



Planbureau voor de Leefomgeving

VERHAALLIJNEN VAN DE DELTASCENARIO'S VOOR 2050 EN 2100

ACHTERGRONDSTUDIE

Verhaallijnen van de Deltascenario's voor 2050 en 2100

E. Dammers & G.J. van den Born (PBL)
W. Bruggeman (Deltares)
B. van den Hurk & J. Beersma (KNMI)
N. Polman (WUR-LEI)
C. Folmer (CPB)

Verhaallijnen van de Deltascenario's voor 2050 en 2100

© PBL (Planbureau voor de Leefomgeving)

Den Haag, 2014

ISBN: 978-94-91506-49-9

PBL-publicatienummer: 1195

Eindverantwoordelijkheid

PBL (Planbureau voor de Leefomgeving)

Contact

Ed Dammers (ed.dammers@pbl.nl);

Gert Jan van den Born (gertjan.vandenborn@pbl.nl)

Productie

Uitgeverij PBL

Opmaak

Martin Middelburg (VijfKeerBlauw)

U kunt de publicatie downloaden via de website www.pbl.nl. Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Dammers, E. et al. (2013), *Verhaallijnen van de Deltascenario's voor 2050 en 2100*, Den Haag: PBL.

Het PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is vóór alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en altijd wetenschappelijk gefundeerd.

Inhoud

1	Inleiding	4
2	DRUK	7
2.1	Verhaallijn in het kort	7
2.2	Mondiale en Europese ontwikkelingen	7
2.3	Nationale en regionale ontwikkelingen	8
2.4	Ontwikkelingen in sectoren	9
2.5	Effecten op waterveiligheid, wateroverlast en zoetwatervoorziening	11
3	STOOM	13
3.1	Verhaallijn in het kort	13
3.2	Mondiale en Europese ontwikkelingen	13
3.3	Nationale en regionale ontwikkelingen	14
3.4	Ontwikkelingen in sectoren	15
3.5	Effecten op waterveiligheid, wateroverlast en zoetwatervoorziening	17
4	RUST	19
4.1	Verhaallijn in het kort	19
4.2	Mondiale en Europese ontwikkelingen	19
4.3	Nationale en regionale ontwikkelingen	20
4.4	Ontwikkelingen in sectoren	21
4.5	Effecten op waterveiligheid, wateroverlast en zoetwatervoorziening	23
5	WARM	24
5.1	Verhaallijn in het kort	24
5.2	Mondiale en Europese ontwikkelingen	24
5.3	Nationale en regionale ontwikkelingen	25
5.4	Ontwikkelingen in sectoren	26
5.5	Effecten op waterveiligheid, wateroverlast en zoetwatervoorziening	28
6	Gebruik van verhaallijnen	29
	Literatuur	31

Inleiding

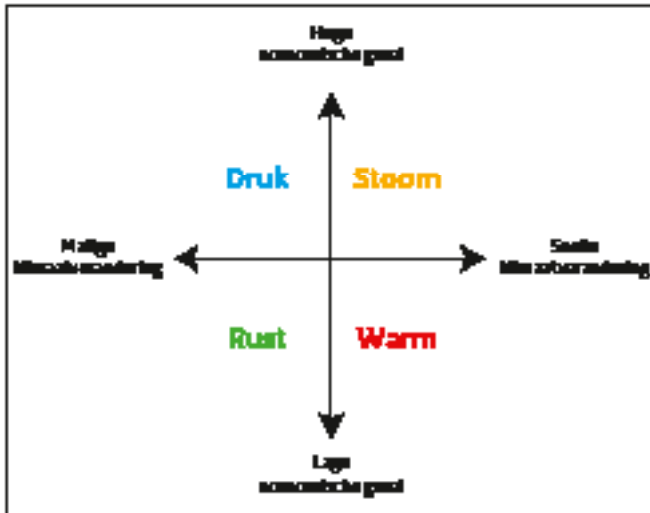
Deze notitie beschrijft de verhaallijnen die PBL, Deltares, LEI, KNMI & CPB voor de *Deltascenario's voor 2050 en 2100* hebben gemaakt. Elke verhaallijn geeft een beknopte en samenhangende beschrijving van het mogelijke toekomstige verloop van klimatologische, sociaal-economische en andere ontwikkelingen. Hierbij gaat het om ontwikkelingen die zich op mondiaal, Europees en nationaal niveau afspelen. Daarnaast beschrijven zij de impacts van deze ontwikkelingen op een aantal sectoren die relevant zijn voor het waterbeleid in Nederland en de opgaven voor waterveiligheid, wateroverlast en zoetwatervoorziening die dit met zich meebrengt. De sectoren zijn: verstedelijking, landbouw, natuur, scheepvaart, energie en drink- en proceswater. De verhaallijnen zijn behulpzaam bij het gebruik van de Deltascenario's, omdat zij de essentie van de scenario's weergeven en omdat zij uitleg en betekenis geven aan de resultaten van de modelberekeningen die zijn uitgevoerd en aan de kaarten die zijn gemaakt. Figuur 1 geeft een overzicht van de uitgangspunten van de Deltascenario's.

De *Deltascenario's voor 2050 en 2100* vormen in een aantal opzichten een verbetering ten opzichte van de *Deltascenario's 2011*. Deze verbeteringen zijn in de verhaallijnen verwerkt:

- Klimaat, economie, ruimte en water zijn geïntegreerd, kwalitatief voor de verhaallijnen, maar zo dat een kwantitatieve invoer naar het Deltamodel mogelijk is. De ruimtelijk-economische scenario's van CPB et al. (2006) zijn uitgewerkt voor 2050 en 2100, met name wat betreft economische en bevolkingsontwikkeling.
- Het landgebruik en de sectorale ontwikkelingen zijn zover relevant voor het waterbeheer uitgewerkt en geregionaliseerd (COROP-niveau).
- Er zijn expliciete aannamen en berekeningen gedaan voor bodemdaling en peilbeheer op de veengronden. Dit is meegenomen bij de vertaling van de verhaallijnen naar het regionale ruimtegebruik en de daaruit afgeleide invoerbestanden (kaarten) voor het Deltamodel (NHI).
- Extreme hydrologische situaties, zoals rivierafvoeren, zijn nader beschouwd met aandacht voor bovenstroomse ontwikkelingen.
- De klimaatscenario's van het KNMI (2006) zijn tegen het licht van de laatste wetenschappelijke inzichten gehouden.
- De koppeling van de Deltascenario's aan het delta-instrumentarium is verbeterd, inclusief ruimtelijk gedetailleerd cijfermateriaal.

Bij de verhaallijnen is zoveel mogelijk uitgegaan van de nieuwe klimaatscenario's die het KNMI heeft gemaakt en een bewerking van de ruimtelijk-economische scenario's die het CPB, MNP en RPB in 2006 hebben gepubliceerd. Bij het laatste gaat het vooral om een verdergaande ruimtelijke uitwerking, een extrapolatie van 2040 naar 2050 en een uitwerking naar 2100. De uitgangspunten van de scenario's uit 2011 zijn niet gewijzigd. De verhaallijnen nemen het huidige waterbeleid als vertrekpunt en veronderstellen dat dit beleid tot 2100 wordt voortgezet. Dit maakt duidelijk waar op termijn knelpunten kunnen ontstaan en biedt de mogelijkheid om in het Deltaprogramma strategieën (uitgedrukt als

Figuur 1
Uitgangspunten van Deltascenario's



afwijkingen van het huidige beleid) te toetsen. Met het oog op de plausibiliteit en de consistentie krijgt het beleid wel in elke verhaallijn een iets ander accent: het wordt minimaal gedifferentieerd.

Daarnaast is voor het gebruik van de verhaallijnen relevant om een onderscheid te maken tussen het beleid waarop de verhaallijnen zijn gefocust, aanpalend beleid en beleid op een hoger schaalniveau. De verhaallijnen zijn, zoals gezegd, gefocust op het nationale waterbeleid, in het bijzonder het beleid gericht op waterveiligheid, wateroverlast en zoetwatervoorziening.

Aanpalend beleid behoort niet tot het waterbeleid, maar heeft hier wel sterke raakvlakken mee, zoals het ruimtelijk beleid. In dit verband nemen de verhaallijnen de maatschappelijke vraag als vertrekpunt en vooronderstellen zij dat het beleid hierin voorziet. Zo wordt in STOOM veel vraag naar wonen in het groen en aan het water verondersteld met als gevolg verspreide verstedelijking en in RUST veel vraag naar wonen in de steden met als gevolg compacte verstedelijking. Verder is er beleid dat op een hoger schaalniveau wordt gevoerd, zoals mondiale klimaatafspraken en Europees beleid op het gebied van energie, milieu, water en dergelijke. Het mondiale beleid en het EU-beleid worden als een autonome ontwikkeling opgevat, omdat dit beleid door het nationale waterbeleid (vrijwel) niet beïnvloedbaar is. Het mondiale en Europese beleid varieert net als de andere autonome ontwikkelingen per verhaallijn en overeenkomstig de logica ervan.

Voorts is het voor het gebruik van de verhaallijnen belangrijk om rekening te houden met de verschillende perioden die worden verkend. De Deltascenario's kijken vooruit tot het jaar 2100. De reden hiervoor is dat de

fysieke investeringen een periode van vele decennia bestrijken en alleen tegen hoge kosten kunnen worden aangepast of verwijderd. En de verwachte klimaatverandering heeft eveneens betrekking op de lange termijn.

Hierbij doet zich een probleem voor. Klimaatontwikkelingen worden namelijk gekenmerkt door een relatief langzame verandering in een sterk dynamisch systeem, waardoor het meerdere decennia duurt voordat een duidelijk signaal van klimaatverandering kan worden opgevangen. Maar in die tijdspanne is het verloop van de sociaaleconomische ontwikkelingen erg onzeker doordat deze ontwikkelingen zowel op korte als op lange termijn sterk dynamisch zijn.

Om dit probleem hanteerbaar te maken, is de eeuw in tweeën geknipt. Voor de periode tot 2050 is het namelijk mogelijk om op basis van kennis over het vroegere verloop van de sociaaleconomische ontwikkelingen met hun grote dynamiek redelijk beredeneerde uitspraken te doen over mogelijke richtingen waarin deze ontwikkelingen in de toekomst kunnen verlopen. Voor de sociaaleconomische ontwikkelingen na 2050 wordt een verloop verkend dat de opgaven voor waterveiligheid, wateroverlast en zoetwatervoorziening uit de scenario's nog verder vergroot of juist nog verder verkleint. Hierbij wordt per scenario in grote lijnen de logica van de periode tot 2050 voortgezet.

