig zijn van een dergelijk instrument kan geïnterpreteerd worden als probleem van transactiekosten: de middelen ontbreken momenteel om zoetwatergebruikers te laten betalen voor hun consumptie. Duidelijk is dat vanuit het perspectief van efficiency de waterprijs niet overal even hoog zal zijn. In de regio's waar hoe dan ook overvloedig water is zal de prijs uiteraard nul zijn. In de andere regio's zal een prijs gerekend worden die gerelateerd is aan de lange termijn marginale kosten, dat wil zeggen, de extra kosten die het met zich meebrengt om het zoetwater op een bepaalde plaats op te slaan en vervolgens naar de bestemming te transporteren. De afnemers van zoetwater in de betreffende regio's staan dan voor diverse keuzes zoals technische aanpassingen bij het bewateren, het aanpassen van de gewassen in de richting van soorten die beter met droogte en

---

<sup>7</sup> Hier is ook van belang dat er een conflict kan ontstaan tussen leiden van water naar het IJsselmeer het het oog op zoetwatervoorziening en het belang van de bevaarbaarheid van de Waal voor de binnenvaart.

verziltting kunnen omgaan, en het vinden van alternatieve bronnen, zoals het creëren van lokale zoetwaterbuffers.

Hier zien we een voorbeeld van een adaptatieproces waarbij de overheid een markt creëert door een goed niet langer gratis aan te bieden. Noodzakelijke voorwaarde hierbij is natuurlijk dat het verbruik goed gemeten kan worden. Het alternatief van een markt waarin zoetwater een prijs krijgt is dat zoetwater in droge perioden gerantsoeneerd wordt, enigszins gelijkend op de maatregel in sommige andere landen dat bij langdurige droogte drinkwater niet gebruikt mag worden voor gazons. Het grote voordeel van beprijzing is dat het een veel gerichtere prikkel geeft tot adaptatie dan bij een ongedifferentieerde bovengrens: watergebruikers worden ieder in hun eigen productieomgeving uitgedaagd creatief te zijn met adaptatie, waarbij de uitkomst heel gedifferentieerd kan zijn.

Zoetwater is overigens niet het enige probleem dat samenhangt met droogte. Na het ongeluk met de veendijk bij Wilnis is bij een breed publiek duidelijk dat droogte de soliditeit van binnendijken kan ondermijnen. De adaptatie uitdaging ligt hier duidelijk bij de publieke sector.

## **6. Wateroverlast.**

Bij wateroverlast gaat het niet zozeer om grote calamiteiten waarbij veel doden vallen, maar de schade kan wel groot zijn als door heftige regenval in bepaalde perioden er veel meer water valt dan door natuurlijke processen kan worden afgevoerd. De getroffensten kunnen zowel huishoudens als bedrijven zijn, waaronder vooral landbouwbedrijven. Het hemelwater in steden wordt via rioolnetwerken afgevoerd. Hier ligt duidelijk een publieke taak: een particulier bedrijf zou er vanwege het free-rider probleem niet in slagen de baathebbenden tot meebetalen te brengen. De vraag is natuurlijk wel hoe groot de optimale capaciteit is van een rioelstelsel. Doordat in steden een steeds groter deel van de ruimte bebouwd is of op zijn minst uit verharde bodems bestaat vloeit een toenemend deel van het hemelwater de rioelbuizen in, wat leidt tot een toenemende behoefte aan rioelcapaciteit. Wanneer klimaatverandering leidt tot meer aaneengesloten patronen van intensieve regenval binnen een beperkte tijd zou dat de behoefte aan rioelcapaciteit nog eens vergroten. De optimale capaciteit is die waarbij de kosten van een beperkte uitbreiding van capaciteit net even groot zijn als de verwachte baten van zo'n beperkte uitbreiding, gemeten in termen van de gemiddeld vermeden schade gedurende de levensduur van het rioel. Tot deze schade behoort ook de zgn overstort van vervuild rioelwater op het oppervlakte water. Deze beslisregel houdt in dat er een enkele keer schade zal optreden ten gevolge van regenval. Zou er nooit schade zijn dan duidt dat immers op overcapaciteit.

