

Het Klimaatvraagstuk in de Ruimtelijke Ordening

Een analyse van de mate van anticipatie op klimaatsverandering in de
ruimtelijke inrichting in Nederland, Engeland en VS

Samenvatting

Een bijna eensgezinde wetenschappelijke consensus is bereikt over het gegeven dat menselijke activiteiten de oorzaak is van de opwarming van de aarde. Als gevolg hiervan verandert het klimaat overal op de wereld. De effecten van het veranderende klimaat beginnen steeds duidelijker en merkbaar te worden. Extreme weersomstandigheden zorgen voor veel problemen in de bestaande inrichting. De aanpak van het klimaatvraagstuk kan door middel van twee groepen strategieën aangepakt worden namelijk mitigatie (terugdringen CO₂ emissie) en adaptatie (aanpassingen verrichten in de bestaande inrichting). Adaptatie zal in de huidige inrichting toegepast kunnen worden omdat dat daar de effecten van het klimaat waarneembaar zijn. In hoeverre het huidige Ruimtelijke Ordeningsbeleid anticipeert op de effecten van het veranderende klimaat voor de inrichting van Nederland is daarom gesteld als doel van het onderzoek. De Nota Ruimte en NMP 4 zijn geanalyseerd om antwoord te geven op welke manier op het veranderende klimaat zou moeten worden geanticipeerd en in hoeverre er nu sprake is in van een strategie in het huidige beleid. Verder zijn Nederlandse, Engelse en vakbladen uit de VS geanalyseerd om te kijken of er trends te ontdekken zijn waarbij anticipatie op klimaatsverandering een rol speelt in de praktijk. Concluderend speelt de anticipatie op klimaatverandering in het huidige ruimtelijke beleid een beperkte rol. De Nota Ruimte brengt een aantal aspecten in verband met klimaatverandering namelijk het waarborgen van de veiligheid tegen zeespiegelstijging, de ruimtelijke maatregelen in het rivierengebied en de uitbreiding van de EHS. Het grote rivierenbeleid waarvoor de het beleidsdocument Ruimte voor de Rivier geldt, kan getypeerd worden als adaptatie. De uitbreiding van de EHS wordt in de Nota Ruimte gezien als adaptatie tegen de verandering van het klimaat maar in hoeverre deze strategie effect zal hebben in de toekomst is niet bekend door het gebrek aan kennis. Tevens kan de uitbreiding van de EHS niet bestempeld worden als adaptatie. Het NMP4 geeft duidelijk aan dat klimaatverandering één van de grote milieuproblemen is en dat het op andere milieuproblemen negatieve effecten zal hebben. Het NMP4 benoemt danwel de effecten van klimaatverandering op de volksgezondheid, water en natuur maar biedt geen oplossingen. De meest directe maatregelen zijn mitigerende maatregelen zoals de transitie naar een duurzame energiehuishouding en efficiencyverbetering van energie. In de Nederlandse vakbladen, SRO, Geografie en ROM magazine, wordt adaptatie wel genoemd als oplossing tegen het veranderende klimaat maar praktijkvoorbeelden van dit concept zijn niet te ontdekken. Veelal wordt ingegaan op de gevolgen van klimaatverandering en welke ruimtelijke effecten het beleid Ruimte voor de Rivier heeft in het rivierengebied. Ideeën en kansen gerelateerd aan klimaatverandering zijn gericht op de watersector in de vorm van functiecombinaties met water. In het Amerikaanse vakblad Planning wordt ingegaan op de gevolgen van klimaatverandering waartegen maatregelen als emissiereductie de boventoon voeren in de vorm van energiebesparing en duurzaamheid in nieuwe bebouwing. Het aanpassen aan klimaatverandering als planningsopgave is zeker een nieuw verschijnsel net zoals het concept adaptatie. In het Engelse vakblad Planning magazine kan ook geconstateerd worden dat emissiereductie en energiebesparing in de bebouwde omgeving tot nu toe een grote rol speelt in de huidige aanpak van klimaatverandering in planningsopgaven. Maar een verschuiving is gaande naar het ontwikkelen van adaptatiestrategieën voor verschillende onderwerpen zoals stedelijke gebieden, infrastructuur en overstromingsgebieden. Het in de literatuur beschreven concept adaptatie is van toepassing op elke sector. In Nederland zijn in de praktijk de adaptatiemaatregelen relevant voor de ruimtelijke ordening alleen nog maar gericht op de waterhuishouding zoals het beleidsdocument Ruimte voor de Rivier. In de vakbladen van Engeland en VS zijn nog onvoldoende voorbeelden te vinden om de vergelijking te maken met het concept adaptatie in de literatuur.

H1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Probleemstelling	5
1.3	Doelstelling	6
1.4	Onderzoeksaanpak	7
1.5	Leeswijzer	7
H2	De verwachte effecten van klimaatverandering	9
2.1	Inleiding	9
2.2	Ecosystemen.....	9
2.3	Hydrologie en waterbronnen	10
2.4	Voedselproductie.....	10
2.5	Kustsystemen	11
2.6	Volksgezondheid	11
2.7	Strategie.....	12
H3	Klimaatstrategieën.....	14
3.1	Inleiding	14
3.2	Klimaatstrategieën: adaptatie en mitigatie	14
3.3	Klimaatbeleid: adaptatie en mitigatie.....	16
3.4	Verhouding adaptatie tot mitigatie	19
3.5	Adaptatie als concept	20
H4	Analyse Nota Ruimte en Nationaal Milieubeleidsplan 4	22
4.1	Inleiding	22
4.2	Nota Ruimte	22
4.3	Nationaal Milieubeleidsplan 4	25
4.4	Strategie Nota Ruimte en NMP4.....	26
H5	Trends vakliteratuur	27
5.1	Inleiding	27
5.2	Stedebouw en Ruimtelijke Ordening	27
5.3	Geografie.....	28
5.4	ROM magazine	29
5.5	Planning.....	30
5.6	Planning magazine	31
5.7	Vergelijking trends vakliteratuur	32
5.8	Vergelijking vakliteratuur en Nederlandse beleidsdocumenten.....	34
H6	Conclusies	35
	Literatuurlijst.....	37

H1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Er is een bijna eensgezinde wetenschappelijke consensus dat de toename van concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer door menselijke activiteiten zal leiden tot opwarming (en andere klimaatveranderingen) aan het aardoppervlak (McMicheal et al., 2006). De Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) publiceerde in 2001, en meest recent (februari 2007) een rapport waarin werd voorspeld dat de gemiddelde temperatuur in het jaar 2100 zal stijgen tussen de 1.4 tot 5.8 graden Celsius. Op hogere breedtegraden zal de toename in temperatuur groter zijn. Het jaarlijkse gemiddelde aan neerslag op aarde zal toenemen, maar in gebieden gelegen op de middelste en lagere breedtegraden zal de neerslag juist afnemen en daardoor droger worden. Als gevolg hiervan zal in andere gebieden de neerslag juist heviger worden met meer kansen op overstromingen. De grilligheid van het klimaat zal toenemen in gebieden met een warmer klimaat (IPCC, 2001, 2007).

Volgens (het rapport van) de European Environment Agency (EEA) zal in Europa de temperatuur als gevolg van het broeikas effect verder stijgen dan wordt aangenomen voor het wereldgemiddelde door de IPCC, namelijk 2.0 tot 6.3 graden Celsius in het jaar 2100. De neerslagpatronen laten een meer gevarieerd beeld zien. Recentelijk is waargenomen dat in centraal en noord Europa meer regen is gevallen dan in vorige jaren. Hier tegenover staat dat het in zuid en zuidoost Europa juist droger wordt. Extreme weersomstandigheden zoals droogtes, hittegolven en overstromingen zijn toegenomen terwijl koude extremen (vorstdagen) zijn afgenomen (EEA, 2004).

De klimaatveranderingen die in Nederland optreden zijn onderzocht door Milieu- en Natuurplanbureau (MNP). Zij verwachten dat de stijging in temperatuur in Nederland in dezelfde orde verloopt als de stijging van het wereldgemiddelde. Uitgaande van het wereldgemiddelde temperatuurprojecties van het IPCC (2001) heeft het KNMI enkele jaren geleden een drietal scenario's (droog, normaal, nat) ontwikkelt voor de neerslag in Nederland in het jaar 2100. Deze scenario's laten een toename zien van zowel de winter- als de zomerneerslag (Kors et al., 2000). Projecties van mogelijke verschuivingen in extreem weer zijn erg onzeker. Uit studie blijkt dat augustusdagen in 2080 mogelijk 1,4 graad warmer worden. De temperatuur van extreme warmte, dat eens in de 10 jaar optreedt, loopt echter twee keer zo hard op. Verwacht wordt dat de kans op extreem koude winters minder snel afneemt dan op grond van de gemiddelde temperatuurtoename verwacht zou kunnen worden. Dit komt doordat koude extremen sterk afhangen van de windrichting (oostenwind) (MNP, 2005). De gevolgen van klimaatverandering in combinatie met de voortzettende bodemdaling en stijgende zeespiegel zou er geanticipeerd moeten worden op het gegeven dat omstandigheden zoals extreem grote wateraanvoer (winter) én extreem kleine wateraanvoer (zomer) vaker zullen optreden. Als grootste zorg kan worden genoemd: het overstromen of doorbreken van waterkeringen langs de kust, de Rijn en de Maas of in het IJsselmeergebied. Als onbedijkte rivieren, beken of sloten overlopen of het grondwater zeer hoog komt te staan, kan grote maatschappelijke en economische schade optreden, maar lopen mensen geen direct gevaar. Er is dan sprake van wateroverlast (WB21, 2000). In een land als Nederland, ingeklemd tussen de zee en de uitloop van vier grote rivieren, waarbij 60% van het land onder de zeespiegel ligt, en waarbij 70% van het Bruto Nationaal Product (BNP) wordt verdiend in deze gebieden met een hoge overstromingskans, kan dit leiden tot grote problemen in tal van sectoren (Kabat & Vellinga, 2005).

De gevolgen van het veranderende klimaat werden in het jaar 1990 in Nederland al duidelijk. Het rivierengebied kreeg twee maal te kampen met zeer hoge waterstanden. In 1993, maar vooral in 1995 steeg het water tot grote hoogten. Uit voorzorg zijn in 1995 mensen en dieren

uit het rivierengebied geëvacueerd, vanwege een heersende onzekerheid of de dijken 'het zouden houden' (Alberts, 2003).

Recente overstromingen in de rest van Europa in landen als Groot-Brittannië, Italië en Spanje geven de ernst van dit probleem mede aan. Extreem weinig water is in tegenstelling tot teveel water ook een overlastprobleem en kan eveneens tot grote economische schade leiden (WB21, 2000).

Sinds de hoogwaterperikelen uit de jaren '90 is er een publiek debat ontstaan over het ophogen van dijken en de aantasting die het teweeg brengt in het bestaande cultuurlandschap. De Commissie Waterbeheer 21^{ste} eeuw publiceerde het rapport "Waterbeleid voor de 21^{ste} eeuw" waarin maatregelen genoemd worden, waaronder het bieden van meer ruimte aan water, om Nederland in de toekomst veilig en leefbaar te houden. Ook werd gebroken met de strategie van het zo snel mogelijk afvoeren van water. Dit resulteerde in de drietrapsstrategie 'vasthouden, bergen en afvoeren'. Hieruit volgend is de overheid een andere weg ingeslagen met het rivierenbeleid met als document "Ruimte voor de Rivier" als startpunt. De kern van dit beleid is dat het water de ruimte krijgt door middel van specifiek aangewezen overstromingsgebieden (Kabat & Vellinga, 2005). Wetenschappelijk directeur van het onderzoeksprogramma Klimaat voor Ruimte (KvR) en klimaatonderzoeker prof. Kabat, pleit al jaren voor meer aandacht voor de gevolgen van klimaatverandering. In 2004 hield de hoogleraar Klimaathydrologie aan de Universiteit van Wageningen een inaugurele rede waarin hij benadrukte: "dat het bestrijden van de klimaatverandering alleen niet voldoende is, want ook al lukt het om de uitstoot van broeikasgassen stop te zetten, dan nog duurt het honderden jaren voor de temperatuur stabiel wordt." Mensen moeten dus meer aandacht gaan besteden aan de gevolgen die de klimaatverandering heeft voor het dagelijks leven. Dat betekent meer aandacht voor wat klimaatwetenschappers "adaptatie" noemen. Voorbeelden daarvan zijn het verhogen van dijken of het aanwijzen van overloopgebieden. Tot nu toe was daar weinig aandacht voor. Het grootste deel van zowel het klimaatonderzoek als het klimaatbeleid was steeds gericht op "mitigatie", het tegengaan van de oorzaken van klimaatverandering, zoals de uitstoot van broeikasgassen".

1.2 Probleemstelling

Voor adaptatie of ook wel het klimaatbestendig maken van de fysieke leefomgeving zijn er aanpassingen nodig in tal van sectoren namelijk: water, infrastructuur en mobiliteit, landelijk gebied, recreatie, natuur, landbouw, stedelijk gebied, gezondheid en energie. In het beleid ten aanzien van het voorkomen van wateroverlast en de bescherming tegen overstromingen hebben de verwachte effecten van klimaatverandering reeds een stevige plek gekregen. Maar de effecten voor andere sectoren zijn zeker minstens net zo ingrijpend en vragen eveneens om maatregelen voor aanpassing. Adaptatie dient dan ook een algemeen maatschappelijk belang in termen van o.a. volksgezondheid, aantrekkelijke en veilige woon- en vestigingsmilieus en betrouwbare nutsvoorzieningen (met name elektriciteit en drinkwater) te worden (VROM, 2006a).

In een toespraak van Minister Dekker (VROM, 2003-2006) tijdens het congres "omgaan met klimaatverandering in bestuurlijk Nederland" in november 2005 gaf de minister aan dat Nederland nog niet voldoende is voorbereid op de effecten van de komende klimaatverandering, maar dat het kabinet wel degelijk bewust is van de noodzaak om antwoorden te geven. Nederland als Rode Delta bij uitstek zal dus voor een grote opgave staan om de inrichting van Nederland klimaatbestendig te maken. Het huidige (klimaat)beleid voor de inrichting van Nederland is daarom misschien onvoldoende aangepast om ook op de lange termijn het hoofd te bieden aan extremere weersomstandigheden (veranderende klimaat). Het klimaatbestendig maken van de huidige inrichting zal nieuwe vraagstukken opleveren en kennisleemtes blootleggen. Deze nieuwe vraagstukken en kennisleemtes hebben

een wetenschappelijke relevantie namelijk het bieden van nieuwe kennis betreffende klimaatverandering en aanpassingen daartegen in de huidige inrichting.

1.3 Doelstelling

De hoogwaterperikelen uit de jaren '90 heeft laten zien dat de voortgaande klimaatverandering nu maar ook zeker in de toekomst een grote rol spelen in de inrichting van Nederland. Het rapport van de Commissie Waterbeheer 21^{ste} eeuw en het beleidsdocument Ruimte voor de Rivier geven aan het klimaatvraagstuk en haar effecten al duidelijk merkbaar zijn in het waterbeleid aangaande kustverdediging en rivieren. In hoeverre het huidige Ruimtelijke Ordeningsbeleid anticipeert op de effecten van het veranderende klimaat voor de inrichting van Nederland is daarom een interessante vraag. Een analyse van de nu geldende beleidsstukken te weten: de Nota Ruimte en het Nationaal Milieubeleidsplan 4 zal getracht worden inzicht te bieden in hoeverre deze beleidsstukken anticiperen op klimaatverandering. Volgens het IPCC (2001) zijn twee klimaatstrategieën namelijk adaptatie en mitigatie de twee meest dominerende klimaatstrategieën die misschien antwoord kunnen geven op welke manier op het veranderende klimaat zou moeten worden geanticipeerd en in hoeverre er nu sprake is in van een strategie in het huidige beleid. Daarnaast is het interessant om te onderzoeken of er trends zijn beschreven in vakliteratuur, niet alleen in Nederland maar ook in het buitenland, gaande over de anticipatie op klimaatverandering. De effecten van klimaatverandering zijn eveneens van invloed op andere sectoren op verschillende schalen, lokaal, regionaal en nationaal. Andere sectoren zoals natuur, landbouw, waterbeheer en volksgezondheid zullen ook onder invloed staan van de effecten van het veranderende klimaat. De ruimtelijke ordening zal daardoor moeten meebewegen en oplossingen moeten bieden voor nieuwe ruimtelijke klimaatvraagstukken. Welke ruimtelijke dimensie het veranderende klimaat heeft op verschillende sectoren zal daarom geanalyseerd en beschreven worden. De doelstelling van dit onderzoek is samen te vatten als: het identificeren van knelpunten en voortgang in de anticipatie op klimaatsverandering gegeven in de wetenschappelijke literatuur en deze te vergelijken met de praktijk van het huidige Nederlandse ruimtelijke ordeningsbeleid, en welke praktijkontwikkelingen -of verschillen beschreven zijn op basis van buitenlandse (Engeland en VS) vakliteratuur. De vergelijking tussen wetenschappelijke literatuur en de praktijk is bedoeld om te kijken in hoeverre anticipatie in literatuur en praktijk overeenkomen. De vergelijking van praktijkontwikkelingen tussen Nederland en buitenland (Engeland en VS) zouden mogelijke verschillen kunnen opleveren in termen van anticipatie op klimaatverandering.