Daarnaast is er op gelet dat de scenario's de mogelijkheid bieden om de ontwikkelde strategieën aan duidelijk verschillende situaties te toetsen. Zo gaat STOOM voor de

Figuur 2
Overzicht van de Deltascenario's

<p>DRUK</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hoge mondiale economische groei • Snelle mondiale energietransitie • Matige mondiale klimaatverandering • Hogere nationale economische groei • Minder matige klimaatverandering in Nederland • Sterke, compacte verstedelijking in hoge dichtheden • Meer intensivering en verbreding van landbouw • Meer grootschalige natuurgebieden • Meer (innovaties in) binnenscheepvaart • Meer elektriciteitscentrales; later transitie naar hernieuwbare energie • Eerst toename van vraag naar drink- en proceswater, later daling door innovaties • Grotere opgaven voor waterveiligheid • Grotere opgaven voor zoetwatervoorziening • Rivierafvoeren variëren niet veel meer 	<p>STOOM</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hoge mondiale economische groei • Late en beperkte mondiale energietransitie • Snelle mondiale klimaatverandering • Hogere nationale economische groei • Snellere klimaatverandering in Nederland • Sterke, verspreide verstedelijking in lage dichtheden • Meer intensivering en schaalvergroting van landbouw • Bebouwing in bestaande natuurgebieden • Meer en grootschaliger binnenscheepvaart • Veel meer elektriciteitscentrales; later meer hernieuwbare energie • Sterke stijging van vraag naar drink- en proceswater • Veel grotere opgaven voor waterveiligheid • Veel grotere opgaven voor zoetwatervoorziening • Rivierafvoeren variëren veel meer
<p>RUST</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lage mondiale economische groei • Late mondiale energietransitie • Matige mondiale klimaatverandering • Lagere nationale economische groei • Minder matige klimaatverandering in Nederland • Beperkte, compacte verstedelijking; later krimp • Meer regionale en verbrede landbouw en meer schaalvergroting • Meer natuur voor ecosysteemdiensten • Meer (innovaties in) binnenscheepvaart • Enkele nieuwe elektriciteitscentrales; later transitie naar hernieuwbare energie • Minder vraag naar drink- en proceswater • Kleinere opgaven voor waterveiligheid • Kleinere opgaven voor zoetwatervoorziening • Rivierafvoeren variëren niet veel sterker 	<p>WARM</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lage mondiale economische groei • Geen mondiale energietransitie • Snelle mondiale klimaatverandering • Lagere nationale economische groei • Snellere klimaatverandering in Nederland • Beperkte, verspreide verstedelijking; later krimp • Meer regionale en extensieve landbouw • Meer natuurgebieden rond steden • Veel minder binnenscheepvaart • Enkele nieuwe elektriciteitscentrales; veel later meer hernieuwbare energie • Stijgende vraag naar drinkwater, later stabilisatie • Iets grotere opgaven voor waterveiligheid • Grotere opgaven voor zoetwatervoorziening • Rivierafvoeren variëren veel meer

periode 2050-2100 uit van een veel verdergaande verstedelijking dan in de jaren tot 2050. Ook worden er soms andere aannames gehanteerd. In STOOM en WARM wordt bijvoorbeeld het bouwverbod in Natura 2000-gebieden na 2050 losgelaten. Dergelijk aanpalend beleid voor het waterbeheer verandert mee met de andere ontwikkelingen in de scenario's.

De scenario's verkennen voor de periode 2050-2100 vooral met *welke situaties* het waterbeleid rekening zou moeten houden en niet zozeer *wanneer* een bepaalde situatie zou kunnen optreden. Daarvoor is, zoals gezegd, de onzekerheid over het verloop van fysieke en vooral sociaaleconomische ontwikkelingen na 2050 te groot.

In de volgende hoofdstukken worden de verhaallijnen besproken. Achtereenvolgens komen DRUK, STOOM, RUST en WARM aan de orde. Figuur 2 geeft een globaal overzicht. Elke verhaallijn wordt eerst kort samengevat. Daarna komen de mondiale en Europese ontwikkelingen aan de orde, gevolgd door de nationale en regionale ontwikkelingen, de ontwikkelingen in sectoren die een impact op het waterbeheer hebben en de effecten van deze ontwikkelingen op de waterveiligheid, de wateroverlast en de zoetwatervoorziening. Het slothoofdstuk geeft enkele suggesties voor het gebruik van de verhaallijnen.

DRUK

2.1 Verhaallijn in het kort

In het scenario DRUK gaan een hoge economische en bevolkingsgroei samen met een gematigde klimaatverandering. De komende decennia leidt de hoge groei tot een toenemende schaarste aan fossiele brandstoffen, wat een sterke verhoging van de energieprijzen tot gevolg heeft. Samen met de klimaatafspraken die op mondiaal niveau worden gemaakt, geeft dit een impuls aan de ontwikkeling van energietechnologie, waardoor nog voor 2050 een mondiale transitie naar een zuinige en koolstofarme energievoorziening plaatsvindt.

In Nederland groeien de economie en de bevolkingsomvang hard. In de tweede helft van de eeuw treedt er een verschuiving op van de mainports naar de brainports en de greenports. De ARA-havens (Antwerpen, Rotterdam, Amsterdam) weten hun concurrentiepositie weliswaar te handhaven, maar bedrijven die bijvoorbeeld op energie-, milieu- en landbouwtechnologie gericht zijn groeien harder. Er ontstaat een grotere behoefte om in aantrekkelijke steden te wonen en te werken. De technologie maakt het mogelijk om de steden steeds efficiënter en zuiniger in te richten. Internationaal belangrijke natuur, zoals wetlands, krijgt meer aandacht. De zeespiegelstijging in de Noordzee en de veranderingen in het neerslagpatroon en de rivierafvoeren blijven beperkt. Het nationale beleid komt meer in het teken van het EU-beleid te staan en wordt verder gedecentraliseerd. In DRUK ontstaat weliswaar een grote behoefte aan bescherming tegen overstromingen en wateroverlast, maar dit levert nauwelijks problemen op. De klimaatverandering blijft immers beperkt. De behoefte aan zoet water, bijvoorbeeld voor de landbouw en de industrie, neemt maar weinig toe. Doordat de

rivierafvoeren niet veel meer variëren dan aan het begin van de eeuw het geval is, ontstaan er geen grote problemen voor de binnenscheepvaart.

2.2 Mondiale en Europese ontwikkelingen

In scenario DRUK slaagt de Wereld Handelsorganisatie (WHO) er in enkele opeenvolgende onderhandelingsronden in om de wereldhandel te liberaliseren, wat op het mondiale niveau tot een sterke economische integratie en een hoge economische groei leidt (CPB et al. 2006). Dit wordt vergemakkelijkt doordat de WHO een aantal hervormingen ondergaat. De *emerging seven* (Brazilië, China, India, Indonesië, Mexico, Rusland, Turkije) gaan een leidende positie in de wereldeconomie en in de WHO innemen. De Verenigde Staten raken hun koppositie kwijt, maar gaan net als Europa wel in de ontwikkeling mee.

De *emerging seven* worden steeds belangrijkere handelspartners van Europa. In het begin van de eeuw stijgen de wereldvoedselprijzen sterk. Maar omdat het aanbod aan landbouwproducten door de liberalisering van de voedselproductie en de technologische ontwikkelingen in de landbouw groeit, vlakken zij daarna weer af. De toenemende mondiale voedselproductie en de medische vooruitgang, die door de technologische ontwikkeling worden bevorderd, leiden er toe dat de

mondiale bevolking verder groeit. De economische en demografische ontwikkelingen leiden er op hun beurt toe dat op het mondiale niveau het bbp per hoofd van de bevolking in 2050 bijna drie keer zo hoog is als aan het begin van de 21^e eeuw en in 2100 zelfs ruim tien keer zo hoog (CPB 2012).

Op mondiaal niveau worden er de komende decennia verdergaande afspraken gemaakt om de toename van de CO₂-concentratie in de lucht te beperken. Het klimaat komt hoog op de politieke agenda te staan. Dit wordt bevorderd doordat de *emerging seven* naarmate zij welvarender worden meer aandacht aan het milieu gaan besteden (CPB 2012). Bovendien zijn de armere landen in de wereld beducht voor de negatieve gevolgen die de klimaatverandering op hun economische groei en volksgezondheid kan hebben. Het maken van afspraken wordt vergemakkelijkt doordat de Verenigde Naties net als de WHO een aantal hervormingen ondergaan (Biermann 2012).

Aanvankelijk blijven fossiele brandstoffen een belangrijke rol spelen, totdat er wereldwijd schaarste ontstaat. De grote prijsstijgingen die dit met zich meebrengt en de klimaatafspraken die worden gemaakt geven impulsen aan de ontwikkeling van de energietechnologie. Hierdoor vindt er voor 2050 een mondiale transitie naar een efficiënte en koolstofarme energievoorziening plaats (Van Dorsser 2012). Naast conventioneel aardgas (schoonste fossiele brandstof) spelen biobrandstoffen en hernieuwbare energie (wind, zon, getijde, geothermisch, membraam) een steeds belangrijkere rol. Dat geldt ook voor de opslag van koolstof in de bodem en in de bossen (zie ook Manders & Tol 2003). Als gevolg hiervan treedt uiteindelijk een relatieve daling van de energieprijzen op, maar die vormt geen belemmering voor een verduurzaming van de economische ontwikkeling (IEA 2012).

Deze trends en gebeurtenissen brengen met zich mee dat de CO₂-uitstoot vooral in de tweede helft van de eeuw aanzienlijk afneemt. Bovendien blijkt de klimaatgevoeligheid – de temperatuurstijging die optreedt als gevolg van een grotere CO₂-concentratie in de lucht – mee te vallen (Deltares & PBL 2011; KNMI 2006; 2012). Als gevolg hiervan blijft de mondiale temperatuurstijging beperkt tot 1°C in 2050 en 2°C in 2100.

In Europa groeit de economie eveneens hard. Dit wordt bevorderd doordat de Europese Unie (EU) zich verder uitbreidt en de samenwerking met de buurlanden versterkt. De integratie tussen de lidstaten concentreert zich vanwege de huidige crisis aanvankelijk alleen op de economie, maar richt zich later vanwege de energie-schaarste en de dreigende klimaatverandering ook op deze terreinen. Het Noordwest-Europese kerngebied breidt zich niet veel verder uit, maar wint economisch wel aan belang (zie ook IGEAT et al. 2006). Het Europese energie-, milieu- en landbouwbeleid komt in het teken

van de transitie naar een zuinige en koolstofarme energievoorziening te staan. Met het oog hierop trekt Brussel taken en bevoegdheden naar zich toe en schroeft het de ambities op (zie ook Römgens 2011). Het Gemeenschappelijke Landbouwbeleid wordt aan de ene kant geliberaliseerd en stelt aan de andere kant steeds hogere milieueisen. Onder aanvoering van enkele kopgroepelanden ontstaat er een 'Europa van meer snelheden', wat de besluitvorming binnen de EU ten goede komt (Clingendael & PBL 2009).

2.3 Nationale en regionale ontwikkelingen

Binnen DRUK is de economische groei in Nederland ook hoog, zij het niet zo hoog als de mondiale groei. In 2050 is het bbp per hoofd van de bevolking twee keer zo groot als in het begin van de eeuw en in 2100 ruim zes keer zo groot (CPB 2012). De Nederlandse economie profiteert van de mondiale economische groei en technologische ontwikkeling. Bedrijven spelen actief in op de mogelijkheden die de groeiende markten van de *emerging seven* en mondiale transitie in de richting van koolstofarme energie bieden (zie ook Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden 2011a). Het toenemende belang van het Noordwest-Europese kerngebied speelt hierbij eveneens een voorname rol. Na 2050 treedt er een economische verschuiving op van de mainports naar de brainports en de greenports. De ARA-havens (Antwerpen, Rotterdam, Amsterdam) weten hun positie binnen de regio Le Havre-Hamburg weliswaar te versterken (Van Dorsser 2012), maar kennisintensieve, innovatieve en internationaal georiënteerde bedrijven op het gebied van energie, milieu en landbouw groeien nog harder. Zij dragen bij aan de transitie en varen hier wel bij. Door de hoge economische groei en de werkgelegenheid die dit met zich meebrengt komen er veel economische migranten naar Nederland, vooral in de tweede helft van de eeuw. Hierbij gaat het zowel om hoog opgeleide kenniswerkers als om minder geschoolde vaklui. Omdat er in Nederland volop werk te vinden is, neemt de migratie van Nederlanders naar andere landen juist af. Door deze ontwikkelingen groeit de bevolking tot 20 miljoen inwoners in 2050 en tot 25 miljoen in 2100 (CPB 2012). In de eerste helft van de eeuw neemt de bevolking het snelst toe in de grote steden van de Randstad, maar in de tweede helft onder andere ook in die van Oost Gelderland en Noord-Brabant. De vergrijzing neemt tot 2050 nog toe, maar vlakt daarna vanwege de toenemende immigratie af.