De vraag is nu in hoeverre het huidige stelsel met rioelwaterafvoer een efficiënt systeem is. In sommige wijken in Nederland wordt gewerkt met constructies waarbij regenwater direct vanaf de wegen de sloten in wordt geleid, in plaats van via riolen. Dat ontlast de rioelwaterzuiveringsinstallaties en bespaart rioelcapaciteit. Vervolgens is de vraag of het efficiënt is dat de gemeentelijke overheid exclusief verantwoordelijk wordt gehouden voor de hemelwaterafvoer, of dat er ook adaptatieinspanningen mogen worden verwacht van private partijen. Hierbij kan in twee richtingen worden gedacht: de eerste

is dat private partijen beperkte adaptieve maatregelen treffen zoals het verhogen van drempels zodat bij extreme regelval het water niet onmiddellijk de woningen en winkels binnenloopt. De tweede is dat woningen en bedrijfspanden zo worden ontworpen dat ze bijdragen aan de absorptiecapaciteit, bijvoorbeeld door groene daken waardoor het water langer wordt vastgehouden. Hier doet zich weer het free rider probleem voor: wie op zijn eigen perceel adaptatie maatregelen uitvoert draagt daarmee bij aan het verminderen van de wateroverlast, maar iedere bewoner aan de straat profiteert hiervan en het zal niet gemakkelijk zijn om voor de extra uitgaven in verband met adaptatie een compensatie te krijgen. Gemeenten zouden beleid kunnen ontwikkelen om adaptatiegedrag te bevorderen. Naast het stellen van regels aan het ontwerp van woningen en percelen valt ondermeer te denken aan financiële prikkels. Eigenaars van percelen die specifieke adaptatiemaatregelen treffen zouden bijvoorbeeld minder rioolrechten hoeven te betalen.

## 7. Windoverlast

Nederland is door zijn ligging een land met relatief hoge windsnelheden. Deze leiden aan de zee kant tot een verscherping van hoogwaterrisico's, die in par. 3 al aan de orde kwamen. Publieke partijen spelen voor het overige een beperkte rol bij het beperken van windoverlast. Bij het verkeer kan sterke wind een risicofactor zijn voor scheepvaart en wegverkeer, maar de overheid doet weinig aan preventieve beperkende maatregelen afgezien van het afsluiten van bepaalde bruggen bij extreme weersomstandigheden (een uitzondering is de luchtvaart, zie beneden). Doordat bescherming tegen windoverlast een sterk lokaal karakter heeft is het free rider probleem zeer beperkt en daarmee ligt deze vorm van overlast vrijwel geheel op het bord van de private sector die zelf adaptief gedrag toont. Een voorbeeld is dat in de fuitteelt waar nodig boomgaarden worden omzoomd met windschermen in de vorm van bijvoorbeeld coniferen. Andere simpele voorbeelden zijn dat woningen zo gebouwd worden dat de dakpannen er niet snel afwaaien, en dat op het strand windschermen te huur zijn om van de luwte te kunnen genieten.

Er is echter een grote uitzondering rondom het thema windoverlast waar de overheid wel een forse rol speelt, en dat betreft de windoverlast in de luchtvaart. Nederland, en luchthaven Schiphol in het bijzonder zijn hier bijzonder gevoelig voor. Dit is –naast het thema geluidsoverlast- ook een reden waarom Schiphol naar verhouding zoveel start en landingsbanen heeft. Het groeipotentieel van Schiphol in combinatie met de geluidsproblemen en de onzekerheid over de bij het toekomstige klimaat heersende windrichtingen leiden tot een boeiend vraagstuk over de ligging van eventuele toekomstige start en landingsbanen. Zijwind is namelijk gevaarlijk bij het landen als de windsnelheden hoog zijn. Afhankelijk van windrichting en snelheid zijn daardoor op ieder moment slechts een beperkt aantal banen beschikbaar. Omdat het belangrijk is voor een hub luchthaven als Schiphol om zoveel mogelijk uren onbeperkt operationaal te zijn dient het banenstelsel afgestemd te worden op de heersende windrichtingen in de toekomst. Dit zou een privaat adaptatie vraagstuk zijn als alle grond in het invloedsgebied van Schiphol in bezit van de luchthaven zelf zou zijn, maar dat is nadrukkelijk niet het geval. Dit vraagt om ruimtelijke reserveringen die de overheid doet om daarmee toekomstige opties



open te houden. Deze reserveringen brengen weliswaar geen directe kosten met zich mee, maar de zgn alternatieve kosten kunnen fors zijn, want zonder de beperkingen op het grondgebruik zouden de betreffende kavels mogelijk aanzienlijke waardeverminderingen kunnen ondergaan door veranderingen in het grondgebruik. Het is duidelijk dat hier een lastig afwentelingsvraagstuk ligt van de luchthaven via overheidsregulering op de betreffende gemeenten en eigenaren van percelen. Compensatie van benadeelden zou helpen om de kosten van ruimtelijke reserveringen bij de luchtvaartsector zelf neer te leggen waardoor ook een prikkel ontstaat om niet door te schieten met deze reserveringen.