Onderzoeksvragen:

hoofdonderzoeksvraag

- In hoeverre speelt het klimaatvraagstuk een rol in de ruimtelijke ordening in Nederland, VS en Engeland?

subvragen

- Wat zijn de verwachte effecten van klimaatverandering?
- Welke klimaat strategieën zijn er te onderscheiden?
- In hoeverre anticipeert het huidige Ruimtelijk ordeningsbeleid (Nota Ruimte en Nationaal Milieubeleidsplan 4) op klimaatverandering?
- Zijn er trends in Nederlandse vakliteratuur (SRO, ROM magazine, Geografie) waarneembaar waarbij het ruimtelijke ordeningsbeleid rekening houdt met klimaatverandering?
- Zijn er trends in de vakliteratuur van Engeland (Planning magazine) en VS (Planning) waarneembaar waarbij het ruimtelijke ordeningsbeleid rekening houdt met klimaatverandering?
- In hoeverre komt het theoretisch beschreven concept adaptatie overeen met de beschrijving van dit concept in de praktijk?

1.4 Onderzoeksaanpak

De gestelde hoofdonderzoeksvraag beoogt antwoord te geven op de vraag in hoeverre het klimaatvraagstuk een rol speelt in de ruimtelijke ordening. Een rol spelen wordt in deze scriptie geoperationaliseerd als de mate van waarin klimaatmaatregelen gebruikt en genoemd worden in beleidstukken en beleidsteksten van professionals.

De gestelde subonderzoeksvragen zullen vanuit de literatuur getracht worden te beantwoorden. Door middel van selectie van de juiste informatie zal een kader worden geschept voor de uiteindelijke analyse van het huidige beleid. Klimaatverandering heeft invloed op tal van sectoren, daarom zal per relevante sector beschreven worden welk effect het klimaat heeft op deze sector en welke relevantie en invloed het heeft op de ruimtelijke ordening.

Na het beschrijven van deze sectoren die onder invloed staan van klimaatverandering zal vanuit bestudeerde (inter)nationale vakliteratuur beschreven worden welke klimaatstrategieën er te onderscheiden zijn. De gevonden klimaatstrategieën zullen dan operationeel worden gemaakt in een concept en als leidraad fungeren bij de analyse van het huidige nationale ruimtelijke orderingsbeleid te weten de Nota Ruimte en het Nationaal Milieubeleidsplan 4. Voor het ontdekken van klimaatstrategieën in de praktijk zullen drie Nederlandse vakbladen (Stedebouw en Ruimtelijke Ordening, Geografie en ROM magazine) bestudeerd worden. De keuze voor de vakbladen is bepaald door de grote bekendheid onder planologen en ruimtelijke ordenaars en beschikbaarheid en toegankelijkheid van deze informatiebron. Als criteria werd ook de hoge reikwijdte van beschreven onderwerpen genomen waaraan deze vakbladen aan moesten voldoen, wat betekent dat de vakbladen de vele facetten van de ruimtelijke ordening behandeld in artikelen.

Voor het buitenland zullen twee bekende vakbladen bestudeerd worden namelijk het Engelse vakblad Planning magazine en het Amerikaanse vakblad Planning. De keuze om deze twee landen te gebruiken voor de analyse van eventuele buitenlandse trends is in eerste instantie genomen op basis van klimaataanpak. De Verenigde Staten heeft tot nu toe het Kyoto-protocol nog niet geratificeerd waardoor de maatregelen van het Kyoto-protocol niet tot volledige werking kunnen komen. Deze werking is gericht op het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen met 8 % in de periode van 2008-2012. De VS zet dus in op een beperkte mate van mitigatie in haar klimaatbeleid. Interessant is dan om te analyseren of naast mitigatie als strategie ook andere strategieën zoals adaptatie een rol van betekenis spelen in de vakliteratuur ofwel praktijk.

Engeland echter heeft het Kyoto-protocol wel geratificeerd en hier lijkt meer het besef aanwezig over de noodzaak om acties te ondernemen tegen de klimaatverandering. Voorbeeld is ervan is de publicatie van de UK Climate Impacts Programme waarin scenario's worden geschetst over de verwachte klimaatseffecten voor Engeland. Hierdoor is de verwachting dat voorbeelden van klimaataanpassingen (adaptatie) in vakliteratuur meer aan de orde zullen komen.

Naast deze argumentatie is de keuze in tweede instantie voor deze twee landen de zeer goede beschikbaarheid van vakliteratuur die zeer toegankelijk is om te gebruiken als informatiebron betreffende klimaatverandering en ruimtelijke ordening. De vakbladen zullen van 1 jaargang, te weten 1 januari 2006 tot januari 2007, doorgenomen worden en daarbij worden relevante onderwerpen geselecteerd die ingaan op klimaatverandering en de effecten en aanpak hiervan. De mogelijk gevonden voorbeelden van klimaatstrategieën uit de praktijk zal naast de beschreven literatuur worden gelegd om mogelijke verschillen te kunnen aantonen.

1.5 Leeswijzer

Om de doelstelling van dit rapport te realiseren en een antwoord te geven op de geformuleerde onderzoeksvragen zal dit rapport als volgt zijn opgebouwd. De mogelijke

effecten van het veranderende klimaat op de ruimtelijke ordening van een aantal sectoren zal in het eerstvolgende hoofdstuk beschreven worden. Hoofdstuk 3 zal klimaatstrategieën beschrijven die als concept zullen worden gebruikt voor de analyse van de Nota Ruimte en het Nationaal Milieubeleidsplan 4 in hoofdstuk 4. Het laatste hoofdstuk zal gewijd zijn aan het beschrijven van mogelijke trends in vakliteratuur met betrekking tot aanpassing van de inrichting voor het veranderende klimaat in Nederland, Engeland en VS. Daarna zal een vergelijking worden gemaakt tussen de mogelijke gevonden trends in Nederlandse en buitenlandse vakliteratuur en de Nederlandse beleidsstukken betreffende ruimtelijke aanpassingen in relatie met klimaatverandering.

H2 De verwachte effecten van klimaatverandering

2.1 Inleiding

Menselijke activiteiten (voornamelijk door het verbranden van fossiele brandstoffen en veranderingen in landgebruik) doen de concentratie van broeikasgassen toenemen in de atmosfeer wat de atmosfeer doet opwarmen. Deze veranderingen in concentraties van broeikasgassen en aërosols tezamen in de atmosfeer zullen naar verwachting regionale en globale veranderingen in temperatuur, neerslag en andere klimaatveranderingen teweegbrengen. Dit zal weer leiden tot verdergaande zeespiegelstijging, meer extreme hittegolven, overstromingen en droogtes in bepaalde gebieden (IPCC, 2001).

Wetenschappelijke studies tonen aan dat volksgezondheid, ecologische systemen en sociaal economische sectoren (hydrologie en waterbronnen, voedselproductie, kustsystemen en stedelijke gebieden) gevoelig zijn voor klimaatverandering. Klimaatverandering zal een extra druk geven voor gebieden die al onder druk staan door uitputting van bronnen en vervuiling. Deze druk zal onderling versterkt worden waardoor bepaalde regio's in de mogelijkheid tot een sociale en economische ontwikkeling belemmerd zullen worden (IPCC, 1997).

Maar wat zijn nou de gevolgen van het veranderende klimaat op de ruimtelijke ordening en inrichting? Extreme weersomstandigheden en overstromingen laten al zien dat de huidige inrichting onder druk staat van de veranderende omstandigheden die klimaatverandering met zich meebrengt. Het beschrijven van de effecten van klimaatverandering op de gevoeligste sectoren, onderzocht door het IPCC (2001) heeft in dit hoofdstuk als doel om aan te tonen hoe klimaatverandering de inrichting ofwel de ruimtelijke ordening zal kunnen beïnvloeden. Deze beschrijving volgens de literatuur zal dan fungeren als basis voor de empirische analyse in hoofdstuk 4 en 5. Per sector zullen de effecten van het klimaat verschillend zijn waardoor de ruimtelijke ordening voor een uitdaging staat om het klimaatvraagstuk te betrekken in de planning van de bestaande inrichting.

2.2 Ecosystemen

In verschillende wetenschappelijke studies (Dawson et al., 2003; Hashioka, 2006; Struyf et al., 2004; De Boeck et al., 2006) is aangetoond dat ecosystemen van fundamenteel belang zijn als natuurlijke functie en duurzaamheid. Ecosystemen leveren verschillende aspecten die van groot belang zijn voor het individu en maatschappij. Deze aspecten bestaan onder andere uit: het leveren van voedsel, grondstoffen, bescherming, medicijnen en energie, het opslaan en vervoeren van koolstof en nutriënten, het opnemen van afvalproducten, het zuiveren van water, de regulatie van waterafvoer en overstromingen, het bieden van mogelijkheden tot recreatie en toerisme en ecosystemen zijn de bron van genetisch materiaal en soortendiversiteit. Verder kan de verandering van het klimaat de geografische locatie van ecologische systemen, de samenstelling van soorten en de voordelen die het bevat om beschavingen te doen voortbestaan, beïnvloeden. Volgens Bytnerowicz (2006) zijn ecosystemen zeer dynamisch en worden deze constant beïnvloed door klimaatverandering. De meest belangrijke invloed van klimaatverandering op ecosystemen zal bestaan uit de grootte en de snelheid van de verandering van het klimaat zodat ecosystemen zich niet kunnen aanpassen in dezelfde tijdsperiode. Bytnerowicz toont verder aan dat de toegenomen concentratie van koolstofdioxide een invloed zal hebben op de productiviteit en efficiency van watergebruik van plantensoorten. Studies van het IPCC (1997) tonen verder aan dat andere effecten van klimaatverandering zoals bosbranden, plagen en ziektes een invloed kunnen hebben op de bestaande soortensamenstelling van ecosystemen.

De bovengenoemde effecten van klimaatverandering op het functioneren en het voortbestaan van ecosystemen zal mede voor de ruimtelijke ordening een nieuwe uitdaging vormen. Voor het behoud en uitbreiding van bestaande ecosystemen zullen bedreigende economische

activiteiten (industrie, infrastructuur) niet moeten grenzen aan bestaande en nieuwe natuurgebieden. Ook concurrerende functies zoals landbouw, met betrekking tot de beschikbaarheid van waterbronnen zal de claim op het ruimtegebruik complexer maken. Nieuwe soortendiversiteit, bosbranden, plagen en ziektes kunnen ervoor zorgen dat de planning van landbouwgrond, bebouwing, waterwinning en natuurgebieden elkaar negatief (natuurschade, financiële schade) kunnen beïnvloeden waardoor de planning van dit landgebruik bemoeilijkt zal worden.

2.3 Hydrologie en waterbronnen

De beschikbaarheid van water wordt in de wetenschappelijke literatuur (IPCC, 1997; Arnell, 2004; Ranjan et al., 2006) als belangrijke voorwaarde bestempeld voor welzijn en productiviteit. Gesteld is dat 1,3 miljard mensen geen beschikking hebben over veilig drinkwater en dat 2 miljard mensen geen beschikking hebben over sanitaire voorzieningen. De druk op schaarste van water is verdeeld over de hele aarde maar is in 19 landen in het Midden Oosten en Noord en Zuid Afrika het grootst. Verwacht wordt dat dit aantal zal verdubbelen in het jaar 2025, dit door voornamelijk groei van de economie en de bevolking. Monirul (2003) benadrukt verder dat klimaatverandering de frequentie en de grootte van droogtes verder zal laten toenemen in bepaalde regio's, waarbij periodieke en langdurige watertekorten kunnen ontstaan in droge en semi-droge gebieden op aarde. Daarbij zullen voornamelijk de ontwikkelingslanden het meest kwetsbaar zijn, omdat deze gelegen zijn in de droge en semi-droge gebieden en hun waterbronnen bestaan uit geïsoleerde reservoirs en waterputten. Ook de beperkte technische en financiële mogelijkheden in ontwikkelingslanden zullen een grote druk leggen op de nationale economieën.

Voor regio's met een meer gematigd en vochtig klimaat stellen het IPCC (1997), de Loë et al. (2001) en Christensen (2004) dat overstromingen naast droogtes en langdurige watertekorten tot aanpassingen moeten leiden in dijk en damwerken. De invloed van de klimaatverandering zal moeten afhangen van de conditie van het watersysteem en van de watermanagers in hoeverre deze kunnen reageren op klimaatverandering. Dit om te kunnen voldoen aan een toenemende bevolkingsgroei, veranderingen in de vraag naar water, technologische groei, economische en sociale groei en wetgeving.

Het veiligstellen van de beschikbaarheid van waterbronnen voor industrie, landbouw en drinkwater door de toename van droogtes door het veranderende klimaat zal een grote ruimteclaim inhouden op de bestaande ruimtelijke inrichting. Gebieden zullen gereserveerd worden om als opslag te functioneren om tekorten op te vangen in tijden van droogte. Tevens zal het watersysteem zo adequaat mogelijk ingericht moeten worden om overtollig water te kunnen afvoeren. Het voorkomen van wateroverlast en het verhogen van de veiligheid van overstromingsgevoelige gebieden zal een sterke invloed hebben op de uitvoer van de ruimtelijke planning.

2.4 Voedselproductie

Een rapport van het IPCC daterend uit 1997 stelt dat ongeveer 800 miljoen mensen leiden aan ondervoeding en dat wanneer de groei van de wereldpopulatie zal toenemen samen met de inkomsten, de voedselconsumptie zal verdubbelen in de volgende 3 tot 4 decennia. Een soortgelijke recente gebeurtenis van verdubbeling in voedselproductie heeft zich voor gedaan over een periode van 25 jaar en was gebaseerd op irrigatie, chemische middelen en een hoge opbrengst per gewas. In deze studie wordt getwijfeld of deze toename in voedselproductie overtroffen kan worden. Het intensievere gebruik van de grond voor productie van voedsel geeft nu al duidelijke problemen zoals chemische en biologische afvoer, gronderosie en verzilting.

Als mogelijke oplossing wordt de uitbreiding van de landbouwgrond voor het realiseren van de totale voedselproductie. Een nadeel zal zijn dat de competitie van landgebruik druk legt op andere functies zoals ecosystemen. Tevens zullen toenames van landbouwemissies alleen maar meer bijdragen aan het broeikas-effect, en zal de natuurlijke opname van koolstof minder zijn doordat landbouwgrond natuur zal verdringen.

Andere effecten van klimaatverandering worden genoemd door Berry et al. (2006), Parry et al. (2004) en Olesen & Bindi (2002). In deze artikelen wordt gesteld dat klimaatverandering een extra druk zal uitoefenen op de productie van landbouwgrond waardoor de productie en grootte van de opbrengst beïnvloed zal worden. De meest belangrijke effecten van klimaatverandering op de landbouwsector zullen neerkomen op de verandering van factoren zoals temperatuur, neerslag, groeiseizoen, verandering van oogstontwikkeling en een verhoogde concentratie van koolstofdioxide in de atmosfeer (wat een voordelig effect kan hebben op de groei van verschillende gewassen). Potentiële neveneffecten kunnen zijn toename in ziektes, plagen en onkruid).

Wat de consequenties zijn voor de ruimtelijke ordening met betrekking tot de landbouw is moeilijk te zeggen en is voor elk type landbouw verschillend. De condities die vereist zijn voor het functioneren van de landbouw kunnen door klimaatverandering sterk veranderen zoals het beschikken over voldoende waterbronnen. Ruimte die gereserveerd wordt voor overstromingsgebieden zal een druk geven op bestaande landbouwgronden die ongeschikt zullen worden voor een bepaald type landbouw. Concurrerende functies zoals natuur en stedelijke ontwikkeling zullen tevens een extra druk leggen op het bestaande grondgebruik. De ruimtelijke ordening zal afwegingen moeten maken welke functies gewenst en noodzakelijk zijn in een bepaald gebied.

2.5 Kustsystemen

Kustzones kunnen volgens Suarez et al. (2005) en het MNP (2005) getypeerd worden om hun diversiteit aan ecosystemen en hun grote aantal aan socio-economische activiteiten. De bevolkingsgroei in deze kustzones groeit namelijk dubbel zo snel als de nationale bevolkingsgroei. Naar schatting leeft de helft van de wereldpopulatie in de kustzones, al is de variatie groot tussen verschillende landen. De zeespiegelstijging en de toename van extreme weersomstandigheden zal de meest voornamelijk directe bedreiging zijn voor kustsystemen door de klimaatverandering. Veel van deze kustsystemen zullen te maken krijgen met verzakking van de grond door menselijke en/of natuurlijke oorzaak en daardoor zal de ernst van zeespiegelstijging alleen maar toenemen. Geschat wordt dat 46 miljoen mensen per jaar gevaar lopen door overstromingen door stormen. Klimaatverandering zal deze problemen alleen maar doen vergroten wat zal leiden tot negatieve invloeden op ecosystemen en menselijke infrastructuur.