In Nederland stijgt de temperatuur, net als in West-Europa, wat meer dan mondiaal. De temperatuurstijging leidt er toe dat de zeespiegel in de Noordzee tot 2050 zo'n 15 centimeter en tot 2100 ongeveer 35 centimeter stijgt en dat het neerslagpatroon iets verandert (KNMI 2012). Doordat de jaar-op-jaar variabiliteit van de zomerse temperaturen in Nederland toeneemt, stijgt de kans op zomerse hittegolven en langere droogteperiodes. Het laatste gebeurt vooral, omdat in de zomer de beperkte toename van de verdamping het wint van de eveneens beperkte toename van de neerslag. In de winter neemt de jaar-op-jaar variabiliteit wat af, waardoor er in dit jaargetijde een iets milder klimaat ontstaat. Tot 2050 blijft de verandering beperkt, maar daarna wordt zij groter, vooral in de late zomer en de herfst. De toename van de extreme neerslag in het kustgebied zet zich dan onverminderd voort, in het binnenland is dit minder het geval.

Binnen scenario DRUK variëren de rivierwaterafvoeren aan het einde van de eeuw niet veel meer dan nu het geval is. Omdat het neerslagklimaat in het Rijnstroomgebied weinig verandert, nemen de maximale afvoeren slechts toe tot 15.000 kubieke meter per seconde in 2050 en 16.000 kubieke meter per seconde in 2100 (Te Linde 2012). Hierbij wordt verondersteld dat overstromingen in Duitsland voor afvlakking zorgen. In de zomer en in het voorjaar zal er wel iets vaker dan nu sprake zijn van extreem laag water.

Naast economische, sociale en klimatologische ontwikkelingen zijn institutionele ontwikkelingen relevant voor de waterveiligheid, de vermindering van de wateroverlast en de zoetwatervoorziening. Het overheidsbeleid in Nederland komt binnen DRUK de komende decennia steeds meer in het teken van de uitvoering van het Europese beleid te staan. Door een hervorming van het EU-beleid krijgen Rijk, provincies, waterschappen en gemeenten meer ruimte om bij de invulling ervan rekening te houden met de omstandigheden in het land en in de regio's. Via gebiedsontwikkeling werken departementen intensief samen met andere overheden, bedrijven en maatschappelijke organisaties. Het poldermodel verandert, waardoor het meer op innoveren dan op onderhandelen wordt gericht. Waar nodig wordt samenwerking met de buurlanden gezocht (PBL 2012). In de tweede helft van de eeuw krijgen de lidstaten van de EU meer het karakter van regio's binnen Europa.

Er wordt meer ruimte gegeven aan de markt, maar de overheden treden wel actiever op om externe effecten, zoals de belasting van het milieu, te beperken (Kuiper & Evers 2011). Bij de realisering van publieke goederen ontstaat er meer ruimte voor publiek-private samenwerking en voor particulier initiatief. De overheden spelen bij de collectieve actie die hiervoor nodig is een

coördinerende rol, bedrijven richten zich vooral op de uitvoering en maatschappelijke organisaties komen op voor de kwaliteit van de leefomgeving. Dit geldt ook voor buitenlandse bedrijven die zich in Nederland vestigen.

2.4 Ontwikkelingen in sectoren

Verstedelijking

Door de hoge economische groei en de bevolkingsontwikkeling neemt de trek naar de steden steeds meer toe. Vooral in de regio's waar de economie het hardst groeit worden veel bedrijfslocaties en woningen gebouwd. Bedrijven zoeken vooral naar plekken die broedplaatsen voor innovatie vormen en agglomeratievoordelen opleveren; burgers worden aangetrokken door cosmopolitische centra en werkgelegenheid (CPB 2010). Tot 2050 gebeurt dit hoofdzakelijk in de grote steden van de Randstad, maar na 2050 ook steeds meer in de hightechsteden in Oost Gelderland, Noord-Brabant en andere delen van het land. Aan de groeiende behoefte aan woningen en bedrijfspanden wordt grotendeels voldaan door verdere verdichting van de bestaande steden. Dit gebeurt voornamelijk door gestapelde bouw en de realisering van multifunctionele torens (wonen, werken, voorzieningen). Daarnaast is er ook sprake van gespreide verstedelijking. Dit wordt vooral veroorzaakt door de welvaartsgroei waardoor veel mensen in aantrekkelijke, gebieden bij de steden willen wonen en werken (bereikbaar, nabij natuur en attractief water). Uit het oogpunt van zuinig omgaan met groene en blauwe ruimte vindt de gespreide verstedelijking geclusterd plaats en wordt buitendijkse bebouwing tegengegaan. Op deze nieuwe locaties raken wonen, werken, recreatie en verbrede landbouw verweven. Tussen de steden en met het buitenland ontstaan snelle weg- en spoorverbindingen. Voor 2050 breekt de elektrische personenauto door. Tussen en binnen de steden wordt hoogwaardig en snel collectief vervoer (*people movers*, zweeftreinen) gerealiseerd (zie ook RPB 2003). Digitale geleiding neemt een hoge vlucht. Mede hierdoor raken particulier en collectief vervoer steeds meer geïntegreerd. Door de toenemende vraag naar wonen en werken in compacte stedelijke gebieden en met behulp van de nodige technologische vernieuwingen worden de steden steeds compacter ingericht. Daarnaast worden ze steeds efficiënter in het gebruik van energie en water. De meest verouderde en de minst aantrekkelijke wijken worden als eerste geherstructureerd; daarna volgen de andere wijken. De herstructurering en nieuwbouw gebeuren zodanig dat de wijken energiezuinig worden en sommige zelfs energie gaan leveren. Daarnaast wordt het waterverbruik veel zuiniger. Recycling van bouwmaterialen en andere grondstoffen speelt een grote rol. Verder worden geherstructureerde en nieuwe wijken

flexibeler ingericht wat betreft de grond- en oppervlaktewaterpeilen

Landbouw

Het Nederlandse agrocomplex gaat door zijn concurrentiekracht en zijn innovatievermogen een grotere rol spelen op de wereldmarkt. Dit wordt bevorderd door de toenemende vraag naar voedsel als gevolg van de groeiende mondiale bevolking (Turrall et al. 2011) en de liberalisering en verduurzaming van de wereldvoedselproductie en het Europese landbouwbeleid. In Nederland spelen de uitbreiding van de zeehavens en de verbindingen met het achterland ook een belangrijke rol. De Nederlandse landbouw weet zijn concurrentiepositie ten opzichte van andere landbouwgebieden in Europa en daarbuiten dan ook te behouden (Polman et al. 2012). Het areaal van de melkveehouderij neemt door de verdergaande verstedelijking af. Dit geldt nog meer voor die van de akkerbouw. Tot 2050 ontwikkelen de bestaande greenports zich vooral verder; na 2050 komen er ook meer greenports in andere delen van het land.

De landbouw ontwikkelt zich in twee richtingen. Aan de ene kant leiden de toenemende vraag naar voedsel en de stijgende voedselprijzen tot een verdergaande intensivering en schaalvergroting en een sterkere integratie van de landbouw in de productieketen. Daarnaast investeert de tuinbouw steeds meer in hoogwaardige productie, zoals glastuinbouw, boomteelt en fruitteelt, met aandacht voor het milieu (Polman et al. 2012). Een groter deel van het water gaat naar deze landbouwsectoren. Aan de andere kant ontstaat er door de toenemende welvaart, de groeiende aandacht voor het milieu en de verdergaande verstedelijking meer vraag naar luxe producten (Turrall et al. 2011). Dit geeft een impuls aan de biologische landbouw, de verkoop van streekproducten en de verbrede landbouw, die zich steeds meer op energielevering (mestvergisting, zonnepanelen, windmolens) gaat richten.

Door de beperkte temperatuurstijging neemt de bodemdaling in de veenweidegebieden toe, maar niet zo sterk als in de scenario's met een grote klimaatverandering. Tot 2100 daalt de bodem met ongeveer 100 centimeter. De toenemende vraag naar wonen in een aantrekkelijk landschap leidt vooral in de Randstad tot bouwen in het veenweidegebied. Tegelijkertijd worden de financiële middelen die hiermee worden gegenereerd geïnvesteerd in maatregelen om de bodemdaling te beperken. In het merendeel van de landbouwgebieden wordt het principe 'peil volgt functie' gehandhaafd, maar in de meer kwetsbare gebieden gaat het principe 'functie volgt peil' gelden. De gebieden die het meest kwetsbaar zijn voor bodemdaling worden in natuur omgezet. Door

de beperkte zeespiegelstijging neemt de verzilting in de laaggelegen gebieden van West- en Noord-Nederland iets toe.

Natuur

Door de hoge economische groei is er in DRUK relatief veel geld beschikbaar voor natuurbehoud en -ontwikkeling. Het geld wordt vooral ingezet om enkele grote natuurgebieden te realiseren. Dit gebeurt om de natuur meer robuust en minder kwetsbaar voor invloeden van buitenaf te maken. Tegelijkertijd krijgt de landbouw meer ruimte om zich te ontwikkelen. Natuurgebieden worden herbegrensd op basis van hydrologische grenzen. Dit geldt vooral voor de gebieden die van internationaal belang zijn (nieuwe generatie 'Natura 2050'-gebieden). Daarvoor worden zoveel mogelijk minder productieve landbouwgronden ingezet. Tegelijkertijd worden via landinrichting meer mogelijkheden gecreëerd voor landbouw op grootschaligere percelen. Hierdoor ontstaat er een scherpe scheiding tussen landbouw en natuur. Sommige natuurgebieden krijgen een meer multifunctioneel karakter. Zo worden beekdalen bij de steden geschikt gemaakt voor waterberging.

Door de groei van de biologische landbouw en de toenemende vraag naar hoogstaande regionale producten worden in sommige regio's juist de kleinschalige landschappen behouden en versterkt. Dit gebeurt onder andere in Drenthe, Twente, Winterswijk, Noord-Brabant, Zuid-Limburg en de Betuwe. Deze regio's worden steeds belangrijker voor verblijfsrecreatie uit binnen- en buitenland en dagrecreatie van nabijgelegen groeiende hightechsteden. De toegenomen groenblauwe dooradering in deze gebieden wordt gebruikt om de landbouw te versterken en de belevingswaarde van het landschap te vergroten. Met groene elementen wordt een bijdrage geleverd aan natuurlijke plaagbestrijding, bestuiving en bestrijding van bodemerrosie. Bij de steden zijn de landschapselementen eveneens gericht op het tegengaan van wateroverlast.

Scheepvaart

Door de sterke groei van de mondiale economie en de wereldhandel neemt het internationale transport verder toe. De groei van het transport wordt versterkt doordat de productie van goederen zich naar de *emerging seven* verplaatst en doordat het Noordwest-Europese kerngebied een grote groei doormaakt (zie ook IGAT et al. 2006). Tegelijkertijd wordt de groei van het transport enigszins getemperd doordat de stijgende energieprijzen een ont koppeling tussen economie en transport met zich meebrengen. De groei heeft vooral betrekking op het transport via water, spoor en pijpleidingen. Het transport via de weg en de lucht groeit minder hard, omdat deze

modaliteiten gevoeliger zijn voor de stijgende energieprijzen.

Door de ontkoppeling van economie en transport groeit de totale overslag in de zeehavens weliswaar, maar is de groei niet zo sterk als in STOOM. De petrochemische industrie gaat in eerste instantie over op *liquified natural gas* (LNG) als grondstof en richt zich later op de duurzame productie van biobrandstoffen en bioplastics (Van Dorsser 2012). De aanvoer van deze grondstoffen vindt in kleine volumes plaats wat een toename van het aantal zeegaande scheepsbewegingen met zich meebrengt. Rotterdam ontwikkelt zich tot een sterke gasrotonde en bunkerfaciliteit voor schepen die op LNG varen. Doordat de zware energie zich naar de bron verplaatst neemt het aandeel bulkgoederen in de totale overslag af. Wel ontstaat er een groei in het vervoer van halffabricaten, veelal via containers. De sterke toename van de containerbinnenvaart versterkt de concurrentiepositie van de ARA zeehavens binnen de regio Le Havre-Hamburg. De sterke ontwikkeling van nieuwe achterlandterminals, de grote investeringen in de verbetering van het vaarwegennet en de rivierwaterafvoeren die weinig veranderen spelen hierbij een belangrijke rol. De binnenscheepvaart weet zijn concurrentiepositie ten opzichte van de andere vervoersmodaliteiten door innovaties te versterken.