## **8. Hittestress.**

Hittestress duidt op de nadelen van hoge temperaturen voor mensen, dieren en materialen. In het bijzonder gaat het om de nadelige invloed van hitte op de gezondheid en de productiviteit van mensen. Duidelijk is dat temperaturen in de steden hoger zijn dan daarbuiten. Dat komt door zaken zoals een grotere absorptie van zonnestraling door donkere materialen, minder ventilatie door lagere windsnelheden en ook de afgifte van warmte ten gevolge van diverse activiteiten. Hoe hoger de dichtheid in een stad hoe hoger ook de hittestress.

De bestrijding van hittestress zal in de eerste plaats gebeuren door de private sector, namelijk door woningen en kantoren zo te ontwerpen dat de warmte minder binnendringt of eenvoudig kan worden afgevoerd. Een bij kantoren veel gebruikte techniek is de airconditioning. Wanneer Nederland (en zeker de binnensteden) meer last van warmte zou krijgen zal dit naar verwachting ook steeds voor woningen worden gebruikt. Hier doet zich een lastig maar interessant fenomeen voor, namelijk dat hoe hoger de hittestress, hoe groter het gebruik van airconditioning zal zijn, wat op zijn beurt de hittestress weer verergert, met name in stedelijke gebieden. Hier is sprake van een marktfalen in de vorm van een externaliteit. Iemand die airconditioning gebruikt verbetert zijn eigen omgevingstemperatuur, maar verergert tegelijkertijd die van zijn omgeving. Dit leidt tot een overmatig gebruik van airconditioning, zelfs al zou in de prijs van elektriciteit al rekening gehouden worden met de kosten die het gevolg zijn van de emissie van broeikasgassen. Om de overmaat aan airconditioning te voorkomen dient de publieke sector een rol te nemen. Diverse strategieën zijn dan mogelijk, zoals het stellen van eisen aan het gebruik van alternatieve koeling die niet gekenmerkt wordt door dit soort externaliteiten. Daarnaast is het denkbaar dat er een vorm van rantsoenering plaatsvindt zodat het aantal airco's per hectare kleiner wordt. Ook valt er te denken aan beprijzingsstrategieën waarbij het gebruik van airco's belast wordt.

Een andere vorm van adaptatie kan zijn dat kwetsbare groepen zoals ouderen zich terugtrekken uit omstandigheden waar ze veel risico lopen. Dat kan bijvoorbeeld door behuizing voor ouderen vooral buiten locaties met hoge dichtheden te laten plaatsvinden. En het is niet ondenkbaar dat wanneer mensen goed geïnformeerd zijn over het thema hittestress zij dit aspect een rol laten spelen in hun beslissing om al dan niet te verhuizen, en ook in de keuze van de nieuwe woonplaats.

Naast deze private strategieën met betrekking tot hittestress is er ook ruimte voor een publieke rol bij hittestress in steden, namelijk via stedenbouwkundige aanpassingen zoals meer ruimte voor groen,

lagere dichtheden, minder wegdek dat veel warmte absorbeert, enz. Deze maatregelen zijn vooral van toepassing bij nieuwe wijken en woningen; bij bestaande wijken zijn de mogelijkheden een stuk minder. Dat deze maatregelen vooral op het bord van de publieke sector liggen komt door het free rider probleem. Een duidelijk voorbeeld vormen de groene daken of varianten daarvan die ook al aan de orde kwamen bij het oplossen van de wateroverlast in steden. Hier is sprake van een sociaal dilemma omdat de baten van deze strategie maar voor een stukje toevloeien aan degene die de kosten ervan draagt. Verlaging van rioolrechten bij dit soort private adaptatiemaatregelen is dus niet alleen een goed idee voor het verminderen van de lokale wateroverlast, maar ook van de hittestress.

## 9. Besluit

In tabel 1 worden de bevindingen van dit essay samengevat. Duidelijk is dat vanwege vooral free rider kenmerken er in de meeste klimaatthema's een actieve rol van overheden gewenst is, in het bijzonder op het terrein van infrastructuur, en in de vorm van informatieverschaffing en monitoring. Daarnaast spelen bij bepaalde klimaatthema's ook externe effecten een grote rol, wat vraagt om interventies gericht op het tegengaan van afwenteling.

Afhankelijk van het klimaatthema dat gekozen wordt kom ik zo tot een brede waaier van mogelijke adaptatie taakverdelingen tussen de private en publieke sector. Bij de dijkeringen is het primair de publieke sector die aan zet is via versterking van de dijken. Toch kunnen in sommige gevallen ook adaptaties binnen de dijkeringen wenselijk zijn, zeker als er gekozen zou worden voor brede dijken. Bij buitendijkse situaties, en koelwater zal het zwaartepunt van de adaptatie liggen bij de private sector. De laagwaterproblemen voor de binnenvaart zijn een mooi voorbeeld waar juist alle actoren tegelijkertijd nadrukkelijk in beeld zijn.