De ruimtelijke ordening zal in kustsystemen aanpassingen moeten verrichten in de inrichting om de negatieve invloeden op socio-economische activiteiten te doen verminderen. Dit zal leiden tot nieuwe technische ingrijpen in bedreigde gebieden om overstromingen door zeespiegelstijging en extreme weersomstandigheden te doen vermijden. Juist door middel van ruimtelijke planning kan er een strategie ontwikkeld worden dat anticipeert op de bestaande en verwachte effecten op elke soort landgebruik dat bedreigd wordt door zeespiegelstijging en weersextremen.

2.6 Volksgezondheid

Op het gebied van volksgezondheid beschrijven enkele wetenschappelijke studies dat in de meeste delen van de wereld een toename is waargenomen in de levensverwachting in ontwikkelde -en ontwikkelingslanden (IPCC, 1997; Sokona, 2001; Du Plessis et al., 2003; Few, 2006). Hier tegenover is wel geconstateerd dat er een toename is van oude en nieuwe

vector gebonden ziektes (dit zijn ziekten die door een vector/drager (mug, teek etc) worden overgedragen op de mens) zoals knokkelkoorts, malaria, hantavirus en cholera. De totale groei van de bevolking in steden in de ontwikkelingslanden laat een toename zien van 25% (1960) tot meer dan 50% in het jaar 2020. Deze veranderingen in groei kunnen alleen maar voordelen opleveren (economische en sociale ontwikkeling) als er voldaan wordt aan schoon drinkwater en goede sanitaire voorzieningen anders zullen ziektes en milieuproblemen in de stedelijke gebieden voor ernstige gezondheidsproblemen zorgen.

Volgens Haines et al. (2006) en Huntingford et al. (2007) kan klimaatverandering de volksgezondheid ernstig beïnvloeden door een toename in tropische vectorgebonden ziektes, verhoogde sterfte door hittegolven en verslechtering van de luchtkwaliteit in het stedelijke milieu. Gesteld wordt dat de net genoemde effecten op de volksgezondheid niet de grootste problemen zullen geven maar alleen in ontwikkelingslanden in tropische en subtropische gebieden zullen deze effecten een grotere invloed hebben op de volksgezondheid.

Een aantal zojuist genoemde bedreigingen voor de volksgezondheid zal ook consequenties hebben voor de ruimtelijke ordening. Door de toename van extreme weersomstandigheden zoals hittegolven kan het sterftcijfer in het stedelijke gebied toenemen. In stedelijke gebieden is al het fenomeen 'heat island effect' waarbij temperaturen rond gebouwen aanzienlijk hoger zijn (Jusuf et al., 2007; Kolokotroni et al., 2007; Stone & Norman, 2006). De toename van hittegolven zal dit effect alleen maar doen versterken. Gebouwen zijn niet voldoende aangepast aan de veranderende klimaatomstandigheden maar het stedelijke gebied in zijn geheel ook niet. Aanpassingen zoals het creëren van meer open groene plekken zal de temperatuur al doen verlagen en het 'heat island effect' doen verminderen in de sterk verstedelijkte gebieden. Tevens zal de luchtkwaliteit afnemen door de toename van concentraties van ozon en fijn stof bij hogere temperaturen waardoor milieugevoelige functies nog meer gescheiden moeten worden van vervuilende bronnen. De ruimtelijke planning staat zo in directe relatie met het waarborgen en verbeteren van de volksgezondheid.

2.7 Strategie

De effecten van klimaatverandering hebben verschillende invloeden op verschillende sectoren en deze effecten zullen invloed hebben op de uitvoering van de huidige ruimtelijke ordening. In figuur 1 zal overzichtelijk worden weergegeven welke effecten het veranderende klimaat zal hebben op de ruimtelijke ordening. Toenemende kosten, in termen als mensenlevens en kapitaal, tegen overstromingen, stormen en droogtes geven de kwetsbaarheid aan. Dit betekent dat de veranderende omstandigheden gegenereerd door het klimaat om aanpassingen vraagt in de bestaande inrichting. Dit om het huidige systeem meer veerkracht te geven voor toekomstige omstandigheden (EEA, 2004; IPCC, 1997). De maatregelen die genomen kunnen worden om de effecten van de klimaatverandering te doen verminderen kan op verschillende manieren gebeuren. Het volgende hoofdstuk zal de verschillende bestaande klimaatstrategieën beschrijven die in het huidige ruimtelijke ordeningsbeleid gebruikt kunnen worden of wenselijk zijn.

Door deze veranderende effecten zullen nieuwe ruimteclaims leiden tot nieuwe ruimtelijke vraagstukken om de economische en sociale ontwikkeling van een land veilig te stellen voor nu en voor de toekomst. De klimaatverandering zal door invloed van de verhoogde concentraties broeikasgassen in de atmosfeer nog enkele tientallen jaren tot eeuwen doorgaan. Daarmee dus ook de effecten, maar veel systemen en beleid zijn nog niet voldoende aangepast aan de veranderende en toekomstige omstandigheden.

Sector	Klimaatseffecten	Ruimtelijke vraagstukken
Ecosystemen	Aanpassingsvermogen natuur onduidelijk door veranderende condities	<ul style="list-style-type: none"> - Toename ruimteclaim tussen natuur en andere functies - Natuur meer kwetsbaar, vervuilende bronnen nog meer scheiden
Hydrologie & waterbronnen	Watertekorten, droogtes, overstromingen	<ul style="list-style-type: none"> - Toename ruimteclaim door reservering ruimte voor waterbuffers - Toename ruimteclaim aanpassingen in het watersysteem (dijken, damwerken)
Voedselproductie	Verandering condities landbouw (temperatuur, neerslag, groeiseizoen, oogstontwikkeling, verhoogde concentratie CO ₂ , toename ziektes, plagen en onkruid)	<ul style="list-style-type: none"> - Concurrentie landbouw, natuur en stedelijk gebied wordt verhoogd door toename reservering van ruimte voor watervoorraad (buffers) en overstromingsgebieden
Kustsystemen	Toename zeespiegelstijging en extreme weersomstandigheden	<ul style="list-style-type: none"> - Ontwikkeling strategie om elk type landgebruik aan te passen op overstromingsrisico
Volksgezondheid	Hogere temperaturen leidt tot verergering luchtkwaliteit, toename vectorgebonden ziektes en verhoogde sterfte door hittegolven	<ul style="list-style-type: none"> - Stedelijk gebied aanpassen om heat island effect te verminderen - Milieugevoelige functies nog meer scheiden van vervuilende bronnen

Figuur 1: Klimaatseffecten en ruimtelijke vraagstukken

H3 Klimaatstrategieën

3.1 Inleiding

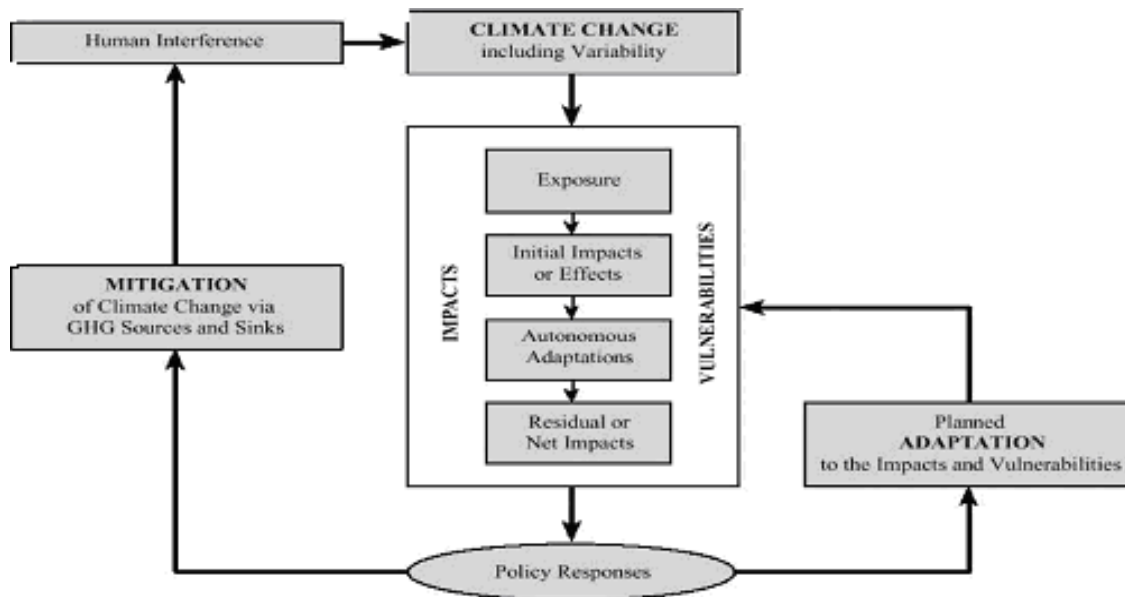
Wetenschappelijk onderzoek en kennis tonen steeds meer aan dat de mens de oorzaak is van het veranderende klimaat en benadrukt het ontstaande probleem. De wetenschap heeft voornamelijk kennis geleverd om antwoorden te geven op een aantal gegronde vragen. Ten eerste, zijn de menselijke activiteiten die het klimaat veranderen op mondiale schaal? Ten tweede, wat zijn de effecten op mondiale schaal? En ten derde, welke acties moeten er ondernomen worden? De antwoorden op de eerste twee vragen zijn onderzocht en gepubliceerd door het IPCC. Over de derde vraag wordt nog volop gedebatteerd op verschillende lokale, nationale en internationale forums, evenals op de Conventie van Klimaatverandering van de Verenigde Naties. De opties die er zijn kunnen worden verdeeld in twee brede groepen van mogelijke strategieën namelijk mitigatie, kort gezegd het reduceren van de uitstoot van broeikasgassen of het verwijderen (d.m.v sinks, zie ook par. 3.2) van deze gassen uit de atmosfeer, en adaptatie wat voornamelijk inhoudt het reduceren van de effecten van klimaatverandering door middel van aanpassing van de natuurlijke en menselijke omgeving. Beide groepen van acties zijn nodig om de risico's van het veranderende klimaat te verminderen en hoe met deze risico's om te gaan (Baethgen et al., 2004).

De effecten van het veranderende klimaat zullen, zoals in hoofdstuk 2 is beschreven, een grote invloed hebben op het ruimtegebruik in de bestaande inrichting. Adaptatie als strategie om de bestaande inrichting aan te passen aan de veranderende klimaatomstandigheden zal daarom voor nieuwe ruimteclaims en nieuwe ruimtelijke vraagstukken zorgen. De andere strategie namelijk mitigatie is gericht op emissiereductie van broeikasgassen maar zal net zoals adaptatie nieuwe ruimteclaims veroorzaken om de effecten van klimaatverandering te doen verminderen. In dit hoofdstuk zullen de verschillende klimaatstrategieën verder uitgewerkt worden qua definiëring en verhoudingen tot elkaar volgens de literatuur. Tevens zal worden beschreven welke mogelijke ruimtelijke consequenties adaptatie en mitigatie zullen opleveren in de bestaande inrichting.

3.2 Klimaatstrategieën: adaptatie en mitigatie

Adaptatie is volgens het IPCC (2001) gedefinieerd als de aanpassing in natuurlijke en menselijke systemen als reactie op daadwerkelijke of verwachte klimaatsstimuli of effecten daarvan, welke mogelijke gevaren zal doen minderen of kansen zal opleveren. Beleid voor klimaatadaptatie verwijst naar de acties die overheden nemen op het gebied van wetgeving, regelgeving en stimuleringen voor het bewerkstelligen van veranderingen in sociaal-economische systemen met het doel de kwetsbaarheid te verminderen ten gevolge van klimaatverandering, inclusief klimaatveranderlijkheid en extremen. Adaptatie aan klimaatverandering is tevens een integraal deel van de United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) die in twee aan elkaar gerelateerde strategieën tot verschillende beleidsdomeinen behoren.

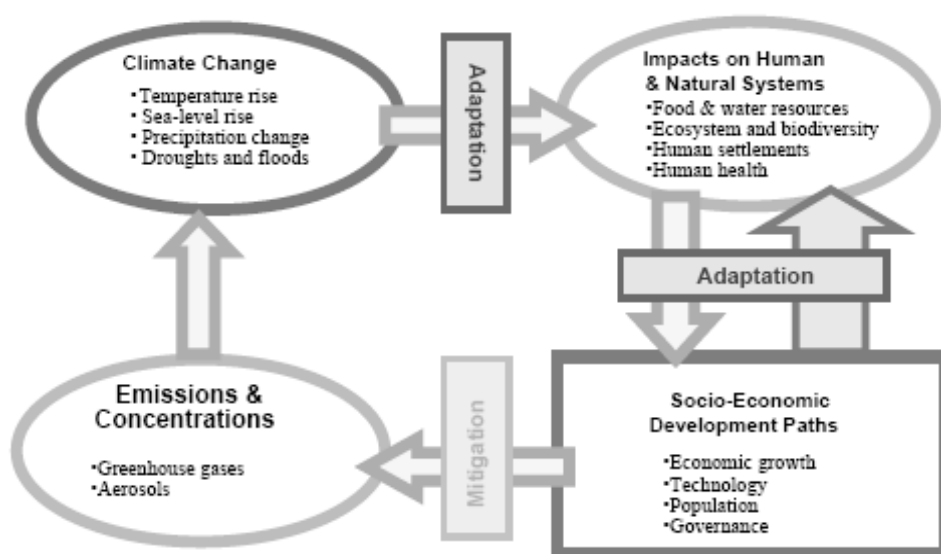
De eerste strategie is het voorkomen van het negatief beïnvloeden van het klimaatsysteem door een stabilisatie van concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer, ofwel mitigatie. De tweede strategie is door het reduceren van de kwetsbaarheid van de menselijke en natuurlijke omgeving door klimaatverandering, ofwel adaptatie. Een derde en respectievelijk vierde strategie zouden acceptatie en negeren van de effecten van klimaatverandering kunnen zijn maar worden niet genoemd of meegenomen als strategie in figuur 2. Tevens worden deze twee strategieën niet meegenomen in de analyse van de strategieën mitigatie en adaptatie.



Figuur 2: Adaptatie en mitigatie (IPCC, 2001)

Onderzoek van het IPCC laat in figuur 2 zien dat menselijke activiteiten het klimaat doen veranderen en daardoor natuurlijke systemen en maatschappij laat blootstellen aan veranderende omstandigheden. Systemen die gevoelig zijn voor deze veranderingen kunnen zich aanpassen door middel van adaptatie. Daaruit vloeiend beleid gericht op geplande adaptatie zal dan de effecten van het veranderende klimaat doen verminderen of kansen doen creëren. Mitigatiebeleid zal gericht zijn op de reductie van broeikasgassen en verbetering van sinks (CO₂ opname). Het IPCC laat tevens zien dat de effecten van klimaatverandering op sociaal-economische- en ecologische systemen en volksgezondheid worden beoordeeld aan de hand van blootstelling, effecten en kwetsbaarheden (IPCC, 2001).

Barker (2003) laat zien in figuur 3 dat de connectie tussen de maatschappij en klimaatverandering als een oorzaak en effect relatie kan worden beschouwd. Het laat vier domeinen zien te weten sociale en economische ontwikkeling, atmosferische gassen, het klimaatsysteem en de menselijke en natuurlijke systemen met hun sturende factoren.



Figuur 3: Adaptatie en mitigatie (Barker, 2003)

De sturende factoren van economie en maatschappij zijn populatie, economische groei, technologie en governance. Deze factoren zijn de oorzaak van het toenemen van de emissie van broeikasgassen, aerosols waarvan CO₂ de meest belangrijkste. Deze toename van concentratie van broeikasgassen verstoort de natuurlijke balans in de atmosfeer. De aerosols verhogen ook de luchtvervuiling (zure regen) en beschadigen daardoor de natuurlijke systemen. De lange termijn effect van de verandering van het klimaat zullen leiden tot zeespiegelstijging en veranderende neerslagpatronen. De klimaatveranderingen zullen invloed hebben op de natuurlijke systemen zoals stormen, droogtes, overstromingen, voedsel- en watertekorten, ecosystemen en biodiversiteit, volksgezondheid en menselijke nederzettingen. Deze veranderingen zullen op hun beurt effecten hebben op de sociaal economische ontwikkeling. De effecten van klimaatverandering op de menselijke en natuurlijke systemen en daardoor ook op de sociaal economische ontwikkeling kunnen worden veranderd door adaptatie. De toename van emissies kunnen worden terug gedrongen door middel van mitigatie.