Energievoorziening

Zoals gezegd, brengen de sterk stijgende brandstofprijzen en de mondiale afspraken over het beprijzen van de CO₂-uitstoot met zich mee dat er in dit scenario een snelle transitie plaatsvindt naar een zuinige en koolstofarme energievoorziening. De eerste decennia worden er nog nieuwe elektriciteitscentrales gebouwd, vooral gascentrales (schoonste fossiele brandstof). Vanwege het nodige koelwater worden zij aan de kust gebouwd. Maar nog voor 2050 neemt het aandeel biobrandstoffen en hernieuwbare energie (wind, zon, getijde, geothermisch, membraam) sterk toe. Daarnaast wordt er een sterk onderliggend energienetwerk met opslagmogelijkheden (waterstof, cilinders) aangelegd (Van Dorsser 2012). Verder wordt er veel geïnvesteerd in een efficiënter en schoner energieverbruik in het transport, de industrie, de landbouw, woningen en dergelijke.

Naast de energietransitie vindt er ook een transitie plaats naar het gebruik van vernieuwbare grondstoffen voor materialen (bioplastics). Hierdoor dalen de energieprijzen relatief en vormen zij geen beperking voor een duurzame economische ontwikkeling. Nederland gaat hierin goed mee en loopt op sommige terreinen zelfs voorop, bijvoorbeeld op het gebied van een zuiniger transport, zuinigere landbouw en vernieuwbare grondstoffen.

Drink- en proceswater

Door de sterke economische groei en bevolkingsgroei stijgt binnen DRUK de vraag naar drink- en proceswater in de komende decennia. Maar door de investeringen die worden gedaan in innovatieve technologieën voor waterbesparing, waterzuivering en kringloopsluiting in de waterketen wordt de stijging daarna ruimschoots gecompenseerd. Het afnemende aandeel van de industrie – de grootste gebruiker van proceswater – in de economische groei speelt ook een belangrijke rol (zie ook Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden 2011b).

2.5 Effecten op waterveiligheid, wateroverlast en zoetwatervoorziening

Het scenario DRUK brengt een grotere behoefte met zich mee aan bescherming tegen overstromingen en wateroverlast. Dit wordt vooral veroorzaakt door de stijgende vraag naar wonen en werken in compacte stedelijke gebieden, waardoor de bevolkingsdichtheid en de kapitaalgoederen in deze gebieden sterk groeien. Dit levert geen grote problemen op doordat de zeespiegelstijging, de rivierwaterafvoer en extreme weersomstandigheden maar weinig toenemen. Doordat de stedelijke gebieden flexibeler worden wat betreft de grond- en oppervlaktewaterpeilen kunnen zij aan de opvang van zoet water bijdragen.

De behoefte aan extra zoet water voor de landbouw blijft door de maatregelen die de sector neemt om de zelfvoorziening te vergroten beperkt (Deltares 2012). Proceswater speelt wel een belangrijke rol in de agrofood- en grondstofketen. Een relatief groter deel van het water gaat naar productierichtingen met een hogere toegevoegde waarde. Het aangepaste grondgebruik door de landbouw brengt met zich mee dat de bodemdaling in de veengebieden beperkt blijft. Door de beperkte zeespiegelstijging neemt de verzilting in de laaggelegen gebieden in West- en Noord-Nederland, zoals gezegd, iets toe. Desondanks is het voor de landbouw belangrijk dat er meer doorspoeling met zoet water plaatsvindt. Buiten deze gebieden wordt de behoefte aan doorspoeling minder, omdat de landbouw daar minder direct afhankelijk wordt van zoet oppervlaktewater. Sterke peilregulering is in deze gebieden eveneens minder hard nodig.

De rivierafvoeren variëren niet veel meer dan aan het begin van de eeuw (Deltares 2012). De economische groei leidt in de buurlanden weliswaar tot meer verstedelijking, maar die vindt niet plaats op manieren en in gebieden die erg kwetsbaar zijn voor overstromingen. Bovenstrooms in de buurlanden blijft er voldoende ruimte voor de rivieren en worden er retentiegebieden ingericht.

Hierdoor worden extreme rivierafvoeren, die wel iets vaker zullen voorkomen, afgevlakt voordat ze Nederland bereiken. Ook bovenstrooms in de buurlanden neemt het gebruik van zoet water niet sterk toe, onder meer door efficiënter omgang met zoet water in stad en land. Als gevolg hiervan kunnen droogteperioden, die beperkt toenemen, goed worden opgevangen, en dalen de extremen in de lage rivierafvoeren niet sterk. De binnenvaart stelt door de innovaties die worden doorgevoerd geen hoge eisen aan de waterdiepte. De vraag naar koelwater voor de energievoorziening neemt door het grotere aandeel hernieuwbare energie af. De institutionele veranderingen brengen met zich mee dat het overheidsbeleid in het algemeen goed kan worden gecoördineerd en tegelijkertijd goed op de regionale en lokale omstandigheden kan worden afgestemd. Overheden spelen in DRUK immers een coördinerende rol bij het realiseren van publieke goederen, terwijl zij intensief samenwerken met andere overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties. Wel kunnen deze activiteiten de nodige hoeveelheid overleg vergen, wat oplopende transactiekosten met zich meebrengt.

STOOM

3.1 Verhaallijn in het kort

In STOOM gaan een hoge economische en bevolkingsgroei samen met een grote klimaatverandering. De hoge groei leidt weliswaar tot een toenemende schaarste aan fossiele brandstoffen die gemakkelijk winbaar zijn, maar de prijsverhoging die dit tot gevolg heeft maakt kolenvoorraden en olie- en gasvelden die moeilijk exploiteerbaar zijn economisch lucratief. Doordat er geen wereldwijde klimaatafspraken worden gemaakt, vindt er pas aan het einde van de eeuw een gedeeltelijke energietransitie plaats.

Nederland maakt een grote economische groei door en ook een grote bevolkingsgroei. De toename van het goederen- en personenvervoer brengt tot 2050 met zich mee dat het havenindustriële complex Amsterdam-Rotterdam-Antwerpen floreert. Na 2050 maakt het vaker voorkomen van noordwester stormen de havens minder bereikbaar. En het vaker voorkomen van lage rivierwaterafvoeren maakt de binnenscheepvaart minder betrouwbaar. Wat energievoorziening betreft blijft Nederland op dezelfde weg doorgaan: hoofdzakelijk gebruik van fossiele brandstoffen. Er treedt verspreide verstedelijking op. In de landbouw vinden verdergaande schaalvergroting en intensivering plaats. Door de laatste twee ontwikkelingen komt de natuur steeds meer onder druk te staan. In de winter neemt de neerslag toe, terwijl de zomers juist droger worden. De overheid wordt kleiner maar wel krachtadiger.

In STOOM neemt de behoefte aan bescherming tegen overstromingen en wateroverlast het sterkst van alle scenario's toe. In de groeiende behoefte van de landbouw en de industrie aan een betrouwbare zoetwatervoorziening kan niet altijd

worden voorzien. De gespreide verstedelijking stelt steeds hogere eisen aan de ontwatering en aan vaste grond- en oppervlaktewaterpeilen. De bodemdaling in de veengebieden neemt sterk toe. De grotere variatie in rivierafvoeren als gevolg van de nattere winters en de drogere zomers levert knelpunten op voor de doorspoeling en de industrie.

3.2 Mondiale en Europese ontwikkelingen

In STOOM slaagt de WHO er in om de wereldhandel vergaand te liberaliseren. Tot 2050 gebeurt dit nog geleidelijk, daarna neemt de liberalisering een hoge vlucht. Dit gebeurt vooral op initiatief van opkomende landen, zoals China, India en Brazilië. De handelsliberalisering brengt op zijn beurt een sterke mondialisering en een wereldwijde sterke economische groei met zich mee (Van Vuuren et al. 2011).

De handelsstromen veranderen: Zuidoost-Azië wordt een steeds belangrijkere handelspartner van Europa, zowel wat betreft export van hoogwaardige activiteiten als de import van half- en eindfabricaten (Port of Rotterdam 2010). Door de handelsliberalisering gaat ook de landbouw steeds meer voor de mondiale markt produceren, vooral in de tweede helft van de eeuw. De BRIC-landen vormen dan belangrijke groeiemarkten (Römgens 2011). De mondiale economische groei brengt met zich mee dat de mondiale bevolkingsgroei tot 2050

afvlakt en zich daarna stabiliseert. Immers hoe welvarender mensen zijn, hoe minder kinderen zij krijgen. Wereldwijd is het bbp per hoofd van de bevolking in 2050 bijna drie keer zo hoog als aan het begin van de eeuw en in 2100 zelfs bijna elf keer zo hoog (CPB 2012). De klimaatverandering staat in STOOM niet hoog op de politieke agenda. Zij blijkt immers ook positieve gevolgen te hebben. Zo wordt het groeiseizoen voor de landbouw langer en kunnen er andere gewassen worden geteeld. Daarnaast gaan de welvarende landen ervan uit dat zij over voldoende geld en nieuwe technieken beschikken om de negatieve gevolgen op te opvangen (Deltaprogramma Rivieren 2011). De minder welvarende landen hebben onvoldoende invloed om de klimaatverandering op de agenda te krijgen (zie ook Manders & Tol 2003). Er worden daarom geen mondiale klimaatafspraken gemaakt.

Energie wordt schaarser, omdat de vraag groter wordt dan het aanbod. In de eerste helft van de eeuw stijgen de energieprijzen relatief nog niet zo snel, omdat nieuwe technieken moeilijk bereikbare steenkool, olie en gas (schaliegas) beschikbaar maken (zie ook Bruggink 2005). Dit wordt mede mogelijk vanwege het gedeeltelijk afsmelten van de ijskap van de Noordpool als gevolg van de klimaatverandering (Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden 2011d). Na 2050 stijgen de energieprijzen sneller door de steeds schaarser wordende fossiele brandstoffen. Mede hierdoor breken aan het einde van de eeuw hernieuwbare energie en biobrandstoffen door. Het energieverbruik wordt door de stijgende prijzen steeds zuiniger.

Doordat de mondiale economie sterk groeit en pas aan het einde van de eeuw een wereldwijde energietransitie optreedt neemt de CO₂-uitstoot in dit scenario sterk toe. Bovendien blijkt er sprake te zijn van een grote klimaatgevoeligheid. Als gevolg hiervan treedt er een mondiale temperatuurstijging op van gemiddeld 2°C tot 2050 en 4°C in 2100. In sterke El Niño-jaren treden zelfs uitschieters tot boven de 5,5°C op (IPCC 2006; KNMI 2006, 2009).

De Europese economie wordt sterker met de mondiale economie geïntegreerd via handel, buitenlandse investeringen en migratie (Clingendael & PBL 2009). De EU profiteert dan ook mee van de hoge economische groei die de opkomende economieën doormaken. De EU breidt zich verder uit en versterkt de samenwerking met de buurlanden, waardoor een pan-Europese vrijhandelszone ontstaat. Het economische zwaartepunt breidt zich uit van Noordwest naar Centraal Europa en Noord-Italië (IGEAT et al. 2006). De Europese integratie gaat zich meer en meer op het financiële en economische beleid concentreren. Op het economische vlak trekt Brussel bevoegdheden naar zich toe om

marktverstoringen te corrigeren, een gelijk speelveld te creëren en handelsbelemmeringen weg te nemen. De landbouwsubsidies worden afgebouwd en de landbouwsector wordt geherstructureerd. Het water-, milieu- en natuurbeleid wordt juist teruggeschroefd en naar de lidstaten en de regio's overgeheveld.