In de analyse is met nadruk ook aandacht geschonken aan de mogelijkheden om via financiële prikkels tot optimale adaptatiestrategieën te komen. De conclusie is dat dit in sommige gevallen vanzelf gaat omdat het klimaatprobleem zich via markten en de daarbij behorende prijzen laat voelen; een voorbeeld hiervan is de binnenvaart. In andere gevallen kan de overheid via het introduceren van financiële prikkels de private partijen activeren. Te denken valt aan heffingen op koelwater of kortingen op rioolrechten bij bepaalde adaptatie maatregelen. Ook het introduceren van prijzen op de markt voor zoetwater behoort hier toe.

Tabel 1. Overzicht van klimaatthema's in combinatie met adaptatiestrategieën.

Klimaat thema	Vorm van marktfalen bij klimaatadaptatie	Rol publieke sector bij klimaatadaptatie	Rol private sector bij klimaatadaptatie	Rol financiële prikkels voor private sector
Hoog water	Dijkringen: Free rider gedrag, externe effecten  Buitendijks bouwen: Afwentelen van risico op overheid	Dominant: infrastructuur  Informatie over risico's	Beperkt  Ontwikkeling buitendijkse locaties	Beperkt  Groot, marktcomform
Laag water	Koelwater: externe effecten  Binnenvaart:	Regelgeving, heffing  Vaarweg infrastructuur	Elektriciteitssector: Aanpassing koelprocessen, productielocatie  Aanpassing van: Vervoerders: vaartuigen, Verladers: logistieke strategie	Door middel van heffing op koelwater  Prijsprikkels via de markt
Droogte, verzilting	Transactiekosten: ontbrekende prijs voor zoetwater	Creëren buffers voor aanbod zoetwater	Aanpassen watervraag aan waterprijs; privaat aanbod van zoetwaterbuffers	Introductie van prijs van zoetwater
Water overlast	Free rider gedrag	Dominante strategie ligt bij overheid via rioolstelsels	Aanpassing van gebouwen en percelen	Korting op rioolrecht stimuleert private adaptatie
Wind overlast	Nauwelijks marktfalen, behalve externe effecten (via samenhang met geluidsoverlast luchtvaart)	Ruimtelijke reserveringen bij start en landingsbanen	Luchtvaartsector: Beperk noodzaak tot ruimtelijke reserveringen	Compensatie voor gederfde inkomsten tgv ruimtelijke reserveringen
Hitte stress	Free rider gedrag, Extern effect (bij airco's)	Ruimtelijk ontwerp, regels voor gebouwen	Aanpassing van gebouwen; locatiekeuze	Financiële prikkels pro groene daken en contra airco

Op basis van deze analyse kom ik tot de volgende bouwstenen voor afwegingsprocessen bij klimaatadaptatie

- 1) Klimaatadaptatie vindt deels plaats omdat private partijen daar zelf toe geprikkeld worden – vanwege de werking van markten waarop ze opereren. Daar waar markten niet goed functioneren, kunnen overheden via het prijsmechanisme private partijen stimuleren tot adaptief handelen. Naast heffingen bij negatieve externaliteiten (bijvoorbeeld koelwater) kunnen er ook subsidies worden overwogen (korting op rioolrecht bij groene daken).
- 2) Bij het realiseren van adaptatiemaatregelen kunnen zowel private als publieke partijen falen. Daarom is klimaatadaptatie gebaat bij het zoeken van een juiste mix van private en publieke inspanningen waarbij idealiter beide domeinen het (potentiële) falen van de ander ondervangen.
- 3) Vooral op langere termijn kunnen ruimtelijke strategieën een belangrijke adaptatie richting opleveren. Enerzijds vindt dit als vanzelf plaats dankzij de werking van de verschillende markten, anderzijds vraagt dat om een faciliterende overheid die ook de randvoorwaarden voor ruimtelijke adaptatie moet creëren, bijvoorbeeld via ruimtelijke reserveringen.

#### **Literatuur.**

Aerts, J, T Sprong, B Bannink (eds) Aandacht voor Veiligheid, 2008, Leven met Water, Klimaat voor Ruimte, DGWater.

Deltacommissie (2008) Samen werken met water, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2008) Waterveiligheid 21<sup>ste</sup> eeuw, Kengetallen Kosten-batenanalyse, Den Haag.

Stern, NH (2007), Economics of Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.