3.3 Klimaatbeleid: adaptatie en mitigatie

Sinds het begin van de jaren negentig wordt er klimaatbeleid gevoerd. Dit beleid is gebaseerd op het VN Klimaatverdrag van 1992 en sinds 1997 het Kyoto-protocol waarin de ontwikkelde landen afspraken hebben gemaakt over de emissiereductie van CO₂.

Het bewustzijn dat de mens mogelijk het klimaat beïnvloedt is in de loop van de jaren tachtig ontstaan. Met het Kyoto-protocol zijn belangrijke stappen gezet, zowel in richtinggevende als in praktische zin.

Richtinggevend slaat op de mondiale consensus over het bestaan van het broeikas effect en de oorzaken ervan. Het IPCC functioneert steeds meer als kennisinstelling die onderzoeksresultaten van wetenschappers bij elkaar brengt en coördineert. De kennis is dan ook steeds minder omstreden. Met het Kyoto-protocol is vastgelegd dat actie moet worden ondernomen waarbij doelen zijn gesteld. Vanwege de nog bestaande onzekerheid en de terughoudendheid van landen om zich voor een lange termijn aan vergaande doelstellingen te binden, is gekozen voor een beperkte, haalbare doelstelling voor een relatief korte termijn. In het Kyoto-protocol hebben de deelnemende landen afspraken gemaakt dat ze de uitstoot van broeikasgassen tussen 2008 en 2012 met gemiddeld 5 procent zullen verminderen ten opzichte van het niveau in 1990.

Het Kyoto-protocol is praktisch te noemen door de keuze van de instrumenten. Er is overeenstemming dat de oplossingen pragmatisch en flexibel moeten zijn en dat de regels niet iedereen in dezelfde mate kunnen binden. Pragmatische instrumenten als emissiehandel vinden wel internationale steun, maar komen nog onvoldoende van de grond, doordat het verdelingsvraagstuk van de emissierechten niet zo eenvoudig oplosbaar is. Met de emissiehandel, Joint Implementation (JI) en het Clean Development Mechanism (CDM) zijn pragmatische instrumenten gecreëerd die erkennen dat ook de landen die onder het Kyoto-protocol geen verplichtingen hebben, kunnen bijdragen aan de probleemoplossing.

Maar het Kyoto-protocol is echter om een aantal redenen niet voldoende effectief. De doelstellingen richten zich op de ultrakorte termijn in klimaattermen, zijn inhoudelijk weinig ambitieus en ontberen een verplichtend kader voor de post-Kyotoperiode na 2012. Tevens beperkt het aantal deelnemende landen de effectiviteit van het verdrag, zeker als gekeken wordt naar de verwachte economische groei en bevolkingstoename in opkomende landen als China en India. Deze landen zijn vrijgesteld van verplichtingen, ook wel de *free riders* genoemd. De uitstoot van de meeste niet-deelnemende landen neemt in hoog tempo toe. Ook de mogelijkheden voor handhaving zijn beperkt. Het Kyoto-protocol is een eerste zet naar een effectief klimaatbeleid, geleid door een kleine groep 'overtuigde' landen, bovenal Japan en de Europese Unie (WRR, 2006).

De twee strategieën, adaptatie en mitigatie kunnen een bijdrage leveren als mogelijke oplossing van het klimaatprobleem. Op mondiaal niveau ligt de nadruk sterk op de emissiereductie en op emissiehandel oftewel de mitigatie kant van het klimaatbeleid. Deze emissiereducties zijn vooral gericht op het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen in sectoren als industrie, vervoer, energie en landbouw, het stimuleren van energie-efficiency, het stimuleren van duurzame energie en de innovatie van energietechnieken.

Wanneer ingezet wordt op emissiereductiebeleid, welke maatregelen moeten dan genomen worden om de doelstellingen van de CO₂ reductie en andere broeikasgassen te behalen? In het rapport van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR) worden een aantal mogelijke emissiereductieroutes onderzocht voor de langere termijn (2050). Voor CO₂ reductie zijn een drietal mitigatiesporen van belang, namelijk:

- (1) energie efficiëntie; bij apparaten (verlichting, computers) en in transport, indirect ook door efficiënt gebruik van materiaal. Efficiëntie bij conversie van primaire energie naar energievormen voor eindgebruik zijn grote mogelijkheden voor efficiëntere centrales.
- (2) mondiale energiemix; (welke combinatie van hernieuwbare energie, kernenergie en schoonfossiel) toegepast in sectoren als transport en elektriciteitsopwekking
- (3) Ont/bebossing + koolstofopslag in natuur (sinks); stimulering van houtgebruik in bouwsector en areaal bos vergroten voor koolstofopslag
- (4) Overige broeikasgassen; vooral gericht op emissiereductie van methaan in sectoren als afvalindustrie en landbouw

Een tweetal mitigatiesporen kan een invloed hebben op het huidige ruimtegebruik en dus de ruimtelijke ordening. Onderdeel van het tweede mitigatiespoor is de toename van duurzame energiebronnen in de vorm van biobrandstof en windenergie. Het opwekken van energie uit biomassa zal voor een nieuw ruimtegebruik kunnen zorgen namelijk het ruimtegebruik bestemd voor ontwikkeling van biomassa in de vorm van bosbouw. Tevens zal de opwekking van windenergie een ruimteclaim hebben op het bestaande ruimtegebruik door ontwikkeling van windfarms. Het derde mitigatiespoor is gericht op de inname van CO₂ in de natuur. Dus een uitbreiding van het areaal aan natuur en bosbouw en dus de koolstofopslag zal het huidige ruimtegebruik doen veranderen.

De emissiereductie zal pas effecten hebben op de langere termijn en de verandering van het klimaat is onvermijdelijk. Dit doordat de reeds opgebouwde voorraad CO₂-concentratie in de atmosfeer dermate groot is dat de komende honderd jaar hoe dan ook een verdere opwarming zal optreden. Ook is zeker dat internationaal voldoende coördinatievermogen kan worden opgebouwd voor succesvolle emissiereductie. Maar zelfs als dat zou lukken, kan een succesvolle emissiereductie het opwarmingsproces niet voorkomen. Aanpassing oftewel adaptatie aan een veranderend klimaat is daarom hoe dan ook noodzakelijk. Vanuit een oogpunt van adaptatie is klimaatverandering een regionaal probleem: de effecten zijn overal, maar ze worden plaatselijk waargenomen en verschillen lokaal. De voordelen van adaptatiemaatregelen worden dan ook plaatselijk genoten. Het mobiliseren van belanghebbenden is daardoor gemakkelijker dan bij broeikasgasbeleid, dat immers internationale coördinatie vereist om het *free rider*-effect (landen die mee-profiteren zonder eigen inbreng) beteugelen. Wel kunnen de lasten van aanpassing lokaal zeer uiteenlopen. Sommige arme landen zijn extra gevoelig voor de gevolgen van klimaatverandering, vooral wanneer ze sterk afhankelijk zijn van landbouw en ze daarnaast een beperkt aanpassingsvermogen hebben, omdat ze over weinig economische, technische (vaardigheden, kennis) en institutionele hulpbronnen beschikken. Een beleid om zulke lasten eerlijk te verdelen, vraagt zeker om een mate van internationale coördinatie (WRR, 2006). Verder, hoe

groter de effectiviteit van adaptatie is in het reduceren van de kwetsbaarheid tegen klimaatverandering des te minder zal er druk zijn om de emissie van broeikasgassen te verminderen. Adaptatie kan geen economische schade voorkomen door de klimaatverandering maar kan de verwachte effecten wel reduceren of vertragen (Burton et al., 2002). Maar wat voor adaptatiemaatregelen zijn er nou te onderscheiden? De adaptatiemaatregelen zijn gericht op de effecten die optreden door klimaatverandering. Deze effecten verschillen uiteraard per werelddeel, land en regio. In figuur 4 zijn een aantal voorbeelden van adaptatie strategieën weergegeven gebaseerd op een rapport van de European Environment Agency (EEA) uit 2004. In dit rapport worden de effecten van het veranderende klimaat voor Europa beschreven met daarin mogelijke adaptatiemaatregelen. Wat opvalt, is dat de adaptatiemaatregelen betrekking hebben op een variëteit aan sectoren. De toepasbaarheid en uitvoerbaarheid van deze strategieën is afhankelijk van de economische, technische en sociale omstandigheden op nationaal, regionaal en lokaal niveau.

Effect klimaatverandering	Adaptatie maatregel
Toename temperatuur	Veranderen van het ontwerp van gebouwen en stedelijke gebied (heat-island effect) bestand tegen hogere temperaturen en afkoeling in de zomer
Neerslag extremen	Het bouwen van dijken en andere constructies tegen overstromingen en wateroverlast in het landelijke en stedelijke gebied
Zeespiegelstijging	Kwetsbare infrastructuur zoals havens veranderen, kustdefensie versterken
Verhoogde rivierafvoeren	Creëren van overstromingsgebieden en verhoging van dijken
Toename droogte	Aanleg van waterbuffers voor drogere periodes, meer natte natuur
Landbouw	Ontwikkeling van nieuwe oogsttechnieken door langer groeiseizoen; twee soorten gewassen per seizoen. Geen landbouw in overstromingsgebieden
Financieel verlies	Verandering van de constructie van infrastructuur en gebouwen. Geen woningbouw in overstromingsgebieden
Volksgezondheid	Educatie met betrekking tot ziektes en bescherming tegen hittegolven
Soortensamenstelling	Verandering van landschap waardoor diersoorten beter kunnen migreren
Visserij	Visindustrie en beleidsmakers moeten anticiperen op het geografisch verschuiven van vispopulaties

Figuur 4: Adaptatie strategieën (EEA, 2004)

Adaptatiemaatregelen zullen consequenties hebben voor de ruimtelijke ordening doordat de aanpassingen die gemaakt moeten worden plaatsvinden in de bestaande inrichting om effecten van klimaatverandering op te kunnen vangen. In bovenstaande figuur valt op dat de effecten van klimaatverandering veelal gericht zijn op de waterhuishouding. De dreiging van zeespiegelstijging zal aanpassingen vereisen om de kans op overstromingen te verminderen,

te denken valt dan aan het verhogen van dijken, economisch gevoelige functies verplaatsen of het bestendig maken van constructies en infrastructuur tegen overstromingen. Effecten als droogte en neerslagextremen zorgen al voor veranderend ruimtegebruik wat zich vertaalt in ruimte gereserveerd voor overstromgebieden en buffers als wateropslag voor drogere perioden voor landbouw en natuur. De adaptatiemaatregelen zullen een ruimteclaim vereisen waarin verschillende belangen afgewogen zullen worden tussen functies als water, natuur, landbouw en stedelijk gebied. Wat opvalt, is dat de effecten van klimaatverandering op verschillende sectoren een sterke verwevenheid met elkaar hebben waardoor afwegingen voor het toepassen van adaptatiemaatregelen complex te noemen is. Zo zal de ruimteclaim voor wateropslag vergroot worden door de verhoogde watervraag van landbouw, natuur, industrie en de drinkwatersector door het warmere klimaat. De ruimteclaim die dan ontstaat, kan dan ten koste gaan van landbouwgrond wat nadelig is maar ook voordelen heeft namelijk een strategische watervoorziening voor droge perioden in de zomers. Andere voorbeelden waar de ruimtelijke ordening een rol kan spelen is de waarborging van de volksgezondheid. Hittegolven leiden tot verhoogde sterftcijfers in het stedelijke gebied (heat-island). De planning van meer groene ruimtes in stedelijke gebieden kan het heat-island effect doen verminderen en de sterftcijfers doen verminderen in tijden van hitte-extremen.

3.4 Verhouding adaptatie tot mitigatie

De klimaatstrategieën adaptatie en mitigatie zijn in de voorgaande paragrafen inhoudelijk beschreven. Adaptatie ofwel het aanpassen van menselijke en natuurlijke systemen aan de effecten van het veranderende klimaat en mitigatie ofwel het reduceren van de uitstoot van broeikasgassen om klimaatverandering te neutraliseren verschillen in drie belangrijke manieren. Ten eerste verschillen de tijdschaal en ruimtelijke dimensie van beide strategieën. Beide strategieën zijn dan wel toepasbaar op lokale en regionale schaal maar de voordelen van mitigatie worden genoten op mondiale schaal terwijl adaptatie het beste werkt op de schaal van het toegepaste systeem, meestal regionale en lokale schaal.

Het tweede verschil tussen adaptatie en mitigatie is de bepaling van kosten en voordelen die het oplevert. In het geval van mitigatie kunnen verschillende reductiemaatregelen vergeleken worden in effectiviteit en kosten. Adaptatiemaatregelen zijn moeilijker te bepalen omdat deze maatregelen niet gemakkelijk in kosten zijn uit te drukken. Adaptatie wordt eerder uitgedrukt in hoeveel schade er kan worden beperkt, hoeveel mensenlevens bespaard worden en hoeveel culturele en natuurschade er beperkt kan worden.

Het derde verschil is de betrokken actoren die meespelen in beleidsbepaling en implementatie. Mitigatie wordt vooral toegepast in de energie- en transportsector en de landbouwsector waardoor het aantal actoren beperkt is. Tevens zijn de betrokken actoren goed georganiseerd en spelen een grote rol in de nationale ruimtelijke planning. Adaptatie is van toepassing op een groot aantal sectoren zoals landbouw, watervoorziening, kustmanagement, stedelijke planning en natuurbescherming. Beslissingen die genomen moeten worden ten aanzien van adaptatie worden genomen in verschillende lagen van boeren tot nationale overheden. De inbreng van individuele actoren in het planningsproces kan beperkt zijn waardoor geen verantwoordelijkheidsgevoel wordt gecreëerd om collectieve goederen als veiligheid, volksgezondheid en natuur te behouden (Klein, 2005).

De aangetoonde verschillen tussen beide strategieën roept de vraag hoe beide strategieën toegepast moeten worden en tot welke verhouding ze met elkaar staan bij de aanpak van de klimaatverandering. De figuren 2 en 3 laten zien dat adaptatie en mitigatie langs twee verschillende routes lopen en van invloed zijn op verschillende sectoren zoals zojuist is beschreven. In het huidige klimaatbeleid fungeert mitigatie als strategie de boventoon waar adaptatie als strategie in ontwikkeling is. Maar tot welke verhouding moeten adaptatie en mitigatie worden toegepast, dus welke mix van beide strategieën is de meest optimale voor de

aanpak van het veranderende klimaat. De juiste afstemming tussen beide strategieën is nog onvoldoende onderzocht. Tol (2005) geeft al wel aan dat er onderlinge negatieve effecten kunnen ontstaan bij de toepassing van beide strategieën. Bijvoorbeeld bij het installeren van airconditioning als adaptatiemaatregel in een warmer klimaat waardoor het gebruik ervoor kan zorgen dat de uitstoot van broeikasgassen verhoogd wordt. Een ander voorbeeld betreft de landbouw waarbij de productie kan afnemen door de klimaatverandering en ontwikkeling van stedelijk gebied kan toenemen. De landbouwsector zou ondergeschikt kunnen raken waardoor stedelijke gebieden meer ontwikkeld kunnen worden met als gevolg dat energiebehoefte voor verkoeling kunnen toenemen.

In hoofdstuk 2 is aangegeven dat de effecten van het veranderende klimaat gevolgen heeft voor het huidige ruimtegebruik. Mitigatie is meer gericht op de mondiale reductie van broeikasgassen en adaptatie meer gericht op de aanpassing in de inrichting tegen negatieve klimaateffecten. Toch kunnen beide strategieën elkaars concurrenten zijn als het gaat om de ruimte die zij claimen. In paragraaf 3.3 geven twee mitigatiesporen een verandering in ruimtegebruik weer namelijk het toepassen van duurzame energiebronnen zoals zon- en windenergie en de koolstofopslag in natuur en bosbouw. De ruimtelijke maatregelen die ontstaan door de toepassing van adaptatie voor verschillende sectoren is beschreven in figuur 1. Wanneer beide strategieën naast elkaar worden gelegd zien we dat adaptatiemaatregelen en de twee zojuist genoemde mitigatiesporen beide vragen om een ruimteclaim. Zo zal de optimale toepassing van beide strategieën bemoeilijkt worden in toepassing in het huidige ruimtegebruik. Duidelijk moet zijn langs welke strategie de klimaatverandering moet worden toegepast en in welke verhouding.