3.3 Nationale en regionale ontwikkelingen

In STOOM maakt Nederland eveneens een sterke economische groei door: in 2050 is het bbp per hoofd van de bevolking twee keer zo groot als in het begin van de eeuw en in 2100 ruim zes keer zo groot (CPB 2012). De sterke groei van de wereldhandel en de verdere uitbreiding van de Europese markt zijn hier debet aan. Daar komt bij dat de economie steeds meer gekenmerkt wordt door een internationale oriëntatie en een sterke innovatiegerichtheid. De dienstensector stijgt het meest; de landbouw en de industrie juist het minst (Port of Rotterdam 2011). De mainports floreeren, waaronder het havenindustriële complex Amsterdam-Rotterdam-Antwerpen. Hetzelfde geldt voor greenports als het Westland, Aalsmeer en de Bollenstreek, die er nauw mee verbonden zijn. Brainports als Eindhoven, Delft en Wageningen doen het eveneens goed in dit scenario. Vooral innovatieve, concurrerende en internationaal georiënteerde bedrijven groeien sterk. Het ARA-havenindustriële complex verliest na 2050 wel marktaandeel in de regio Le Havre-Hamburg vanwege toenemende problemen met de bereikbaarheid die de gevolgen van de klimaatverandering met zich meebrengen (Van Dorsser 2012)

De Nederlandse bevolking groeit tot meer dan 20 miljoen inwoners in 2050 en ruim 25 miljoen in 2100 (Deltares & PBL 2011). Deze sterke groei wordt vooral veroorzaakt door de grote stromen economische immigranten (kennisswerkers en vaklui) en klimaatvluchtelingen uit minder welvarende landen (Noord-Afrika, Midden-Oosten) die deze kant op komen. De bevolking neemt het snelst toe in de grote steden van de uitdijende Randstad, maar in de tweede helft van de eeuw ook in de groeiende steden van onder andere Noord-Brabant, het oostelijk deel van Gelderland en het drooggelegde Markermeer. Door de grote immigratiestromen blijft de vergrijzing van de bevolking beperkt (CPB et al. 2006).

In Nederland stijgen de temperaturen, net als in heel West-Europa, sterker dan het wereldgemiddelde. Vooral in de zomer en het najaar is het verschil groot, tot een halve graad per graad opwarming. Bij een toename van de gemiddelde wereldtemperatuur van zo'n 2°C in 2050

en 4°C tegen het einde van de 21^e eeuw stijgt de zeespiegel van de Noordzee gemiddeld met achtereenvolgens 35 en 85 centimeter. Daarnaast komen er ook buiten het gebruikelijke stormseizoen in het winterhalfjaar ongebruikelijk extreme weersomstandigheden voor. Tropische orkanen zwaaien regelmatig af en leiden tot extreme stormen aan de kust, soms zelfs sterker dan de winterse stormen. In het kustgebied neemt het aandeel neerslag dat in hevige buien valt sterk toe, maar in het binnenland is dit minder het geval. In de tweede helft van de eeuw wordt het contrast groter, waardoor binnen een afstand van ongeveer 50 kilometer uit de kust een scherpe gradiënt qua extreme neerslag ontstaat (KNMI 2012).

De rivierafvoeren krijgen eveneens vaker met extremen te maken. Door het veranderende neerslagklimaat in het Rijnstroomgebied moet rekening worden gehouden met afvoeren van 16.000 kubieke meter per seconde halverwege de 21^e eeuw en van 17.500 kubieke meter aan het einde van de eeuw (Te Linde 2012). Hierbij is verondersteld dat er bij een grotere afvoer een afvlakking optreedt als gevolg van overstromingen in Duitsland. Tegelijk is er in de zomer en in het late voorjaar regelmatig sprake van extreem laag water. Dit komt vooral door de vermindering van de hoeveelheid water die als sneeuw in de Alpen is opgeslagen. Na 2050 komt er gemiddeld eens per twee of drie jaar een neerslagtekort van meer dan 200 millimeter voor.

Institutionele ontwikkelingen zijn eveneens belangrijk voor de waterveiligheid, de vermindering van de wateroverlast en de zoetwatervoorziening. In dit scenario wordt de publieke sector sterk hervormd. Door een aantal opeenvolgende privatiserings-, deregulerings- en decentralisatieoperaties wordt de overheid kleiner maar krachtadiger. Op deze manier worden de concurrentie- en innovatiekracht van Nederland vergroot en de economische groei aangejaagd (CPB 2012). Op rijksniveau worden de ministeries teruggebracht tot een beperkt aantal kerndepartementen. Andere overheden, zoals provincies en vooral gemeenten, krijgen taken en bevoegdheden van het Rijk toebedeeld. De schaal van andere overheden, zoals gemeenten, wordt steeds groter. Op decentraal niveau wordt de samenwerking in het teken te staan van het creëren van gunstige vestigingsvoorwaarden voor bedrijven en burgers.

Veel overheidstaken worden naar zelfstandige bestuursorganen en de markt overgeheveld (zie ook Williamson 1998). Bedrijven en burgers worden geacht om zelf meer verantwoordelijkheid te nemen en initiatieven te tonen, ook bij de realisering van publieke goederen. Op deze manier ontstaat er veel ruimte voor particulier initiatief binnen een internationaal competitief klimaat. Dit biedt ook veel ruimte voor bedrijven uit andere Europese landen en uit de opkomende economieën.

3.4 Ontwikkelingen in sectoren

Verstedelijking

De hoge economische groei en bevolkingsgroei hebben gevolgen voor de verstedelijking; de klimaatverandering speelt geen grote rol. Er wordt immers geld genoeg verdiend om oplossingen te vinden en er is veel vertrouwen in de techniek. In de eerste helft van de eeuw trekken bedrijven en mensen vooral naar gebieden rond de stedelijke kernen in de uitdijende Randstad en het rivierenland (PBL 2011). Dit heeft vooral te maken met de aantrekkelijkheid van deze gebieden door de nabijheid van bedrijvigheid, werknemers, afzetgebieden, culturele voorzieningen en dergelijke. In de tweede helft van de eeuw is er daarnaast een trek naar de stedelijke gebieden van Noord-Brabant en het oostelijk deel van Gelderland, omdat daar minder verkeerscongestie is en meer ruimte om te bouwen. Daarnaast is er verstedelijking in het Markermeer dat wordt drooggelegd en op een eiland dat voor de kust wordt gecreëerd.

Door de welvaartsgroei krijgen mensen meer behoefte aan wonen in aantrekkelijke, waterrijke of bosrijke buitengebieden in de nabijheid van de steden, waar zij werken en waar veel voorzieningen zijn. Vooral de welgestelde mensen vestigen zich hier. De suburbanisatie die hierdoor optreedt leidt er toe dat bestaande steden weinig verder verdichten en dat er veel verspreide verstedelijking optreedt. Dit brengt op zijn beurt nieuwe infrastructuur voor auto's, *people movers*, privévliegtuigen en dergelijke met zich mee (zie ook RPB 2003). In deze stedelijke gebieden raken wonen, werken, natuur en landbouw meer en meer met elkaar verweven. De verstedelijkte gebieden zijn met elkaar en met de rest van Noordwest-Europa verbonden via corridors van hoge snelheidswegen en spoorwegen en netwerken van luchtwegen. In Zuidwest-Nederland ontwikkelt het hoofzwaar van verstedelijking, transportassen en havenactiviteiten zich steeds verder.

De minder welgestelde mensen trekken steeds meer naar de verouderde stadswijken, die na verloop van tijd worden geherstructureerd. Vanwege de stijgende brandstofprijzen wordt hierbij veel aandacht besteed aan zuinig omgaan met energie. Maar omdat de prijzen voor drinkwater minder stijgen, krijgt zuinig omgaan met water veel minder aandacht. Het energieverbruik door de steden neemt hierdoor beperkt toe, maar het waterverbruik wordt veel groter. Er is weinig aandacht voor de effecten van de bebouwing op de grond- en oppervlaktewaterpeilen.

Landbouw

De klimaatverandering in dit scenario heeft voornamelijk gunstige effecten op de landbouw, vooral in de tweede helft van de eeuw als de klimaatverandering zich versterkt doorzet. Er treden weliswaar meer droogte-

perioden op, maar de hogere temperaturen, de verlenging van het groeiseizoen en de hogere CO₂-concentratie in de lucht vergroten de productie. De hogere temperaturen en de veranderende neerslagpatronen kunnen wel tot een verschuiving van gewassen leiden (Polman et al. 2012). Daarnaast brengt een minder stabiel klimaat nieuwe financiële risico's met zich mee. De groei van de internationale handel leidt tot een toename van de vraag naar landbouwproducten en tot een toenemende concurrentie. Vooral buiten de EU stijgt de vraag sterk (CPB et al. 2006b). Door de bevolkingsgroei neemt ook de vraag naar voedsel toe (Turrall et al. 2011). De liberalisering van het Europese landbouwbeleid heeft tot gevolg dat de Nederlandse landbouwsectoren meer met producenten van buiten de EU moeten concurreren. In Nederland leidt de bevolkingsgroei tot een grotere vraag naar landbouwproducten en de economische groei tot een meer diverse vraag die bovendien meer op luxe producten, zoals sierteelten, is gericht. Hoogrenderende landbouw, zoals de glastuinbouw, neemt toe (Polman et al. 2012). Een groter deel van het water gaat naar de landbouw met een hogere toegevoegde waarde, zoals groenten en fruit. Deze gewassen zijn relatief gevoelig voor temperatuurveranderingen (Turrall et al. 2011). Het areaal van de akkerbouw neemt af vanwege de sterkere positie van de melkveehouderij en de verdergaande verstedelijking.

De groeiende concurrentie brengt met zich mee dat er een sterke schaalvergroting en intensivering optreedt. Om de concurrentie het hoofd te bieden maakt de landbouw veel gebruik van technologische vernieuwingen in de ICT, de robotisering en de genomics. Dit leidt tot grotere opbrengsten en besparingen op energie en water. Maar door de grotere weersextremen krijgt de landbouw meer met vernatting en verdroging te maken (Deltaprogramma Zuidwestelijke Delta 2011). De zeespiegelstijging leidt in het westen van het land tot extra verzilting.

De sectoren binnen de landbouw reageren verschillend op de toenemende concurrentie en de klimaatverandering. De glastuinbouw kan de concurrentie goed aan en groeit in areaal. Hetzelfde geldt voor de melkveehouderij die zich ten koste van de akkerbouw uitbreidt. Vooral in Noord- en Oost-Nederland neemt het areaal grasland toe. De intensieve veehouderij stabiliseert zich. De mondiale vraag naar vlees stijgt weliswaar, maar de transportkosten in verband met de hogere brandstofprijzen eveneens. Deze sectoren stellen lagere eisen aan de waterkwaliteit. De vollegrondstuinbouw groeit en stelt hoge eisen aan de watervoorziening.

Door de temperatuurstijging daalt de bodem in de veenweidegebieden tot ongeveer 135 centimeter in 2100. De groeiende welvaart en behoefte aan nieuwbouw leiden vooral in de Randstad tot grootschalige bebouwing van deze gebieden. Door de focus op de economische betekenis van de landbouw is er weinig aandacht voor het tegengaan van de bodemdaling. En door de welvaarts-groei worden de kosten voor het peilbeheer als gering beschouwd. Het principe 'peil volgt functie' blijft dan ook vooropstaan. In gebieden die erg kwetsbaar zijn voor bodemdaling wordt extensievere landbouw (vooral grondgebonden veeteelt) bedreven.