3.5 Adaptatie als concept

Het IPCC (1997) geeft aan dat sectoren als volksgezondheid, ecosystemen, hydrologie en waterbronnen, voedselproductie, kustsystemen en volksgezondheid het meest gevoelig zijn voor klimaatverandering en waarin adaptatie een rol zou moeten gaan spelen. Per sector zijn in hoofdstuk 2 de ruimtelijke vraagstukken besproken die ontstaan bij de huidige klimaatverandering. Daaropvolgend zijn in hoofdstuk 3 de strategieën adaptatie en mitigatie beschreven. Barker (2003) laat ook zien dat klimaatverandering van invloed is op sectoren als voedsel- en waterbronnen, ecosystemen, maatschappij en volksgezondheid en geeft net zoals het IPCC aan dat deze sectoren het meeste van belang zijn voor adaptatie. In figuur 4 van hoofdstuk 3 zijn een aantal mogelijke adaptatiestrategieën weergegeven onderzocht door het EEA (2004). Deze figuur laat voorbeelden zien van adaptatiestrategieën tegen verschillende klimaateffecten. De voorbeelden van deze adaptatiestrategieën zijn doorvertaald naar het uiteindelijke concept zoals weergegeven in figuur 5. De figuur bevat dus per genoemde relevante sector een adaptatiestrategie. Bijvoorbeeld een adaptatiestrategie voor volksgezondheid is het verminderen van het heat island effect door stedelijke bebouwing aan te passen aan warmere temperaturen en voor kustsystemen geldt een adaptatiestrategie als dijkversterking of gevoelige functies beperken in overstromingsgebieden. Dus via de ruimtelijke vraagstukken van de relevante sectoren in hoofdstuk 2 naar de genoemde voorbeelden van adaptatiestrategieën is in figuur 5 een typering weergegeven van voorbeelden van adaptatiestrategieën. Deze voorbeelden zullen gebruikt worden voor de analyse van de Nederlandse beleidsdocumenten en vakliteratuur.

Verder laat het schema de twee strategieën zien met daarin een opdeling in technisch inhoudelijke strategie en sociaal politieke strategie. De technisch inhoudelijke strategie geeft de maatregelen weer die genomen worden het daadwerkelijk realiseren van het uiteindelijke effect van deze maatregel. De sociaal politieke strategie geeft weer welk politiek motief de strategie en maatregel heeft als argument voor politieke keuzes en beleidsontwikkeling.

Deze typering van de beide strategieën voor het tegengaan van klimaatverandering en zijn effecten zullen worden gebruikt voor de analyse van het huidige ruimtelijke ordeningsbeleid (H.4). Voor de beoordeling of en hoe het ruimtelijke ordeningsbeleid anticipeert op klimaatverandering is het noodzakelijk om een kader te scheppen waarin een beoordeling kan worden gemaakt. Tevens kan de typering van adaptatie en mitigatie een bruikbaar handvat bieden bij de analyse of er eventuele trends in vakliteratuur te ontdekken zijn die gerelateerd zijn aan het tegengaan of anticiperen op het veranderende klimaat (H.5).

	Adaptatie	Mitigatie
Technisch inhoudelijke strategie	<p>Aanpassing van de inrichting (gericht op de gevolgen van klimaatverandering):</p> <ul style="list-style-type: none"> - verandering landgebruik overstromgebieden, wateropslag - dijkversterking (verhoging) - grachten heropenen in het stedelijke gebied - gevoelige functies beperken in risico (overstromings)gebieden - infrastructuur aanpassen - verandering productieproces landbouw - Stedelijk gebied en bebouwing aanpassen aan warmere temperaturen (open groene plekken, lagere dichtheden) - Verandering van landschap voor bevordering migratie diersoorten 	<p>Vermindering van uitstoot broeikasgassen (gericht op de oorzaken van klimaatverandering):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emissiehandel (Kyoto) - Emissiereductie - Energie-efficiency - Mondiale energiemix - Koolstofopslag (ont/bebossing) - Methaanreductie
Sociaal politieke strategie	<ul style="list-style-type: none"> - Creëren van draagvlak voor noodzaak van adaptatie - Garanderen van veiligheid - Verminderen/voorkomen (water)overlast (financiële schade) - Continuering economische groei - Het bieden van regionale/lokale kansen 	<ul style="list-style-type: none"> - Gedragsverandering van energiegebruik - Stimulering van besef klimaatgevolgen - Stimulering duurzaamheid - Internationale coördinatie/ aanpak emissiereductie

Figuur 5: Typering adaptatie en mitigatie

4.1 Inleiding

De ruimtelijke effecten van de klimaatverandering beschreven in hoofdstuk 2, laten een uiteenlopende invloed zien op verschillende sectoren. De hoogwaterperikelen van de jaren 90 hebben in Nederland het besef doen verhogen dat klimaatverandering een steeds grotere druk uitoefent op de bestaande inrichting. Door de verhoogde afvoer van water via de rivieren in de winter en de watertekorten die optreden in de zomers is er nieuw beleid ontwikkeld om de problematiek in het rivierengebied aan te pakken. Het beleidsdocument Ruimte voor de Rivier heeft als kern dat het ruimte teruggeeft aan de rivier door het aanwijzen van overstromingsgebieden. De aanpassing van de huidige inrichting aan de veranderende omstandigheden door de klimaatverandering zoals het beleidsdocument Ruimte voor de Rivier is een goed voorbeeld van adaptatie.

In de Nota Ruimte (VROM, 2006b) is vastgelegd welke principes er gelden voor de ruimtelijke inrichting van Nederland, het gaat hierbij om inrichtingsvraagstukken die spelen tussen nu en 2020, met een doorkijk naar 2030. Toekomstscenario's van de Raad voor de Ruimtelijke Ordening en Milieu (RROM) en het Centraal Planbureau (CPB) uit 1999- 2000, die mede aan de grondslag liggen van de Nota Ruimte, laten zien dat de ruimteclaims voor stedelijke ontwikkeling, natuur, infrastructuur en waterberging in 2030 groter zullen zijn dan de hoeveelheid ruimte die er in Nederland voorhanden is. Extra ruimteclaims als gevolg van klimaatverandering werden in deze studies nog niet meegenomen (Veraart & Kabat, 2005).

De Nota Ruimte geeft de ruimtelijke ontwikkeling weer van nu maar ook van de toekomst en met daarin ontwikkelingen van verschillende sectoren die allen hun ruimteclaim eisen in de Nederlandse inrichting. Daarom is het van belang om te onderzoeken in hoeverre het klimaatvraagstuk een rol speelt in het ruimtelijke beleid van Nederland beschreven in de Nota Ruimte.

Het Nationale Milieubeleidsplan 4 (VROM, 2001), (NMP4) is een beleidsnota waarin het kabinet het gevoerde of te voeren milieubeleid schetst. Het NMP4 signaleert een zevental milieuproblemen waaronder ook het klimaatprobleem. Bovendien bevat het NMP4 gerelateerd aan het klimaatvraagstuk milieuproblemen zoals verlies aan biodiversiteit, bedreigingen gezondheid en externe veiligheid.

Zowel de Nota Ruimte als het NMP4 zullen in dit hoofdstuk geanalyseerd worden. Beschreven zal worden in hoeverre deze beide beleidsdocumenten anticiperen op klimaatverandering in de inrichting van Nederland en of adaptatiemaatregelen al een rol spelen in het beleid voor de ruimtelijke inrichting.

4.2 Nota Ruimte

De Nota Ruimte bevat de visie van het kabinet op de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland en de daarbij behorende doelstellingen voor de komende decennia. Een van deze doelstellingen met betrekking op de verandering van het klimaat is de waarborging van veiligheid tegen overstromingen en het voorkomen van schade tegen wateroverlast en watertekorten. Tevens wordt genoemd dat het inzicht in de ruimtelijke consequenties van het veranderende klimaat is gegroeid en dat ingrijpende aanpassingen in het watersysteem en waterhuishouding noodzakelijk zijn door zeespiegelstijging en veranderende neerslagpatronen. Deze aanpassingen zullen bestaan uit de versterking van de primaire waterkeringen, met technische en ruimtelijke maatregelen. De Nota Ruimte stelt dat water als structurerend principe een integraal onderdeel moet vormen van de ruimtelijke planvorming.

De Nota Ruimte kreeg na publicatie flink wat kritiek op het missen van een eenduidige klimaatstrategie. Bij de presentatie van het Adaptatieprogramma Ruimte en Klimaat (ARK), gaf Senator Gerard Schouw (D66) aan dat de Nota Ruimte bij de toekomstige inrichting van

Nederland te veel denkt in korte termijn, te weinig samenhangend is en te weinig aandacht besteedt aan het investeringsklimaat. Vragen die namelijk gesteld moeten worden zijn: wat betekenen zaken als zeespiegelrijzing en hoogwaterproblemen voor de ontwikkeling van Schiphol, de bereikbaarheid van de Randstad, de beschikbaarheid van energie? (het Financiële Dagblad 30 november 2005). In dit soort kwesties mist de Nota Ruimte een samenhangende visie terwijl de Nota Ruimte wel stelt dat water steeds meer vergaande eisen aan een duurzaam vestigingsbeleid stelt doordat trage trends als zeespiegelstijging, verhoogde waterafvoeren en neerslagtoename een steeds grotere druk uitoefenen op de bestaande inrichting.

Volgens Schouw wordt klimaat namelijk ook een steeds belangrijkere factor in het internationale vestigingsklimaat. Buitenlandse investeerders kijken niet alleen naar belastingen, infrastructuur en personeelsaanbod. Ze zien ook dat Nederland grotendeels beneden de zeespiegel ligt. Ze willen weten of ze voldoende beschermd zijn tegen de gevolgen van klimaatverandering, zoals een hogere zeespiegel en extreme weersomstandigheden.

In de Nota Ruimte wordt aangegeven dat bij het toetsen en ontwikkelen van ruimtelijke patronen en netwerken de toekomstige draagkracht van water, vegetatie en bodem (lagenbenadering) meer zou moeten worden betrokken. De draagkracht van de ondergrond zou geplaast moeten worden in de context van klimaatvariabiliteit en verandering (Veraart & Kabat 2005). De Nota Ruimte signaleert dus wel dat klimaatverandering en de gevolgen daarvan tot nieuwe inzichten moeten gaan leiden om de bestaande inrichting voor te bereiden op klimaatverandering. De aanpassingen die genoemd worden zijn gericht op aanpassingen in de waterhuishouding met niet alleen technische maar ook ruimtelijke maatregelen.

Het nationaal ruimtelijke beleid ten aanzien van water bevat een adaptatiestrategie gericht op de waterhuishouding met voornamelijk als doel het voorkomen van wateroverlast en watertekorten en het borgen van de veiligheid tegen overstromingen. Het voorkomen van wateroverlast en watertekorten wordt gezien als een regionaal probleem en zal met behulp van de strategie 'vasthouden, bergen en afvoeren' moeten worden voorkomen. Deze strategie kan worden getypeerd als adaptatie. Uit de typering van adaptatie kan worden afgeleid dat de strategie 'vasthouden, bergen en afvoeren' gericht is op de gevolgen van klimaatverandering. De strategie zal namelijk gevolgen hebben voor het huidige ruimtegebruik in de vorm van gebiedsreservering voor overstroombgebieden en wateropslag. Het vasthouden en bergen van water zal tevens in het stedelijke gebied voor aanpassingen zorgen zoals het heropenen van grachten.

Voor de waarborging van de veiligheid tegen overstromingen zal het rijk meer ruimte geven aan de grote rivieren en kustverdediging zoals is beschreven in de beleidslijn Ruimte voor de rivier. Het rijk richt zich daarbij op het hoofdwatersysteem: de grote rivieren, het kustgebied en het IJsselmeergebied. Deze beleidslijn kan getypeerd worden als adaptatiestrategie weergegeven in figuur 5 waarbij naast rivierversuimende maatregelen ook dijkversterking als adaptatiestrategie een kenmerk is van deze beleidslijn. De ruimtelijke consequenties kunnen zijn dat gevoelige functies beperkt worden in gebieden waar de beleidslijn Ruimte voor de Rivier geldt. Tevens zal de uitbreiding van het areaal water een ruimtedruk geven op andere functies zoals landbouw en stedelijke uitbreiding.

Op lokale schaal dienen ruimtelijke ontwikkelingen afgestemd te worden met het waterbeleid met hulpmiddelen als de watertoets, waterparagrafen en deelstroomgebiedvisies. Volgens Veraart & Kabat (2005) zou de watertoets in een bredere context geplaast moeten worden omdat klimaat via meer processen dan alleen water van invloed is.

Het nationaal ruimtelijke beleid voor steden en netwerken noemt een aantal maatregelen om de problemen in de waterhuishouding die ontstaan door verstedelijking aan te pakken. Om het stedelijke gebied aan te passen wordt ten eerste de toepassing van de lagenbenadering

genoemd. Deze moet zorgen voor een optimale aansluiting op het watersysteem, waardoor nadelige effecten op de waterhuishouding beperkt kunnen worden. De lagenbenadering neemt alleen de waterhuishouding in beschouwing en geen andere effecten in de context van klimaatverandering. Ten tweede wordt een ruimtelijke maatregel genoemd namelijk om water meer ruimte te geven in stedelijke gebieden waarbij water kansen ontstaan voor de verhoging van de kwaliteit van de bebouwde omgeving. In de praktijk kunnen dan zogenaamde by-passes ontwikkeld worden waar bebouwd gebied de piekafvoer van grote rivieren belemmerd om vanuit daar waterrijke woon- en werkgebieden te creëren. Deze ruimtelijke maatregel bevat kenmerken van adaptatie maar zijn onderdeel van de beleidslijn Ruimte voor de Rivier wat in zijn geheel al beschouwd kan worden als adaptatiestrategie. Wat duidelijk mist in het ruimtelijke beleid voor steden en netwerken zijn maatregelen tegen de effecten van toename van luchtvervuiling en hitte-effecten door klimaatverandering. Klimaatverandering in het stedelijke gebied houdt namelijk niet op bij waterhuishoudkundige ingrepen maar moet gezien worden in een bredere context. Niet voor niets opteerde Dhr Schouw namens de Eerste Kamer dat de regie voor klimaat en ruimtelijke maatregelen naar het Ministerie van VROM zou moeten gaan (het Financiële Dagblad 30 november 2005).

Natuurbeleid in de vorm van de huidige Ecologische Hoofdstructuur (EHS) is volgens de Nota Ruimte te versnipperd en te onsamenhangend om als een robuust systeem bestand te zijn tegen klimaatverandering. De grootste bedreiging die geldt voor de natuur is het veranderen van de soortensamenstelling waarbij inheemse soorten noordwaarts zullen optrekken en zuidelijke soorten hun opwacht zullen maken aan de grenzen. Als oplossing om deze verschuiving van plant- en diersoorten mogelijk te maken is een complete koppeling van EHS-gebieden noodzakelijk. De aanpassing is gericht op het bieden van een goede geleiding van EHS-gebieden door meer ruimte te reserveren voor deze gebieden. In hoeverre gesproken kan worden van een adaptatiestrategie door de realisatie van de EHS is nu nog moeilijk te zeggen. De onduidelijkheid over de langetermijn effecten en reacties van klimaatverandering op de natuur zullen onzekerheid geven of de keuzes nu gemaakt, namelijk uitbreiding, het juiste effect zullen hebben in de toekomst.

Samenvattend kan gesteld worden dat de Nota Ruimte in gaat op de gevolgen van klimaatverandering op de waterhuishouding en veiligheid en op de aanleg van de EHS als mogelijke adaptatiestrategie voor migrerende soorten. De adaptatiestrategie ten aanzien van de waterhuishouding is vooral vertaald in het beleidsdocument Ruimte voor de rivier en de strategie vasthouden, bergen en afvoeren.

Helaas houdt de anticipatie op klimaatsverandering in de Nota Ruimte op bij alleen waterhuishoudkundige beleidsmaatregelen. Andere sectoren die in hoofdstuk 2 in verband zijn gebracht in met klimaatsverandering ontbreken geheel in de Nota Ruimte. Anticipatie op het veranderende klimaat in sectoren als het stedelijke gebied, landbouw en infrastructuur worden nergens genoemd. Terecht merken Veraart en Kabat (2005) op dat het zwaartepunt van de investeringen (stimulering van economische groei) in de Nota Ruimte in die gebieden die onder de zeespiegel liggen en waar de kans op wateroverlast door extreme weersomstandigheden zal stijgen. Als het risico beschouwt wordt als de kans op extreme weersomstandigheden vermenigvuldigd met het kapitaal dat gevaar loopt onder zou lopen, zou geconcludeerd kunnen worden dat de overheid er in de Nota Ruimte voor kiest meer klimaatgerelateerde risico's te nemen. Wetenschappelijke literatuur heeft al aangetoond dat de kans op extreme weersomstandigheden zal toenemen. De Nota Ruimte stimuleert de economische groei in de vorm van aanleg infrastructuur, uitbreiding economische activiteiten en uitbreiding huizenmarkt in de overstromingsgevoelige delen van Nederland (Randstad). Dit deel van Nederland ofwel het economische hart kan ten tijden van extreme weersomstandigheden (overstromingen) economische schade oplopen. De Nota Ruimte

negeert dus de negatieve gevolgen dat het veranderende klimaat met zich meebrengt en daarmee ook de socio-economische groei.