Natuur

De bestaande natuurgebieden blijven grotendeels behouden, omdat zij belangrijk zijn voor de openlucht-recreatie. De natuurgebieden krijgen een parkachtig karakter en hun toegankelijkheid wordt vergroot, zodat zij intensiever kunnen worden gebruikt. Niet alleen voor wandelen en fietsen, maar ook voor muziekfestivals en andere events. Omdat het Europese natuurbeleid in de eerste helft van de eeuw wordt beëindigd, vormt dit geen belemmering voor deze ontwikkeling. Door de temperatuurstijging kan er vaker gebruik worden gemaakt van de gebieden, maar door de verdroging wordt het risico op bosbranden groter. Dit risico neemt vooral na 2050 sterk toe. De biodiversiteit komt door het intensievere gebruik en door de verschuiving van de klimaatzone sterker onder druk te staan. Door de grote welvaarts-groei komt er weliswaar steeds meer geld beschikbaar voor natuurbehoud en -herstel, maar vanwege de grote ruimtedruk die de verstedelijking met zich meebrengt is er geen gelegenheid voor grootschalige ontwikkeling van nieuwe natuurgebieden. De schaalvergroting en de intensivering van de landbouw leiden tot een sterke scheiding tussen landbouw en natuur. Zoals gezegd, draagt de welvaarts-groei er toe bij dat steeds meer mensen op aantrekkelijke locaties in de nabijheid van de steden willen wonen. Hierdoor raken de open agrarische landschappen bij de steden, zoals het Groene Hart, steeds meer bebouwd. Hetzelfde geldt voor de randen van de natuurgebieden. Vanwege hun aantrekkelijkheid en hun nabijheid tot de grote steden komen de duingebieden eveneens onder druk te staan (PBL 2012). Met de zeespiegelstijging nemen de schorren, slikken en platen in het zuidwesten van Nederland en het Waddengebied drastisch in omvang af (zie ook Deltaprogramma Zuidwestelijke Delta 2011).

Scheepvaart

Door de sterke groei van de wereldeconomie en de wereldhandel neemt het internationale transport sterk toe. Dit wordt bevorderd doordat steeds meer productie zich naar landen buiten Europa verplaatst en doordat zich in Noordwest- en Centraal-Europa en Noord-Italië een

sterke groei voordoet (IGEAT et al. 2006; Port of Rotterdam 2011). Bovendien vindt er geen ont koppeling tussen economie en transport plaats. De groei van het transport doet zich in alle modaliteiten voor: autowegen, spoorwegen, waterwegen, luchtwegen en pijpleidingen. De stijgende energieprijzen zorgen weliswaar voor hogere transportkosten, maar door schaalvergrotingen en innovaties blijft de kostenstijging beperkt. Voor de binnenscheepvaart geldt bovendien dat de transportkosten minder hard stijgen dan die van de andere modaliteiten.

De hoge economische groei gaat samen met een sterke toename van de overslagvolumes in de zeehavens (Van Dorsser 2012). De petrochemische industrie blijft een belangrijke pijler voor het Rotterdamse en Antwerpse havengebied. Doordat de zware energie in Europa blijft gevestigd, blijft de aanvoer van bulkgoederen een belangrijke rol spelen. Bovendien worden er steeds meer kolen geïmporteerd. Daarnaast brengt de economische groei meer containervervoer met zich mee. Er ontwikkelt zich een netwerk van inlandse terminals. In de tweede helft van de eeuw krijgt de het ARA-complex te maken met bereikbaarheidsproblemen, waardoor het marktaandeel in de regio Le Havre-Hamburg afneemt. Vanwege de zeespiegelstijging en de grotere weersextremen moet de Maeslantkering in de Nieuwe Waterweg vaker gesloten worden (Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden 2011b). Bovendien gaat de rivierwaterafvoer sterker fluctueren, waardoor de betrouwbaarheid van de binnenscheepvaart vermindert. Tot 2050 neemt de binnenscheepvaart een toenemende hoeveelheid bulkclading en continentale containers voor zijn rekening; daarna vindt er een verschuiving plaats naar vervoer via weg en spoor (Van Dorsser 2012).

Energievoorziening

Ondanks de groei van de economie en de bevolking blijft de energievoorziening sterk op fossiele brandstoffen gefocust. Aan de ene kant komen er door de ontdekking van extra voorraden fossiele grondstoffen (steenkool, aardgas, schaliegas, olie uit diepzee en Noordpool, teerzanden) steeds weer energievoorraden bij. Aan de andere kant worden andere, CO₂-neutrale energiebronnen door het gebrek aan klimaatafspraken en het niet beprijzen van de CO₂-uitstoot weinig gestimuleerd. De energie-efficiency wordt in alle sectoren weliswaar groter, maar door de volumegroei neemt de CO₂-uitstoot toch toe.

Om in de groeiende energiebehoefte te voorzien worden er in de eerste helft van de eeuw in Nederland veel nieuwe elektriciteitscentrales gebouwd. Hierbij gaat het vooral om kolencentrales en ook om een aantal 'inherent veilige' kerncentrales. Om het hele jaar door van koelwater verzekerd te zijn worden nieuwe centrales aan

de Noordzee, de Waddenzee en het IJsselmeer gebouwd (Bruggink 2005). Aan het einde van de eeuw wordt er vanwege de toenemende schaarste aan fossiele brandstoffen en de prijsverhogingen die daarmee gepaard gaan in alle sectoren van de samenleving meer geïnvesteerd in zuinig en schoon energieverbruik en gaat hernieuwbare energie (wind, zon) een grotere rol spelen.

Drink- en proceswater

De combinatie van grote klimaatverandering en sterke bevolkingsgroei brengt met zich mee dat de vraag naar drinkwater sterk toeneemt. Consumenten gebruiken dit water voor steeds meer doeleinden. De vraag naar betrouwbaar proceswater stijgt ook, maar wel minder snel. Weliswaar is er sprake van hoge economische groei, maar de industrie – de grootste gebruiker van proceswater – groeit, zoals gezegd, minder hard dan andere sectoren (zie ook Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden 2011b). De grootste afnemers (chemie, raffinaderijen) bevinden zich in het havenindustriële complex.

3.5 Effecten op waterveiligheid, wateroverlast en zoetwatervoorziening

In STOOM neemt de behoefte aan bescherming tegen overstromingen en wateroverlast het sterkst toe van alle scenario's. Door de zeespiegelstijging en de sterke groei van de bevolking en de kapitaalgoederen in de stedelijke gebieden worden niet alleen de kansen op overstromingen, wateroverlast en droogtes groter, maar ook de gevolgen ervan (Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden 2011d). Daarnaast worden de steden gevoeliger voor wateroverlast doordat de flexibiliteit wat betreft de grond- en oppervlaktewaterpeilen afneemt. Door de gespreide bebouwing raken laaggeleden gebieden die aan het begin van de eeuw nog onbebouwd zijn (IJsselmeerpolders, Zuidwest-Nederland, Noord-Holland) ook bebouwd, wat een grotere behoefte aan bescherming met zich meebrengt.

De gespreide verstedelijking stelt steeds hogere eisen aan de ontwatering en aan vaste grond- en oppervlaktewaterpeilen. In de natte perioden, die steeds vaker voorkomen, moet veel water snel worden weggepompt (vooral in de kustgebieden), en in droge perioden (vooral in de zomer) moet juist veel water worden toegevoerd. De toenemende verwevenheid van de bebouwing met stedelijk groen stelt hogere eisen aan de waterkwaliteit (laag zoutgehalte). Bovendien wordt de regulering van de waterkwaliteit ingewikkelder. Er is niet alleen meer oppervlaktewater nodig voor de landbouw en de verkoeling van de steden in perioden van droogte, maar

ook een meer fijnmazige regulering. Het wordt in dit scenario dan ook steeds moeilijker om permanent aan de zoetwatervraag te voldoen (Deltaprogramma Zuidwestelijke Delta 2011).

De behoefte aan een betrouwbare zoetwatervoorziening in de landbouw neemt door de extremere weersituaties sterk toe, ook al krimpt het landbouwareaal als gevolg van de verstedelijking en al is de sector bereid om zelf maatregelen te nemen om de afhankelijkheid van water te verkleinen. Dit leidt vaker tot leveringsproblemen (Deltares 2012). Door de bodemdaling neemt de zoute kwel in laaggelegen West- en Noord-Nederland sterk toe (Deltares 2012). De behoefte aan doorspoeling met zoet water stijgt sterk, vooral in droge zomers. Dit levert een groot knelpunt op, omdat dit water in de zomer veelal niet beschikbaar is.

De rivierwaterafvoer gaat meer variëren. De economische groei leidt ook in het rivierenland tot meer verstedelijking, die een betere bescherming tegen overstromingen vergt. Door de gevolgen van de klimaatverandering (smeltend ijs, extreme regenval) komen extreem hoge rivierafvoeren steeds vaker voor. Bovendien bereiken zij sneller Nederland. Bovenstrooms in de buurlanden neemt het gebruik van zoet water toe door de intensivering van de landbouw en de voortgaande verstedelijking. Dit brengt met zich mee dat in de vaker optredende droogteperiodes veel zoet water aan de rivieren wordt onttrokken en dat er minder water over de grens komt. Dit maakt de binnenscheepvaart minder betrouwbaar en de transportkosten hoger. Tot 2050 krijgen bestaande elektriciteitscentrales vaker met een gebrek aan koelwater te maken; daarna wordt dit minder omdat nieuwe centrales aan de Noordzee, de Waddenzee en het IJsselmeer verschijnen.

De kleinere maar krachtigere overheid, die door de privatisering, de deregulering en de decentralisatie ontstaat, bevordert een effectiever en efficiënter overheidsbeleid. Daarnaast stelt dit de overheid in staat om sneller en beter op initiatieven van de markt in te spelen. Dit is bevorderlijk voor de ontwikkeling en uitvoering van strategieën voor waterveiligheid en zoetwatervoorziening. Hiertegenover staat dat vergaande decentralisatie tot lange onderhandelingen en trage besluitvorming kan leiden wanneer een publiek goed de grenzen van een overheid overschrijdt (zie ook Kuiper & Evers 2011). Daarnaast kan vergaande privatisering suboptimale uitkomsten opleveren wanneer bedrijven en burgers weinig of geen initiatieven nemen. Hierdoor kunnen de strategieontwikkeling en -uitvoering juist worden belemmerd.

RUST

4.1 Verhaallijn in het kort

In RUST gaan een lage economische groei en bevolkingsgroei samen met een geringe klimaatverandering. De lage groei brengt een relatief kleine uitstoot van broeikasgassen met zich mee. Omdat de extra inspanningen die moeten worden geleverd beperkt zijn, is het betrekkelijk gemakkelijk om mondiale klimaatafspraken te maken. Deze bevorderen de ontwikkeling van nieuwe energie- en milieutechnologie, die op haar beurt transities naar duurzame regionale economieën mogelijk maakt. Als gevolg hiervan blijft de temperatuurstijging in dit scenario beperkt.

Doordat Nederland de concurrentie met het buitenland niet goed aankan, is de economische groei lager dan in de Europese Unie en de rest van de wereld. De bevolkingsomvang stabiliseert zich in de eerste helft van de eeuw en krimpt daarna zelfs. De functies van de Rotterdamse haven beperken zich tot de Noordwest-Europese regio, die aan belang inboet. Het gebruik van fossiele brandstoffen neemt af en de biobased economy krijgt gestalte. De zeespiegelstijging in de Noordzee en de veranderingen in het neerslagpatroon en de rivierafvoeren blijven beperkt. Vooral op Europees en nationaal niveau ontwikkelen zich sterke overheden. In dit scenario groeit de behoefte aan bescherming tegen overstromingen en wateroverlast nauwelijks. De zoetwaterbehoefte van de landbouw en de natuur neemt toe, vooral vanwege de stijgende verdamping als gevolg van de klimaatverandering. De bodemdaling in de veengebieden blijft beperkt. De rivierafvoeren variëren aan het einde van de eeuw niet veel meer dan aan het begin. Dit levert geen grote problemen op voor de binnenscheepvaart of de elektriciteitsvoorziening (koelwater).