4.3 Nationaal Milieubeleidsplan 4

In het NMP4 schetst het kabinet het gevoerde en het te voeren milieubeleid. In deze beleidsnota worden zeven grote milieuproblemen genoemd waaronder ook het klimaatvraagstuk. De klimaatverandering neemt een bijzondere positie in omdat het ook effecten uitoefent op andere milieuproblemen zoals verlies aan biodiversiteit, landbouw (overexploitatie natuurlijke hulpbronnen) en volksgezondheid.

Het Nationaal Milieubeleidsplan noemt aan aantal transities om de grote milieuproblemen op te lossen. Ten aanzien van de klimaatproblematiek wordt ingezet op een aantal mitigatiesporen genoemd in hoofdstuk 3. Het eerste mitigatiespoor is de transitie naar een duurzame energiehuishouding. De meest directe maatregelen zijn het terugbrengen van de uitstoot van CO₂ en NO_x. Voor de aanpak hiervan wordt gekozen voor de inzet van hernieuwbare energiebronnen, zoals zon, wind en biomassa. Het tweede mitigatiespoor is de efficiencyverbetering bij elektrische apparaten, voertuigen en productieprocessen en geavanceerde energietechnologie als de ontwikkeling van de brandstofcel en schoon fossiel waaronder ondergrondse CO₂-opslag.

Volgens Van der Sluijs et al. (2001) kan het klimaatbeleid sterker gekoppeld worden aan andere beleidsterreinen dan nu in het NMP4 gebeurt. Dit geldt vooral voor het oplossen van milieuvraagstukken zoals aantasting van de ozonlaag, verzuring en biodiversiteit en voor de formulering van beleid op de terreinen landbouw, natuurlijke hulpbronnen en stoffen. Het NMP4 legt vooral verbanden op het vlak van de probleemanalyse maar nog onvoldoende op het vlak van de oplossingen.

Verder stelt Van der Sluijs et al. dat voor de landbouwsector de koppeling ontbreekt met het klimaatvraagstuk terwijl hier belangrijke kansen en mogelijkheden liggen, juist nu de toekomst van de landbouw opnieuw op de tekentafel ligt. Mede is het van belang dat de samenleving minder kwetsbaar wordt voor klimaatvariaties. Het klimaatsysteem beweegt zich namelijk naar een toestand die de afgelopen millennia niet is voorgekomen en kan daardoor voor verrassingen zorgen. Terreinen waar vermindering van kwetsbaarheid voor klimaatvariaties geïmplementeerd kan worden, zijn onder meer landbouw, bosbouw, natuurontwikkeling, ruimtelijke ordening en infrastructuur. In de keuze van gewassen, teeltmethoden en natuurdoeltypen zouden klimaattoleranties (met betrekking tot nat/droog, warm/koud, strenge/zachte winters, stormen e.d) en kwetsbaarheid een belangrijker afwegingscriterium moeten worden. De ruimtelijke ordening kan anticiperen door bij de keuze van bouwlocaties normen te stellen voor storm- en overstromingsbestendigheid van bebouwing en infrastructuur. Ook op het vlak van biotechnologie liggen hier kansen, door bij te dragen aan de ontwikkeling van gewassen met een hoge klimaattolerantie (droogte en overstromingsresistente gewassen).

Het NMP4 behandelt het klimaatvraagstuk als milieuvraagstuk waarmee met emissienormen en de transitie naar een duurzame energiehuishouding de klimaatverandering tegengegaan kan worden. Na het publiceren van het NMP4 reageerden veel politieke partijen met veel kritiek. Voormalig coalitiepartij D66 vond dat het NMP4 goed aangeeft hoe een duurzame samenleving bereikt kan worden, maar mist concrete maatregelen en financiële middelen voor de korte termijn. De VVD vindt dat Minister Pronk te veel vlucht in ambitieuze vergezichten (Het Financiële Dagblad, 14 juni 2001). Het NMP4 bevat wel ambitie ten aanzien van het klimaatprobleem maar maakt niet zoals van der Sluijs et al. (2001) opmerkte de koppeling met andere beleidsterreinen in hapklare maatregelen. Concrete adaptatiemaatregelen zijn dan ook niet te ontdekken in het NMP4 waar mitigatiemaatregelen de boventoon voeren.

4.4 Strategie Nota Ruimte en NMP4

De analyse van de beide beleidsdocumenten levert antwoord op de vraag in welke mate de Nota Ruimte en NMP4 anticipeert op de klimaatverandering. In figuur 6 worden de geconstateerde bevindingen van de analyse overzichtelijk weergegeven en vergeleken met de typering van het concept adaptatie van figuur 5.

In het schema worden voor de Nota Ruimte de ruimtelijke maatregelen weergegeven die overeenkomen met de typering van adaptatie uit figuur 5. Het NMP4 is gericht op mitigatiemaatregelen en bevat geen kenmerken van de typering van adaptatie uit figuur 5.

Strategie Beleidsdocumenten	Adaptatie	Mitigatie
Nota Ruimte	Gericht op waterhuishouding Watersector - Grote rivierenbeleid - Strategie: vasthouden, bergen en afvoeren Maatregelen: - Verandering landgebruik door creatie van overstroomgebieden, wateropslag en dijkversterking (verhoging)	N.v.t
NMP4	N.v.t	Gericht op emissiebeperking Maatregelen: - Transitie duurzame energiehuishouding - Energie-efficiency verbeteren

Figuur 6: Overzicht beleidsdocumenten en typering

5.1 Inleiding

Het klimaatvraagstuk heeft een sectoroverstijgend karakter en een algemene strategie om Nederland klimaatbestendig te maken is nog niet aanwezig. Volgens Veraart & Kabat (2005) speelt de klimaatdimensie nog geen rol van betekenis doordat planologie en onderzoek over het klimaatvraagstuk min of meer gescheiden werelden zijn wat op te merken valt bij de ontwikkeling van de Nota Ruimte. Om Nederland klimaatbestendig te maken heeft het Rijk het Nationaal Programma Adaptatie Ruimte en Klimaat (ARK) opgestart. Het uiteindelijke doel van het ARK is het klimaatbestendig maken van de ruimtelijke inrichting van Nederland. Met behulp van verschillende partijen zal een eenduidig beeld ontwikkeld worden over de effecten van klimaatverandering, uitgesplitst naar verschillende sectoren (mobiliteit, natuur, landbouw, water, energie, volksgezondheid, industrie, recreatie). Ideeën en ontwikkelingen kunnen gevonden in de aanwezige vakliteratuur die de ruimtelijke ordening met het klimaatvraagstuk verbinden. In drie verschillende Nederlandse vakbladen te weten: Stedebouw en Ruimtelijke Ordening, Geografie en ROM magazine zal van 1 jaargang (januari 2006 – februari 2007) gezocht worden naar trends betreffende klimaatverandering en de aanpassing daarvan in de inrichting van Nederland. De keuze van deze vakbladen is gebaseerd op de bekendheid, benadering en behandeling van relevante onderwerpen van de ruimtelijke ordening van Nederland. De keuze voor de jaargang is genomen doordat dan de meest recente ontwikkelingen beschreven staan. Tevens is het concept adaptatie een nieuw onderwerp binnen de ruimtelijke ordening en zal daardoor in oudere jaargangen niet tot nauwelijks beschreven worden.

Voor de analyse van de buitenlandse vakliteratuur, te weten Planning magazine (Engeland) en Planning (Verenigde Staten), is gekozen voor dezelfde jaargang en is de keuze voor de vakbladen gebaseerd op populariteit, behandelde relevante onderwerpen en beschikbaarheid van deze vakbladen.

5.2 Stedebouw en Ruimtelijke Ordening

Het vakblad Stedebouw en Ruimtelijke Ordening (SRO) is een breed georiënteerd tijdschrift dat inzichten geeft in de ontwikkelingen binnen de ruimtelijke ordening wat 6 keer per jaar verschijnt. Het tijdschrift kent een thematische aanpak wat gunstig bleek bij het zoeken naar onderwerpen zoals adaptatie.

In nummer 2 van SRO (2006) was het onderwerp vooral gericht op grote publieke werken waarin een aantal relevante onderwerpen de aandacht trok. Op pagina 42 van dit nummer staat een artikel over de inzet van de polder Noordwaard om als meestroomgebied te fungeren voor de Merwede. Dit in het kader van de PKB Ruimte voor de rivier. Deze ruimtelijke binnendijkse maatregel zal een belangrijke bijdrage leveren voor het verlagen van de waterstand ter hoogte van Gorinchem. Tijdens hoge rivierafvoeren kan de polder gebruikt worden om water af te voeren naar het Hollands Diep. Deze ruimtelijke maatregel is een exemplarisch voorbeeld van het nieuwe rivierenbeleid en is zeker ook een voorbeeld van adaptatie omdat overstromingsgebieden een onderdeel vormen van de typering van adaptatie uit figuur 5.

Gevolgen van deze ruimtelijke maatregel zijn wel dat het huidige veiligheidsniveau van de polder niet meer gehandhaafd kan worden en dat het gebied niet langer meer geschikt is voor landbouw. Dit artikel geeft aan dat adaptatie in het rivierengebied zorgt voor een veranderend ruimtegebruik. Onderzocht zal worden of andere functies zoals recreatie en natuur een toepassing kunnen hebben in deze polder.

In hetzelfde nummer van SRO (p.54-55) beschrijft een artikel de toekomst van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) met betrekking tot klimaatverandering. Paul Opdam,

hoogleraar Landschapsecologie, stelt dat de effecten van klimaatverandering op het functioneren van de EHS nog in mist gehuld zijn. De EHS heeft namelijk als hoofddoel het behoud van de biodiversiteit en de veerkracht van de natuur. Voor het behoud hiervan is de uitbreiding van het ecologisch netwerk met zijn robuuste verbindingen de beste strategie. Te betwijfelen valt of het huidige ontwerp van de EHS klimaatbestendig is. De vraag die Paul Opdam tevens stelt is hoe deze klimaatbestendigheid te bereiken is. Een adaptatiemaatregel voor de EHS tegen de verwachte klimaatverandering is nog geen antwoord opgevoonden. Gesteld wordt dat de verworven kennis die tot nu is opgebouwd met de realisatie van de bestaande EHS bij de toekomstige planning van de EHS goed gebruikt moet worden.

In ditzelfde nummer van SRO (p. 22-26) beschrijft een artikel de veranderingen in het Nederlandse cultuurlandschap voor de komende decennia met betrekking tot het rivierengebied. Als gevolg van het project Ruimte voor de Rivier en haar ruimtelijke ingrepen zal de bebouwing op de hogere delen langs de rivieren steeds meer toenemen. Oorzaak hiervoor is dat in het rivierengebied de helft van de grond gebruikt wordt voor grasland. Daarnaast verbouwen tuinders op de vruchtbare oeverwallen een breed scala aan gewassen; 45 procent van alle boomgaarden in Nederland liggen in het rivierengebied. De hogere delen langs de rivier zullen steeds meer verdichten waardoor samen met schaalvergroting de bebouwing op de hogere gronden zal toenemen. De ontwikkeling zal ook nog eens gestimuleerd worden door de werkzaamheden in de uiterwaarden in het kader van het project Ruimte voor de rivier. Dit voorbeeld laat zien dat druk op beschikbare ruimte steeds groter wordt en dat verschillende functies hun ruimte beginnen te claimen. Ook zijn er kansen voor adaptatie namelijk in deze situatie zal het cultuurland in de uiterwaarden omgevormd worden tot dynamische wetlands waarlangs functies als wonen en recreatie gerealiseerd kunnen gaan worden. In de lager gelegen komgronden is de gronddruk veel minder. De aanwezige veeteelt zal hier gecombineerd worden met waterbergingsfuncties. In gebieden met een extra ruimtedruk kan een adaptatiestrategie ook oplossingen en kansen bieden door het combineren van functies.

5.3 Geografie

Het vakblad Geografie is een vakblad gericht op ruimtelijke vraagstukken en geomorfologie en verschijnt maandelijks. In de zoektocht naar relevante onderwerpen over adaptatie viel vooral op dat klimaatverandering een 'hot topic' was maar niet in de zin van aanpassingen in de bestaande omgeving. De artikelen waren vooral gericht op mondiale effecten zoals smelten van ijskappen, hittegolven en zeespiegelstijging. Van deze hele jaargang was er maar 1 artikel dat enigszins een connectie had met klimaatverandering en de kansen die dat zouden kunnen opleveren. In een artikel van februari 2007 (p. 5-6) wordt er geschreven over het jaarlijks Nirov congres genaamd 'Dag van de Ruimte'. De tweehonderd aanwezige planologen, ontwerpers en bestuurders deelden allen de mening dat er snel en anders besluiten moeten worden genomen over een paar grote investeringsprojecten in Nederland. Het meest aansprekende, urgente en kansrijke project is hoogwaardige kustontwikkeling. Trends als klimaatverandering zullen in de toekomst voor de grootste problemen gaan zorgen. Kustontwikkeling kan op de lange termijn de grootste kansen bieden. De omslag van kustverdediging naar kustontwikkeling wordt gezien als de strategische ruimtelijke investering waarbij kansen liggen voor het realiseren van ruimtelijke kwaliteit door het ontwikkelen van hoogwaardige ontspannen woonmilieus. Zo kan Nederland zich opnieuw profileren om als waterbouw en ontwerp land een voorbeeldproject van wereldformaat erbij te krijgen. Het concept kustontwikkeling bevat kenmerken van een adaptatiestrategie doordat het anticipeert om de verwachte klimaatverandering en oog heeft voor de lange termijn.

5.4 ROM magazine

ROM magazine is een vaktijdschrift waarin ruimtelijke ontwikkelingen beschreven worden. Dit vaktijdschrift verschijnt tien keer per jaar en worden per uitgave actueel thema's in de ruimtelijke ordening beschreven. In het themanummer van januari 2007 (p. 20-23) wordt ingegaan op de ontwikkelingen op het gebied van klimaatverandering en adaptatie. In het eerste artikel gaat het vooral over de onduidelijkheid wie verantwoordelijk is voor ontwikkeling en uitvoering van adaptatiemaatregelen en in hoeverre het onderwerp leeft onder de ruimtelijke ordenaars. Het artikel stelt dat aanpassingsbeleid langzaam op gang begint te komen. Op Europees niveau is het European Climate Change Programme (ECCP) een apart adaptatiespoor ontwikkeld en in 2007 zal het Groenboek Europese Adaptatiestrategieën gepubliceerd worden. Op nationaal niveau bestudeert het onderzoeksconsortium Klimaat voor Ruimte voor adaptatie relevante ruimtelijke kwesties en de overheid werkt aan een Nationale Adaptatie Strategie binnen het Adaptatie Programma Klimaatverandering (ARK). Het probleem is dat ruimtelijke ordenaars nauwelijks betrokken zijn bij het klimaatvraagstuk en voor adaptatiesymposia geven planologen, stedenbouwers en RO-praktijkmensen niet thuis. Er heerst onduidelijkheid over waar het klimaatvraagstuk geplaatst moet worden. Bestuurlijk belandt klimaatveiligheid bij de portefeuillehouders water. Volgens het artikel zijn waterdeskundigen, veiligheidsexperts en ecologen verbaasd omdat het lijkt dat klimaatverandering sinds het wateroverlast in het rivierengebied in de jaren 90 automatisch bij het waterbeleid wordt ondergebracht of dat klimaat door de CO2 emissies onder de afdeling Milieu vallen. In Nederland bestaat er het vertrouwen dat Rijkswaterstaat ons droog houdt achter de dijken en Deltawerken. Studies van Rijkswaterstaat en TU Delft hebben aangetoond dat een tijdige evacuatie in de Randstad bij een superstorm onmogelijk is. Naar schatting zouden 4000 doden kunnen vallen. Dus de noodzaak om adaptatiebeleid te ontwikkelen is wel degelijk aanwezig.

In het artikel zegt dijkgraaf Sybe Schaap dat de waterbergingsopgave een zware taak is. Begrip is er bij de landbouw en provinciale bestuurders wel maar bij veel gemeentelijke plannen wint de bouwbehoefte en de grondmarkt van de waterveiligheid. Waterbeheerders hebben weinig krachtige instrumenten om gemeenten waterbewust te laten bouwen en de watertoets leidt niet tot harde voorwaarden maar hoogstens tot adviezen voor locatiekeuze en inrichting.

De Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG) heeft een team van 23 'waterambassadeurs' ingesteld die gemeenten gaan helpen bij het opzetten van een klimaatbestendig waterbeleid. Aspecten die daaronder vallen zijn rioolmodernisering, waterveilig bouwen (afkoppeling hemelwater, geen ondergrondse serviceruimten), watergeleidende bestrating en bodeminfiltratie. Melanie Maat van de VNG en lid van de stuurgroep ARK vindt dat water niet het enige is dat bij integrale klimaatbestendigheid centraal zou moeten staan. Zo noemt zij het voorbeeld als volksgezondheid en stelt zij de vragen of ouderenwoningen nog wel gebouwd kunnen worden in de warmtevasthoudende stadscentra? Deze vraag staat in verband met het verhoogde sterftecijfer onder ouderen tijdens hittegolven. Verder stelt zij de vraag of in de sector industrie de milieugevoelige bedrijven en leidingnetwerken nog wel geconcentreerd kunnen worden beneden NAP. Deze activiteiten zouden volgens Maat verplaatst moeten worden naar hogere grond.

Klimaatverandering kan ook nieuwe kansen opleveren zoals extra moerasnatuur, toerisme of agrarische en technologische innovatie. Het nummer van december 2006 (p. 5) laat zien dat adaptatie ook kansen kan bieden zoals voor functies als wonen aan het water en recreatie gecombineerd met waterberging. Deze functies kunnen gebruikt worden bij de gebiedsontwikkeling van stedelijke havengebieden, kanaalzones, polders, uiterwaarden en waterrijke recreatiegebieden.

Verder stelt het artikel dat uit consumentenonderzoek gebleken is dat de animo voor woning op palen, op een terp of aan de waterkant het grootst is. Het permanent drijvend wonen is tot nu toe minder in trek. Op het congres WaterWonen gaven verschillende architecten hun visie op de mogelijke functiecombinaties van wonen, recreatie en waterberging. Voorbeelden waren drijvende woningen en paalwoningen op plekken met veel en weinig waterpeilfluctuaties zoals uiterwaarden. Bij hoog water is het water dan de buitenruimte en bij laag water een gemeenschappelijk park. Het wonen in polders is goed te combineren met waterberging en retentie.

5.5 Planning

Het Amerikaanse vakblad Planning van de American Planning Association behandelt ruimtelijke vraagstukken in zogenaamde themanummers. Het aantal artikelen over klimaatverandering en aanpassingen daarvan op de inrichting is in 1 jaargang van het vakblad nogal schaars. De meest relevante artikelen gaan over wateroverlast als gevolg van verschillende orkanen en onderwerpen als milieuvriendelijke bouw van nieuwe gebouwen waarin misschien nog de meeste aspecten van adaptatie naar voren komen. Maar in het artikel van augustus 2006 (p. 40-43) is te lezen dat onderwerpen over klimaatverandering en effecten daarvan meer naar de voorgrond treden. Niet alleen na de tsunami's, orkanen, artikelen uit de Times en Vanity Fair maar meest belangrijk door het verschijnen van Al Gore's boek *An Inconvenient Truth* zijn planners wakker geworden betreffende het onderwerp klimaatverandering. Kenneth Topping, een voormalige planner van Los Angeles zegt dat planners zich moeten gaan voorbereiden op zeespiegelstijging, kusterosie, overstromingen, hoge temperaturen in het stedelijke gebied en ontwrichting van de landbouw.

In hetzelfde artikel stelt Steiner, werkzaam aan de School of Architecture van de University van Texas, dat planners en ontwerpers mensen meer bewuster moeten maken door niet te praten over opwarming van de aarde maar over verandering van het klimaat. Daarna moet er meer gedacht worden aan de gebouwen in de gemeenschappen. Per jaar stoten gebouwen in de V.S 46 procent van alle CO₂ emissies uit en consumeren ze 48 procent van het totaal aan energie. Het gebruik van airconditioning bij warmere temperaturen en verwarming bij koudere temperaturen zal de consumptie van energie meer doen toenemen. Planners moeten daarom samenwerken met architecten en constructeurs om veranderingen aan te brengen in bouwvoorschriften en zoning om uitstoot van CO₂ en energieconsumptie te doen verminderen.

Bouwkundige maatregelen zoals het veranderen van dakbedekking (donkere daken absorberen meer hitte dan lichtere) kunnen bijdragen aan de vermindering van energiereductie. Dit is te zien bij bijvoorbeeld het toepassen van groene daken waarin het regenwater langer vastgehouden kan worden om wateroverlast te verminderen. Vermindering van energieconsumptie en adaptatie kunnen ook hand in hand gaan door de creatie van meer open groene plekken in stedelijke gebieden waardoor een verkoelend effect teweeg kan worden gebracht wat dus een vermindering van energieconsumptie kan opleveren. Planners hebben in de VS lang een rol gespeeld in het behouden van landbouwgrond en het ontwikkelen van parklandschappen, nu is de uitdaging gericht op klimaatverandering en het 'groener' maken van de stad.

Een praktijkvoorbeeld van het toepassen van bouwkundige maatregelen werd gevonden in het novembernummer van 2006 (p 32-35). In dit artikel verkreeg een milieuvriendelijk winkelcentrum uit Savannah de LEED prijs (Leadership in Energy and Environmental Design) doordat aspecten als extra isolatie (warmte behouden in de winter en koelte bewaren in de zomers), het gebruik van witte kleur daken die hitte reflecteren en UV bestendig glas meegenomen werden bij de bouw. Het afgekoppelde regenwater kan worden gebruikt voor de irrigatie van het omliggende terrein. Voor de afvoer van overtollig regenwater werd gebruik

gemaakt van poreuze stoeperen zodat wateroverlast beperkt kan worden. De argumenten voor de bouw van dit milieuvriendelijke winkelcentrum waren klimaatverandering, verhoogde utiliteitskosten en waterkosten. Het bouwen naar de standaarden van de LEED begint in de VS steeds populairder te worden waarbij de energiebesparing de sleutel is tot certificatie.

5.6 Planning magazine

Het Engelse vakblad Planning magazine is een wekelijkse uitgave van het Royal Town and Planning Institute (RTPI) en bevat nieuws, opinies en analyses van effecten van politieke besluitvorming op de planning en inrichting. Planning magazine bevat na bestudering van 1 jaargang vooral artikelen over de gevolgen van klimaatverandering en de effecten die nu optreden. Interviews met mensen uit de planningcultuur noemen in het magazine dat de aanpak van deze klimaateffecten zeer dringend is. In het nummer van 1 december 2006 (p 15) wordt aangegeven dat er op plan- en projectniveau nog niet geanticipeerd wordt met op effecten van het veranderende klimaat. De aanpak van klimaatverandering is gericht op het reduceren van de uitstoot van broeikasgassen. Een voorbeeld is te zien in de ontwikkelingsvoorstellen. Nieuwe bouwprojecten die nu als energie-efficiënt worden beschouwd zijn dat over 20 jaar niet meer doordat temperaturen dan veel hoger liggen. In Engeland is echter wel al een aantal organisaties bezig met het ontwikkelen van een aanpak van de effecten van klimaatverandering. De Town and Country Planning Association (TCPA) ontwikkelt een handboek voor adaptatie aan klimaatverandering dat zich richt op effecten, beleid, planning en ontwerp. De City of London Corporation is bezig met de ontwikkeling van een adaptatiestrategie tegen de effecten van het veranderende klimaat voor infrastructuur en onderhoud. Het project "Adaptation Strategies for Climate Change in the Urban Environment" onderzoekt de bijdrage van groene infrastructuur zoals straatbeplanting, tuinen en parken aan de aanpak van stedelijke klimaatsinvloeden. De burgemeester van London ontwikkelt als eerste in de wereld voor een hoofdstad een adaptatiestrategie. Het beleid zal gericht zijn op waterbronnen, stedelijke hitte effecten en het voorkomen van overstromingsrisico's.

In het nummer van 29 september van 2006 (p 15) zegt Gideon Amos van de TCPA dat het tegengaan van stedelijke hitte-effecten een taak is voor de ruimtelijke ordening. In stedelijke gebieden is aangetoond dat tegen het jaar 2050 de temperaturen 5 graden kunnen stijgen. Temperatuurverschillen zijn al aangetoond tussen hogere en lagere bebouwingsdichtheden. Een adaptatiestrategie zou dus kunnen bestaan uit het meer bouwen in lagere dichtheden en meer groene gebieden creëren in het bestaande stedelijke gebied.

In nummer van 9 juni 2006 (p 16) is een artikel te lezen over de aanpak van overstromingen waarvoor nieuw beleid is ontwikkeld. Dit beleid is gericht op het weren van gevoelige functies uit risicogebieden met overstromingen en is dus beleid wat op adaptatie gericht is. Het houdt namelijk rekening met de effecten van klimaatsverandering en het voorkomen van overlast op de langere termijn. De aanleiding voor de ontwikkeling van dit beleid is dat ongeveer 1.5 miljoen mensen leeft in gebieden met een verhoogde kans op overstromingen. Bij overstromingsschade zal een jaarlijks bedrag van 1 miljard pond en dat zal oplopen tegen het jaar 2080 naar 25 miljard pond waarbij 3.5 miljoen mensen leeft in overstroming bedreigd gebied. In Engeland worden maatregelen tegen overstromingen genomen door de landeigenaar. De Environment Agency (EA) heeft de taak in het planningproces om te beoordelen of de genomen maatregelen tegen overstromingen voldoende zijn. Volgens het artikel kon door de afwezigheid van specifieke overheidssturing en invloed de EA niet echt haar stempel drukken op ontwikkeling van gebieden met een bepaald overstromingsrisico. Nieuw ontwikkeld beleid moet er voor gaan zorgen dat de EA een leidende rol gaat spelen in het planningproces. Dit beleid wat dus de kenmerken heeft van een adaptatiestrategie zal bestaan uit een classificatie systeem. De categorieën bestaan uit: niet kwetsbaar

(infrastructuur), minder kwetsbaar (kantoren, winkels en watervriendelijke ontwikkelingen als jachthavens), kwetsbaar (politiestations) en zeer kwetsbaar (scholen en huizen). Bepaalde combinaties van categorieën mogen niet ontwikkeld worden waar sommige ontwikkelingen door uitzondering wel gebouwd mogen worden mits de ontwikkelaar voldoende maatregelen neemt tegen het beperken van het overstromingsrisico.

5.7 Vergelijking trends vakliteratuur

De Nederlandse en de buitenlandse vakbladen laten verschillende trends zien op het gebied van aanpassingen aan het veranderende klimaat. Maar welke trends zijn er te herkennen en te plaatsen in het kader van de typering van adaptatie en aanpassingen in de ruimtelijke inrichting beschreven in figuur 5? En in hoeverre is er sprake van een discussie over de aanpak oftewel strategie?

In alle vakbladen is de noodzaak tot aanpassing aan klimaatverandering aanwezig. Klimaatverandering en de effecten daarvan beginnen steeds meer een belangrijk onderwerp te worden. In de Nederlandse vakbladen wordt gediscussieerd over de ruimtelijke effecten van de adaptatiestrategie Ruimte voor de Rivier. Deze adaptatiestrategie heeft gevolgen voor de beschikbare ruimte waarbij aan de ene kant kansen ontstaan voor andere soorten landgebruik en andere functies bedreigd worden in voortbestaan. Anderzijds wordt er hardop gedacht over welke andere sectoren dan alleen water aangepast dienen te worden en op welke manier. Zo wordt de uitbreiding van de EHS genoemd als adaptatiestrategie onduidelijk is of deze strategie zekerheid biedt voor de toekomstige omstandigheden. Ook het plaatsen van klimaatverandering onder welke verantwoordelijkheid geeft onduidelijkheid over hoe klimaatverandering aan te pakken. De beleidslijn Ruimte voor de Rivier is de enige adaptatiestrategie in werking in de bestaande inrichting. Aanpassingsmaatregelen voor de bestaande inrichting worden nu vooral ontwikkeld door het kennisproject ARK.

In het vakblad van de VS valt op te merken dat klimaatverandering een belangrijker onderwerp begint te worden. Nu de effecten van klimaatverandering zichtbaar zijn zoals orkanen en overstromingen (New Orleans) gaan aanpassingen ertegen ook steeds meer spelen in de discussie onder planners in de VS. Of een adaptatiestrategie in ontwikkeling is, is onbekend maar ideeën worden wel genoemd in het vakblad. Deze ideeën zijn vooral gericht op de duurzame bouw van openbare voorzieningen en huizenbouw en op het bestrijden van hitte-effecten in het stedelijke gebied. In de huizenbouw en de bouw van openbare voorzieningen wordt duurzaamheid vertaald in energiebesparing. Kenmerken van adaptatie waarmee effecten verminderd kunnen worden van klimaatverandering zoals het verminderen van het hitte-effecten en wateroverlast zijn wel te ontdekken maar een algemene strategie voor de bouwsector is niet te ontdekken. Het enige voorbeeld uit het vakblad Planning, de zogenaamde LEED prijs voorziet wel in de stimulering van het concept adaptatie in combinatie met energiebesparing in de bouw van huizen en openbare voorzieningen maar dan wel op kleine schaal.

In het Engelse vakblad Planning magazine wordt gediscussieerd welke aanpassingen mogelijk en noodzakelijk zijn in de bestaande inrichting. In diverse artikelen van het vakblad wordt genoemd dat de taak om aanpassingen te verrichten en aan te sporen al duidelijk is toegewezen aan de planologen en ruimtelijke ordenaars. Planologen worden verweten nog teveel in korte termijn te denken waardoor bij nieuwe bouwvoorstellen klimaatverandering nog niet voldoende wordt meegenomen. Energie-efficiency en het verminderen van uitstoot van CO₂ spelen nog een te grote rol in de huidige aanpak. De ontwikkeling van adaptatiestrategieën zijn niettemin volop aanwezig. Verschillende instanties zijn al bezig met het ontwikkelen van adaptatiestrategieën voor het stedelijke gebied en infrastructuur. Deze zijn gericht op voorkomen van wateroverlast en het bestrijden van hitte-effecten door het nemen van ruimtelijke maatregelen (weten gevoelige functies uit overstroomgebieden, lagere

bebouwingsdichtheden en meer groene open plekken dichtheden in het stedelijke gebied). Het categoriseren en het wel en niet toestaan van typen bebouwing in overstromingsgebieden is een goed voorbeeld van een adaptatiestrategie. Het weren van gevoelige functies uit overstromingsgebieden komt in de typering van adaptatie van figuur 5 overeen als adaptatiestrategie.

Voor de drie landen zal in figuur 7 een overzicht gegeven worden van aanpak en trends van de vertaling van het klimaatvraagstuk naar de ruimtelijke ordening. Zo kunnen duidelijk verschillen onderscheiden worden tussen de drie landen.

Wanneer gekeken wordt naar de verschillen in klimaataanpak en de theorie/typering van hoofdstuk 3 met betrekking tot adaptatie en mitigatie dan valt op dat beide strategieën veelal in combinatie gebruikt worden. De Nederlandse aanpak benadrukt vooral de kansen die adaptatie kan opleveren in combinatie met het garanderen van de veiligheid en vermindering/voorkomen van overlast. Uit de analyse van trends uit de vakliteratuur uit de VS valt op dat de aanpak gericht is op de stimulering van duurzaamheid (energie-efficiency en emissiereductie) met daarin kenmerken van adaptatie die gericht zijn op het voorkomen en verminderen van overlast van klimaatseffecten. De Engelse aanpak bevat veel van beide strategieën, aan de ene kant het garanderen van veiligheid en verminderen van overlast maar tegelijkertijd via mitigatie een emissiereductie bereiken door energie-efficiënt te bouwen.

klimaataanpak	Nederland	VS	Engeland
Strategie?	- Actie gericht op watersector namelijk water meer ruimte geven.	- Actie gericht op duurzaam bouwen in de vorm van vermindering energieconsumptie (CO2 reductie), waterbesparing en gebruik duurzame bouwmaterialen	- Actie gericht op vermindering CO2 uitstoot door energie-efficiënt te bouwen
Discussie/ideeën	- Kustontwikkeling - Combineren van functies met water (waterwonen, moerasnatuur)	- Stedelijke gebieden open en groener maken	- Stedelijke gebieden aanpassen aan hoge temperaturen door in lagere dichtheden te bouwen en groene plekken te creëren
Adaptatie?	- Adaptatie gericht op water meer ruimte geven	- Gebouwen voor bereiden op effecten zoals verminderen effecten hitte en waterafvloeiing	- Adaptatie in het stedelijke gebied door het creëren van open groene plekken om het heat island effecten tegen te gaan - Weren gevoelige functies overstromingsgebieden

Figuur 7: Vergelijking klimaataanpak

5.8 Vergelijking vakliteratuur en Nederlandse beleidsdocumenten

In de vorige paragraaf zijn de Nederlandse en buitenlandse vakliteratuur vergeleken. De vakbladen gaven echter geen adaptatiemaatregelen. Om de vergelijking compleet te maken zal in deze paragraaf de Nederlandse beleidsdocumenten naast de Nederlandse en buitenlandse vakliteratuur worden neergelegd ter vergelijking. In onderstaand schema is te zien dat de Nota Ruimte een adaptatiemaatregel bevat namelijk het beleidsstuk Ruimte voor de Rivier. De maatregelen van dit beleidsdocument zijn weer terug te zien in de trends van de Nederlandse vakliteratuur namelijk gericht op de waterhuishouding door water meer ruimte te geven. In het NMP4 worden geen adaptatiemaatregelen beschreven en is duidelijk gericht op mitigatie. Deze strategie wordt weer teruggevonden in de vakliteratuur van de VS en Engeland waarin de CO₂- emissie wordt benadrukt. Wat opvalt, is dat de vakliteratuur van de VS en Engeland meer ingaan op de gevolgen van klimaatverandering voor de stedelijke bebouwing. Deze ontwikkeling is niet terug te lezen in de Nederlandse beleidsdocumenten.