4.2 Mondiale en Europese ontwikkelingen

In RUST slaagt de WHO er niet in om de wereldhandel te liberaliseren. Er zijn namelijk veel landen die hun afhankelijkheid van voedsel en grondstoffen uit andere delen van de wereld willen beperken. Op deze manier proberen zij de leveringszekerheid te vergroten. De internationale handel gaat zich dan ook steeds meer binnen handelsblokken, zoals de EU, concentreren (zie ook Van Vuuren et al. 2011). Na 2050 is er zelfs sprake van het uiteenvallen van de wereldhandel. Als gevolg hiervan blijft een verdere mondialisering uit en blijft de economische groei in de wereld laag.

Door de sterke regionalisering die in dit scenario optreedt, wordt de productie binnen de handelsblokken belangrijker dan die voor de wereldmarkt. Dit brengt een vermindering van de goederenstromen met zich mee, zowel van grondstoffen als van halffabricaten en eindproducten (zie ook Port of Rotterdam 2010). Doordat de handelsliberalisering achterwege blijft gaat de landbouw eveneens steeds meer voor de eigen regio produceren. Tot 2050 groeit de wereldbevolking in dit scenario beperkt; in de tweede helft treedt er krimp op. Dat komt vooral door een aantal epidemieën en oorlogen, die de bevolking van Afrika hard treffen. Vanwege de zojuist genoemde ontwikkelingen is het bbp per hoofd van de bevolking in 2050 anderhalf keer zo groot als aan het begin van de eeuw en in 2100 bijna vier keer zo groot (CPB 2012).

De lage economische groei en het schaarser worden van de fossiele brandstoffen brengen met zich mee dat er in scenario RUST relatief weinig broeikasgassen worden uitgestoten. Hieraan draagt bij dat de Zuidoost-Aziatische landen, die het voortouw nemen in de vergroening van de economie, op extra maatregelen tegen klimaatverandering aandringen. Vanaf 2020 worden nieuwe mondiale klimaatafspraken gemaakt. Dit gebeurt vooral via afspraken over het vastleggen van CO₂ in bossen en over ondergrondse CO₂-opslag. In een aantal opeenvolgende ronden worden de afspraken steeds verder aangescherpt (zie ook Manders & Tol 2003).

Er breekt weinig nieuwe technologie door (Römgens 2011). Wel wordt in het Zuidoost-Aziatische handelsblok het meest voortvarend hernieuwbare energie toegepast, waardoor de kostprijs daalt. Als gevolg hiervan en van de zojuist genoemde ontwikkelingen, vindt er in Europa en in de meeste andere handelsblokken een transitie plaats naar een koolstofarme energievoorziening. Hierbij neemt hernieuwbare energie grotendeels de rol van de fossiele brandstoffen over. Vooral zonne-, wind- en getijdenenergie gaan een voorname rol spelen, maar er wordt ook steeds meer gebruikgemaakt van bio-energie uit snel groeiende gewassen, zoals bamboe (Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden 2011d).

De transities van de handelsblokken naar groene economieën dragen er toe bij dat de CO₂-uitstoot vooral in de tweede helft van de eeuw op mondiaal niveau sterk wordt beperkt. Daar komt bij dat de klimaatgevoeligheid in dit scenario relatief klein is. Als gevolg hiervan blijft de mondiale temperatuurstijging beperkt tot 1°C in 2050 en tot 2°C in 2100 (Deltares & PBL 2011; KNMI 2006, 2012).

In de EU is ook sprake van een lage economische groei en een bevolkingsomvang die na 2050 krimpt. De uitbreiding van de EU blijft beperkt, waardoor de interne markt weinig groter wordt. Mede hierdoor is de economische groei in Europa lager dan de mondiale groei en wordt Noordwest-Europa minder belangrijk als economisch kerngebied (IGEAT et al. 2006). Brussel zet weliswaar in op economisch herstel, maar wil tegelijk een vergroening van de economie bereiken. De EU vergroot daarom haar ambities wat betreft het energie-, milieu-, natuur- en waterbeleid. Zo worden voor 2050 de belastingen van de lidstaten op brandstoffen geharmoniseerd en de Europese emissierechten steeds verder verlaagd (Bruggink 2005). Na 2050 wordt het beleid verder aangescherpt. De landbouwsubsidies verschuiven van landbouwproductie naar plattelandsontwikkeling en er worden hogere milieueisen gesteld. Verder gaat de EU strenger toezien op de implementatie van haar beleid door de lidstaten en de regio's.

4.3 Nationale en regionale ontwikkelingen

In RUST is de economisch groei van Nederland bescheiden: in 2050 is het bbp per hoofd van de bevolking anderhalf keer zo groot als in het begin van de eeuw en in 2100 drie keer zo groot (CPB 2012). Belangrijke oorzaken hiervan zijn dat de economie van Nederland minder innovatief en concurrerend wordt, er minder in Nederland wordt geïnvesteerd en er zich minder buitenlandse bedrijven vestigen (Deltaprogramma Rivieren 2011). Er gebeurt eerder het omgekeerde: bedrijven verplaatsen hun activiteiten naar het buitenland. Mede als gevolg hiervan is de economische groei in Nederland lager dan in de rest van Europa en in de andere handelsblokken. Door de stagnerende wereldhandel neemt het goederen- en personenvervoer af (zie ook Port of Rotterdam 2011). De Rotterdamse haven verliest zijn functie als wereldhaven, maar blijft als regionale haven voor Noordwest-Europa nog wel van belang (Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden 2011b). Een vergelijkbaar verhaal geldt voor de luchthaven Schiphol. De huidige greenports weten zich tot 2050 te handhaven, maar boeten daarna aan belang in. Dit geldt ook voor de brainport Eindhoven.

Door de lage groei van de nationale economie emigreert een deel van de bevolking – vooral kenniswerkers – naar de economisch meer interessante regio's in Europa en de andere handelsblokken. Dit heeft tot gevolg dat de bevolkingsomvang tot 2020 ongeveer stabiel blijft en dat zij daarna zelfs krimpt (PBL 2011). In de eerste helft van de eeuw gebeurt dit vooral in de dorpen binnen de perifere delen van Nederland, zoals Oost-Groningen, Zeeuws-Vlaanderen en Limburg. Maar in de tweede helft treft deze ontwikkeling ook de steden die minder werk en voorzieningen bieden, ook binnen de Randstad. In 2050 telt Nederland nog 15 miljoen inwoners, maar in 2100 nog slechts 12 miljoen (CPB 2012). Als gevolg hiervan vergrijsst de bevolking sterk, vooral in de tweede helft van de eeuw.

In Nederland stijgen de temperaturen, net als in West-Europa, iets meer dan mondiaal. Bij een mondiale temperatuurstijging van 1°C tot 2050 en 2°C tot 2100 stijgt de zeespiegel van de Noordzee achtereenvolgens met 15 en 35 centimeter. Daarnaast verandert het neerslagpatroon iets (KNMI 2012). Doordat de jaar-op-jaar variabiliteit van de zomerse temperaturen toeneemt, stijgt de kans op zomerse hittestormen en langere droogteperiodes iets. Dit laatste gebeurt vooral, omdat in de zomer de beperkte toename van de verdamping het wint van de eveneens beperkte toename van de neerslag. In de winter neemt de jaar-op-jaar variabiliteit juist wat af, wat een iets milder klimaat oplevert. Tot 2050 blijft de verandering beperkt, maar daarna wordt zij groter, vooral

in de late zomer en in de herfst. De toename van de extreme neerslag in het kustgebied zet zich dan voort, waardoor er in dit opzicht een groter verschil optreedt tussen het kustgebied en het binnenland.

De rivierwaterafvoeren variëren in het scenario RUST niet veel meer dan nu het geval is. Omdat het neerslagklimaat in het Rijnstroomgebied weinig verandert, blijven de maximale afvoeren beperkt tot 15.000 kubieke meter per seconde in 2050 en 16.000 kubieke meter in 2100 (Te Linde 2012). Hierbij is verondersteld dat er afvlakking optreedt als gevolg van overstromingen in Duitsland. In de zomer en in het voorjaar zal er iets vaker dan in het begin van de eeuw sprake zijn van extreem laag water.

Naast economische, sociale en klimatologische ontwikkelingen zijn institutionele ontwikkelingen belangrijk voor de waterveiligheid, de vermindering van de wateroverlast en de zoetwatervoorziening. Na de decentralisatie-, deregulerings- en liberaliseringsoperaties in het begin van de eeuw wordt de overheid de komende decennia opnieuw hervormd. Het Rijk trekt nu met het oog op de vergroening van de economie juist meer taken en bevoegdheden naar zich toe en gaat op dit vlak meer ambities tonen. Dit neemt niet weg dat er ook taken en bevoegdheden bij de provincies, de waterschappen en de gemeenten blijven (zie ook RPB 2003). Daarnaast wordt de samenwerking tussen de overheidslagen geïntensiveerd en gevarieerd. Bij elk beleidsvraagstuk bepalen de overheden welk schaalniveau het meest geschikt is om het vraagstuk aan te pakken en het beleid te coördineren.

Na verloop van tijd gaan overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties steeds meer wisselende coalities aan. De coalities variëren per beleidsvraagstuk. Als gevolg hiervan lopen de bestuurlijke verhoudingen per regio uiteen. De betrokken partijen tonen veel bereidheid om hun verantwoordelijkheid te nemen bij het realiseren van publieke goederen. Doordat bedrijven, maatschappelijke organisaties en burgers actiever bij het overheidsbeleid worden betrokken wint het beleid aan legitimiteit.

4.4 Ontwikkelingen in sectoren

Verstedelijking

In RUST is de verstedelijking erg gematigd; er treedt zelfs krimp op. Door de lage economische groei en de lage bevolkingsgroei die in krimp omslaat loopt de werkgelegenheid terug. Waar dit het sterkst het geval is, treedt stagnatie op in de vraag naar bedrijfslocaties en woningen. Uiteindelijk ontstaat er leegstand van bedrijfspanden en woningen en treedt er ontvolking op van kleinere dorpen en minder aantrekkelijke stadswijken. Tot 2050 gebeurt dit vooral in de kleinere steden en

dorpen in de perifere delen van het land. Steden zonder kenniscentra lopen dan leeg en krijgen te maken met een sterke vergrijzing. Het platteland loopt eveneens leeg, omdat dat in een negatieve spiraal terechtkomt: voorzieningen zoals winkels, openbaar vervoer en zorg verdwijnen omdat het aantal mensen afneemt. Dit heeft op zijn beurt tot gevolg dat het aantal mensen verder terugloopt.

De aantrekkelijke steden verspreid over het land weten zich tot 2050 te handhaven. Dit zijn steden die over relatief goede voorzieningen beschikken en waarin de werkgelegenheid binnen sommige sectoren op peil blijft. Denk aan Amsterdam, Den Haag, Utrecht, Eindhoven, Nijmegen en Enschede. Steden met een historische kern, zoals Zutphen en Deventer, blijven eveneens vitaal, omdat zij aantrekkelijk zijn voor recreatie. Een stad als Apeldoorn ontwikkelt zich tot een zorgstad voor meer welgestelden. Na 2050 krijgen ook de steden steeds meer met krimp te maken. Dit geldt vooral voor Rotterdam, waar de economische betekenis van de havens afneemt. Binnen de steden begint de leegloop in de wijken uit de jaren vijftig en zestig en later ook in de wijken uit de jaren zeventig van de vorige eeuw. In de steden zonder kenniscentra die geen geld hebben voor renovatie of afbraak, verpauperen deze wijken. In de steden met kenniscentra en daardoor meer financiële mogelijkheden, wordt de ruimte in deze wijken hergebruikt voor wonen, werken en groen (parken, recreatiegebieden en volkstuinen), waardoor het vestigingsklimaat verbetert. Het stedelijk gebied krijgt hierdoor vooral een ander karakter. Zo worden de overgangszones tussen stedelijke en landelijke gebieden groter. De druk op de grond wordt minder en de grondprijzen gaan omlaag.