Klimaataanpak	Nota ruimte	NMP4	Vakliteratuur Nederland	Vakliteratuur VS	Vakliteratuur Engeland
Strategie	Gericht op de waterhuishouding Watersector Strategie: vasthouden, bergen en afvoeren	Gericht op emissiebeperking Transitie duurzame energiehouding Energie-efficiency verbeteren	Gericht op water meer ruimte geven	Actie gericht op duurzaam bouwen in de vorm van vermindering energieconsumptie (CO ₂ reductie), waterbesparing en gebruik duurzame bouwmaterialen	- Actie gericht op vermindering CO ₂ uitstoot door energie-efficiënt te bouwen
adaptatie	Ruimte voor de Rivier	Geen adaptatie elementen	Water meer ruimte geven	Gebouwen voor bereiden op effecten zoals verminderen effecten van hitte en afvloeiing overtollig water	Heat island effect verminderen door creëren open groene plekken en dichtheid bebouwing verlagen Weren gevoelige functies overstromings gebieden

Aangetoond is dat de effecten van het veranderende klimaat een invloed hebben op de bestaande inrichting en ruimtegebruik. De ruimtelijke ordening zal dus aanpassingsmaatregelen moeten gaan toepassen om de effecten te neutraliseren. Deze effecten zullen ook de uitvoering van de ruimtelijke ordening doen veranderen door de verandering van ruimteclaims in de bestaande inrichting. Het klimaatbeleid is nu vooral gericht op mitigatie in de vorm van emissiereductie. Adaptatiebeleid is een aanpak die noodzakelijk is, omdat mitigatie de effecten van klimaatverandering niet meer teniet kan doen. De anticipatie op klimaatverandering speelt in het huidige ruimtelijke beleid een beperkte rol. De Nota Ruimte brengt een aantal aspecten in verband met klimaatverandering namelijk de waarborging van de veiligheid van de inrichting door zeespiegelstijging en de uitbreiding van de EHS. Het grote rivierenbeleid waarvoor de het beleidsdocument Ruimte voor de Rivier geldt, kan getypeerd worden als adaptatie. De uitbreiding van de EHS wordt in de Nota Ruimte gezien als adaptatiemaatregel voor klimaatsverandering maar in hoeverre deze strategie effect zal hebben in de toekomst is niet bekend door het gebrek aan kennis. Het NMP4 geeft duidelijk aan dat klimaatverandering één van de grote milieuproblemen is en dat het op andere milieuproblemen negatieve effecten zal hebben. Het NMP4 benoemt wel de effecten van klimaatverandering op de volksgezondheid, water en natuur maar biedt geen oplossingen. De meest directe maatregelen zijn mitigerende maatregelen zoals de transitie naar een duurzame energiehuishouding en efficiencyverbetering van energiegebruik.

In de Nederlandse vakbladen, SRO, Geografie en ROM magazine, wordt adaptatie wel genoemd als oplossing voor het veranderende klimaat maar praktijkvoorbeelden van dit concept zijn niet beschreven. Veelal wordt ingegaan op de gevolgen van klimaatverandering en welke ruimtelijke effecten het beleid Ruimte voor de Rivier heeft in het rivierengebied. Ideeën en kansen gerelateerd aan klimaatverandering zijn gericht op de watersector in de vorm van functiecombinaties met water. In het Amerikaanse vakblad Planning wordt ingegaan op de gevolgen van klimaatverandering waarbij maatregelen als emissiereductie de boventoon voeren in de vorm van energiebesparing en duurzaamheid in nieuwe bebouwing. Uit het Engelse vakblad Planning magazine is geconstateerd dat emissiereductie en energiebesparing in de bebouwde omgeving tot nu toe een grote rol speelt in de huidige aanpak van klimaatverandering in planningsopgaven. Maar een verschuiving lijkt gaande naar het ontwikkelen van adaptatiestrategieën voor verschillende onderwerpen zoals stedelijke gebieden, infrastructuur en overstromingsgebieden.

Het in de literatuur beschreven concept adaptatie is van toepassing op elke sector. In Nederland zijn in de praktijk de adaptatiemaatregelen relevant voor de ruimtelijke ordening alleen nog maar gericht op de waterhuishouding zoals het beleidsdocument Ruimte voor de Rivier. In de vakbladen van Engeland en VS zijn niet exemplarische voorbeelden te vinden om een duidelijke vergelijking te maken met het concept adaptatie in de literatuur.

Wel valt op dat de genoemde voorbeelden van adaptatiemaatregelen tussen Nederlandse beleidsstukken, vakliteratuur en buitenlandse vakliteratuur verschillen. Deze verschillen kunnen gerelateerd worden aan de effecten die gevoeld worden per land door de klimaatverandering. Nederland en in enige mate Engeland hebben vergeleken met de VS een hogere kwetsbaarheid voor overstromingen. Maatregelen tegen deze bedreiging zijn dus noodzakelijk voor de waarborging van de veiligheid en economische ontwikkeling. De ontwikkeling van adaptatiebeleid kan dus samenhangen met de kwetsbaarheid van een land tegen klimaatverandering. Ook kan er de overtuiging zijn dat klimaatverandering geneutraliseerd kan worden door mitigatiemaatregelen alleen zoals emissiereductie of alternatieve brandstoffen. Zoals in het vakblad uit de VS is op te merken beginnen effecten van het klimaat op de bestaande inrichting meer in aandacht toe te nemen door bijvoorbeeld

de overstromingen in New Orleans, orkanen, toename van langdurige droogteperioden en bosbranden. Deze ontwikkelingen kunnen aanzetten tot verandering van de gevoerde klimaatstrategie.

Klimaatverandering is geen nieuw onderwerp maar steeds meer begint duidelijk te worden dat de huidige aanpak niet voldoende is. De huidige klimaataanpak gaat voornamelijk langs het mitigatiespoor door middel van emissiebeperking als technisch inhoudelijke strategie. De sociaal politieke strategie van mitigatie bestaat nu vooral uit gedragsverandering omtrent energiegebruik en stimulering van duurzaamheid. Het klimaatvraagstuk en de gevolgen daarvan schijnen een stijgende rol te gaan spelen waarbij adaptatie een belangrijk onderwerp begint te worden. De sociaal politieke strategie van adaptatie namelijk het creëren van draagvlak voor aanpassingen in de inrichting krijgt nu de meer de aandacht. Wanneer adaptatie ook kansen kan gaan opleveren dan zal deze strategie zeker meer worden toegepast in meerdere sectoren zoals woningbouw, recreatie, landbouw en natuur.

Echter zijn er wel leemtes in kennis en theorie over welke strategie nu te volgen. Vragen als welke optimale mix tussen adaptatie en mitigatie is het meest wenselijke om toe te passen binnen het klimaatbeleid? Welke interacties zijn er tussen adaptatie en mitigatie in ruimtelijke vraagstukken, versterken ze elkaar of kunnen ze elkaar ook negatief beïnvloeden? Welke verschillen in kosten en baten zijn er tussen adaptatie en mitigatie? Deze vragen zouden eerst onderzocht moeten worden om dan te onderzoeken welke sectoren precies van invloed zijn door klimaatverandering en welke strategie het meeste oplevert voor die sector.

Volgens Klein et al. (2005) is het twijfelachtig of er wel kan worden gesproken over een optimale mix tussen mitigatie en adaptatie. Het vinden van een evenwichtige balans tussen mitigatie en adaptatie zal een gevoelig proces worden en verschilt per land in tijd, lokale omstandigheden en kosten. Het vinden van de juiste balans zal extra moeilijk zijn omdat de unieke eigenschappen van het probleem, zoals een lange termijn horizon, grillige en onomkeerbare effecten, het mondiale karakter van het probleem, de geografische- en institutionele verschillen, door betrokken partijen nog beseft en onderzocht moeten worden. Gezien de verscheidenheid aan belangen, waarden en voorkeuren in een maatschappij kan er niet gesproken worden van een optimale mix van adaptatie en mitigatie. De onzekerheid ten aanzien van klimaatverandering en socio-economische veranderingen zal daarom zeker een invloed hebben op het uiteindelijke resultaat van de totstandkoming van een optimale mix. De optimale mix zal ook veranderen wanneer nieuwe informatie verschijnt over onderzoek naar adaptatie en mitigatie.

In ieder geval zou adaptatie opgenomen moeten worden bij de bepaling van keuzes ten aanzien van ruimtegebruik in een samenhangend beleid op nationaal niveau. Bij de bepaling van de juiste adaptatiestrategie speelt de onzekere factor als het klimaat een grote rol in relatie tot lange termijnkeuzes, daarom zal mitigatiebeleid samen met adaptatiebeleid gevoerd moeten worden.

De constatering dat de effecten van klimaatverandering niet meer te neutraliseren zijn door mitigatie alleen wordt nu duidelijk zodat de roep ontstaat om de huidige inrichting klimaatbestendig te maken. Dit om de economische en sociale ontwikkeling te waarborgen. De aanpassing aan het klimaat vertaald in het concept adaptatie, is wel een nieuw onderwerp onder planologen en ruimtelijke ordenaars. Voorspellen van de werkelijke effecten op de huidige inrichting door het veranderende klimaat is en blijft moeilijk en dus ook de langetermijn effecten. Daarom zal er een strategisch klimaatbeleid ontwikkeld moeten worden die nu maar ook in de toekomst klimaatbestendig is.

Literatuurlijst

- Alberts, F., 2003. Ruimte voor de rivier: trendbreuk en meervoudige kwaliteitsopgave. In: *Ruimte en water: Planningsopgaven voor een rode delta*, Den Haag
- Arnell, N.W., 2004. Climate change and global water resources: SRES emissions and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change* 14: 31–52.
- Baethgen, W.E.; H. Meinke, A. Gimenez. 2004. Adaptation of agricultural production systems to climate variability and climate change: lessons learned and proposed research approach in: *Insights and Tools for Adaptation: Learning from Climate Variability*, NOAA-OGP, Washington D.C.
- Barker, T., 2003. Representing global climate change, adaptation and mitigation. *Global Environmental Change* 13: 1–6
- Berry, P.M., Rounsevell, M.D.A., Harrison, P.A., Audsley, E., 2006. Assessing the vulnerability of agricultural land use and species to climate change and the role of policy in facilitating adaptation. *Environmental Science and Policy* (art. in press)
- Burton, I., Huq, S., Lim, B., Pilifosova, O., Schipper, E.L., 2002. From impacts assessment to adaptation priorities: the shaping of adaptation policy. *Climate Policy* 2 (2/3): 145–159
- Bytnerowicz, A., 2006 et al., Integrated effects of air pollution and climate change on forests: A northern hemisphere perspective. *Environmental Pollution*, doi: 10.1016/j.envpol. 08.028
- Christensen, O.B., Christensen, J.H., 2004. Intensification of extreme European summer precipitation in a warmer climate. *Global and Planetary Change* 44: 107– 117
- Dawson, T.P., Berry, P.M., Kampa, E., 2003. Climate change impacts on freshwater wetland. *Habitats J. Nat. Conserv.* 11 : 25–30
- De Boeck, H.J., Lemmens, C.M.H.M., Gielen B., Bossuyt, H., Malchair, S., Carnol, M., Merckx, R., Ceulemans, R., Nijs, I., 2006. Combined effects of climate warming and plant diversity loss on above- and below-ground grassland productivity. *Environmental and Experimental Botany* (art. in press)
- De Loe, D., Kreutzwiser, R., Moraru, L., 2001. Adaptation options for the near term: climate change and the Canadian water sector. *Global Environmental Change* 11 : 231-245
- Du Plessis, C., Irurah, D., Scholes, R.J., 2003. The built environment and climate change in South Africa. *Building Research & Information* 31(3–4): 240–256
- EEA; Indicators of Europe's Changing Climate. EEA, Copenhagen, 2004
- Few, R. 2006. Health and climate hazards: Framing social research on vulnerability, response and adaptation. *Global Environmental Change* (art. in press)
- Haines, A., Kovats, R.S., Campbell-Lendrum, D., Corvalan, C., 2006. Climate change and Human Health: Impacts, vulnerability and human health. *Public Health* 120: 585-596

- Hashiokaa, T, Yasuhiro, Y., 2006. Ecosystem change in the western North Pacific associated with global warming using 3D-NEMURO. *Ecological Modelling* (art. in press)
- Huntingford, C., Hemming, D., Gash, J.H.C., Gedney, N., Nuttall, P.A., 2007. Impact of climate change on health: what is required of climate modellers? *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 101: 97-103
- IPCC, 1997. The regional impacts of climate change: an assessment of vulnerability. In: Watson, R.T., Zinyowera, M.C., Moss, R.H., Dokken, D.J. (Eds.), Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- IPCC, 2001. Summary for policymakers 2001: Impacts, adaptation and vulnerability, in: McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J., White, K.S. (Eds.), Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- IPCC, 2001. Climate Change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J., White, K.S. (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Paris
- Jusuf K.S., Wong N.H., Hagen E., Anggoro R., Hong Y., 2007. The influence of land use on the urban heat island in Singapore. *Habitat International* 31: 232–242
- Kabat P. & Vellinga, P. Climate proofing the Netherlands. In: *Nature* 438, 283-284 (2005)
- Klein R.J.T., Schipper E.L.F., Dessai S., (2005). Integrating mitigation and adaptation into climate and development policy: three research questions. *Environmental Science & Policy* 8: 579–588
- Kolokotroni M., Zhang Y., Watkins R., 2007. The London Heat Island and building cooling design. *Solar Energy* 81: 102–110
- Kors, A.G., Claessen, R.A.M., Wesseling, J.W. en Können, G.P. Scenario's externe krachten voor WB21, Commissie Waterbeheer 21ste eeuw, RIZA, WL-Delft / KNMI-rapport, 2000
- McMichael AJ, Woodruff RE, Hales S. 2006. Climate change and human health: present and future risks. *Lancet* 367: 859–69.
- Milieu en Natuurplanbureau (2005). Effecten van Klimaatverandering in Nederland. Bilthoven, Milieu en Natuurplanbureau
- Monirul, M., Mirza, O., 2003. Climate change and extreme weather events: can developing countries adapt? *Climate Policy* 3: 233–248

Olesen, J.E. & M. Bindi, 2002. Agricultural policy to develop a sustainable agriculture that also preserves environmental and social values in the rural society. *European Journal of Agronomy* 16: 239-262

Parry M.L., Rosenzweig C., Iglesias A., Livermore M., Fischer G., 2004. Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios. *Glob. Environ. Change* 14: 53–67

Ranjan, P., Kazama, S., Sawamoto, M., 2006. Effects of climate and land use changes on groundwater resources in coastal aquifers. *Journal of Environmental Management* 80: 25–35

Sluijs van der J.P., Turkenburg, W.C., Blok, K. Een duurzaam klimaat vraagt geen woord maar daad: een kritische analyse van probleembeschrijving, strategie en maatregelenpakket voor klimaatverandering. In: *NMP4 onder de loep: Kritische analyse van de aanpak van de zeven milieuproblemen uit het NMP4*, Den Haag, 2001

Sokona, Y., Denton, F., 2001. Climate change impacts: can Africa cope with the challenges? *Climate Policy* 1: 117–123

Stone B.B., Norman J.M., 2006. Land use planning and surface heat island formation: A parcel-based radiation flux approach. *Atmospheric Environment* 40: 3561–3573

Struyf, E., Van Damme, S., Meire, P., 2004. Possible effects of climate change on estuarine nutrient fluxes: a case study in the highly nutrified Schelde estuary (Belgium, The Netherlands) *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 60: 649-661

Suarez, P., Anderson, W., Mahal, V., Lakshmanan, T.R., 2005. Impacts of flooding and climate change on urban transportation: A systemwide performance assessment of the Boston Metro Area. *Transportation Research Part D* 10: 231–244

Tielrooy, F. (red.) 2000. Waterbeleid voor de 21e eeuw. Commissie Waterbeheer 21e eeuw, Den Haag

Tol, R.S.J., (2005). Adaptation and mitigation: trade-offs in substance and methods. *Environmental Science & Policy* 8: 572–578

VROM, 2001. Nationaal Milieubeleidsplan 4: Een wereld en een wil werken aan duurzaamheid. Den Haag

VROM, 2006a. Nationaal Programma Adaptatie Ruimte en Klimaat. Den Haag

VROM 2006b. Nota Ruimte: Ruimte voor ontwikkeling. Deel 4: tekst parlementaire instemming. Den Haag

Veraart, P.& Kabat, P. Klimaat verandert ruimtelijke ordening in Nederland. In: *Geografie* juni 2005: 36-38

Wetenschappelijke Raad voor Regeringsbeleid (WRR), 2006. Klimaatstrategie – tussen ambitie en realisme. Amsterdam.