Door de lage economische groei en bevolkingsgroei en door de geringe verstedelijking hoeft er tot 2050 weinig infrastructuur te worden bijgebouwd. Aanvankelijk neemt de mobiliteit nog wel toe, maar na verloop van jaren neemt die af waardoor zij in 2040 nog maar 5 procent boven het huidige niveau ligt (PBL 2011). Na 2050 raakt het wegennet op allerlei locaties overgedimensioneerd. De hoofdroutes die de belangrijkste steden met elkaar en met het buitenland verbinden blijven goed onderhouden en beheerd. Maar buiten de hoofdroutes is dit minder, omdat onderhoud en beheer te duur worden. Transport via water en per spoor wordt relatief belangrijker.

Landbouw

Door de beperkte groei van de wereldhandel wordt de internationale agro-logistiek minder belangrijk. Het principe *local for local* wordt steeds belangrijker. Vernieuwingen binnen de landbouw worden dan ook meer gericht op lokale en regionale productie, dicht bij de consumenten en met kortere ketens. Hierdoor neemt de afhankelijkheid van de import van grondstoffen af.

Het areaal aan landbouwgrond daalt relatief weinig. Hoewel de internationale concurrentiekracht en het innovatievermogen minder worden blijft de grondgebonden landbouw gebruikmaken van de beschikbare grond. Bovendien blijft de ruimtedruk gering door de lage economische groei, de bevolkingskrimp en de beperkte verstedelijking en ontstaan er kansen voor verbrede landbouw. Doordat het landbouwareaal maar weinig daalt en er niet veel extremere weersomstandigheden optreden, verschillen de gewassen die worden verbouwd niet veel van de huidige. De landbouw handhaaft zich op de goede gronden en krijgt een minder intensief en een meer grootschalig karakter. Hierdoor worden de kosten gedrukt. Door de stijgende energieprijzen en de afnemende concurrentiekracht op de wereldmarkt moeten de intensieve veehouderijen krimpen. Dit geldt zowel voor de grondgebonden als voor de niet-grondgebonden bedrijven. De grondgebonden veehouderijen krijgen regionaal meer kansen doordat zij zich sterker op de regionale markt en de markt van Noordwest-Europa gaan richten. De hoogwaardige landbouw, zoals de glastuinbouw en de vollegrondstuinbouw, blijft intensief. De toenemende energieprijzen maken de glastuinbouw wel minder rendabel.

De druk op het watersysteem neemt door de beperkte klimaatverandering maar weinig toe. Dit neemt niet weg dat de landbouw wat betreft het watersysteem flexibeler wordt (Polman et al. 2012). Als onderdeel van de verbrede landbouw worden gronden op sommige locaties gebruikt om water vast te houden met het oog op droge perioden. Na 2050 treedt lokaal als gevolg van de zeespiegelstijging meer verzilting op. Dit gebeurt vooral in Zeeland. Doordat binnen scenario RUST in de veenweidegebieden landbouw bedreven blijft worden, gaat de bodemdaling in deze gebieden verder. Ondanks dat het principe 'peil volgt functie' voorop blijft staan, beperkt de bodemdaling zich tot 100 centimeter in 2100. Dat komt omdat de temperatuurstijging tot dat jaar niet meer dan 2°C bedraagt. Bovendien vindt er door de lage economische groei en de bevolkingskrimp nauwelijks bebouwing in de veenweidegebieden plaats, ook niet binnen de Randstad. In gebieden die erg kwetsbaar zijn voor bodemdaling wordt de landbouw minder intensief (kleinere machines, minder vaak maaien) en krijgt agrarische natuur meer kans.

Natuur

Door de lage economische groei zijn er relatief weinig publieke en private middelen beschikbaar om in natuurbehoud of ontwikkeling te investeren. Voor de tweede helft van de eeuw geldt dit nog meer dan voor de eerste helft. Dit neemt niet weg dat de middelen toenemen ten opzichte van de huidige situatie. Omdat overheden bezuinigen op het beheer van bestaande

natuurgebieden die minder worden bezocht, raken deze gebieden, die momenteel een open karakter hebben, bebost.

Het natuurbesluit wordt minder sturend en meer volgend dan het huidige beleid. Natuurontwikkeling is vooral gericht op ecosystemendiensten voor de landbouw. Hierdoor wordt de overgang tussen natuur en landbouw op de landbouwgrond in de buurt van de natuurgebieden gerealiseerd. Op deze locaties ontstaan minder intensieve en meer verbrede vormen van landbouw, waarbij vaak sprake is van agrarisch natuurbeheer. Dit wordt financieel gesteund door het Gemeenschappelijke Landbouwbeleid van de EU. Waar verdere schaalvergroting van de landbouw plaatsvindt, verdwijnt natuur, bijvoorbeeld de overhoeken van de graslanden.

In de stedelijke kernen verspreid over Nederland wordt het stedelijke groen uitgebreid. In wijken die worden aangelegd of geherstructureerd krijgen groen en water meer ruimte. Dit is bedoeld om de woonomgeving aantrekkelijker te maken, maar maakt ook de kwetsbaarheid voor grond- en oppervlaktewaterpeilen kleiner. Door de inrichting of herinrichting van de wijken wordt de link tussen de steden en de groengebieden versterkt.

Scheepvaart

Zoals gezegd, verliest de Rotterdamse haven in dit scenario zijn functie als wereldhaven vanwege de afname van het goederenvervoer, wat op zijn beurt wordt veroorzaakt door het stagneren van de mondiale economie en de wereldhandel (zie ook Port of Rotterdam 2011). Deze neergaande trend wordt versterkt doordat de betekenis van Noordwest Europa als economisch kerngebied afneemt (zie ook IGEAT et al. 2006). Als regionale haven voor Noordwest-Europa blijft zij nog wel van belang (Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden 2011b). Vanwege de lagere kosten en de kleinere milieubelasting wordt het transport via water en per spoor wel belangrijker ten opzichte van het transport via de weg.

Tot 2050 nemen de totale overslagvolumes in de zeehavens toe, maar na 2050 worden de havens met krimp geconfronteerd (Van Dorsser 2012). De petrochemische industrie gaat in eerste instantie over op LNG als grondstof en later vooral op de duurzame productie van biobrandstoffen en bioplastics. Rotterdam ontwikkelt zich tot een regionale gasrotonde. Deze trend brengt de aanvoer van een groter aantal kleinere volumes met zich mee. Doordat de zware energie naar de bron verschuift neemt het aandeel bulkgoederen in het transport gestaag af. Door de beperkte groei van het diepzeecontainervervoer, de goede bereikbaarheid van de zeehavens en de efficiënte en duurzame achterlandverbindingen weet Rotterdam zijn positie binnen de regio Le Havre-Hamburg te versterken. De nieuwe achterlandterminals, de

verbetering van de kwaliteit van het vaarwegennet en de rivierwater-afvoeren die weinig veranderen spelen hierbij een voorname rol. De binnenscheepvaart weet zijn positie in de doorvoer van goederen ten opzichte van de weg en het spoor te versterken. Dit geldt vooral voor het aandeel in het diepzeecontainervervoer. Daarnaast versterkt zijn positie in het continentale containervervoer.

Energievoorziening

Door de klimaatafspraken die binnen de EU worden gemaakt wordt er, ondanks de lage economische groei, toch veel in nieuwe energietechnologie geïnvesteerd. In de komende decennia worden er nog enkele nieuwe elektriciteitscentrales bij gebouwd, vooral gascentrales. Kolen- en kerncentrales worden afgebouwd. Omdat het Nederlandse gas opraakt en de gasprijzen vanwege de toenemende schaarste hard stijgen, wordt er daarna sterk ingezet op hernieuwbare energiebronnen. Hierbij gaat het vooral om wind-, zonne-, getijde- en membraamenergie en geothermische energie (Van Dorsser 2012). Met het oog hierop wordt het onderliggende energienetwerk verbeterd. Daarnaast wordt er veel geïnvesteerd in een schoner en efficiënter energieverbruik in transport, industrie, landbouw, woningen en dergelijke. Zoals gezegd, vindt in RUST nog voor 2050 een wereldwijde transitie plaats naar een koolstofarme energievoorziening, waarin hernieuwbare energie een dominante rol speelt. Belangrijke drijvende krachten achter de transitie zijn de stijgende prijzen van de fossiele brandstoffen, de mondiale klimaatafspraken en het Europese energiebeleid dat hernieuwbare energie actief gaat stimuleren. Door de transitie dalen de energieprijzen relatief; zij vormen geen belemmering voor de verdere vergroening van de economie.

Drink- en proceswater

Binnen het scenario RUST blijft de vraag naar drink- en proceswater in de periode tot 2050 vrij stabiel. In de periode na 2050 daalt de vraag naar drink- en proceswater als gevolg van de bevolkingskrimp, de beperkte economische groei en de inzet van waterbesparende technieken in de industriële en de huishoudelijke waterketen. Hierbij speelt ook een rol dat de industrie nog minder hard groeit dan de andere economische sectoren (zie ook Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden 2011b).

4.5 Effecten op waterveiligheid, wateroverlast en zoetwatervoorziening

In RUST neemt de behoefte aan bescherming tegen overstromingen en wateroverlast niet toe door de daling van de bevolking en de lage groei van de economie. Er is

voldoende grond beschikbaar om voor waterkeringen te reserveren en de grondprijzen zijn relatief laag. Door de krimpende steden wordt er nauwelijks in kwetsbare gebieden gebouwd, bijvoorbeeld dicht bij grote rivieren. Hoewel de klimaatverandering beperkt blijft en geen grote problemen veroorzaakt, neemt het overstromingsrisico door incidentele hoogwaterstanden wel iets toe.

De waterbehoefte van de landbouw en de natuur stijgt iets. Dit wordt vooral veroorzaakt door de verdamping die als gevolg van de klimaatverandering groter wordt (Deltares 2012). Daarnaast nemen de totale arealen aan natuurgebieden wat toe. Voor de landbouw staat hier tegenover dat de technologische ontwikkeling en de veranderingen in gewassen de toename van de zoetwaterbehoefte beperken. De bodemdaling in de veengebieden blijft door het aangepaste grondgebruik beperkt. De verzilting in laaggelegen West- en Noord-Nederland neemt iets toe. De behoefte aan doorspoeling met zoet water wordt minder doordat de landbouw minder direct afhankelijk wordt van zoet oppervlaktewater en van een sterke peilregulering.

In RUST variëren de rivierafvoeren aan het einde van de eeuw niet veel meer dan aan het begin (Deltares 2012). Wel nemen de gemiddelde en de extreme afvoeren in de winter toe. In de stroomgebieden van de Rijn en de Maas vindt geen sterke economische groei plaats. Hierdoor blijft extra bescherming tegen overstromingen in bovenstroomse gebieden in de buurlanden achterwege. Als gevolg hiervan zullen extreme rivierafvoeren vaker afgevlakt worden en Nederland minder gemakkelijk bereiken. In de bovenstroomse gebieden in de buurlanden stijgt het zoetwatergebruik weinig, onder meer door een efficiënter omgang met zoet water in stad en land. Hierdoor kunnen droogteperiodes, die maar beperkt toenemen, goed worden opgevangen en nemen de extremen in de lage rivierafvoeren weinig toe. Voor de binnenscheepvaart brengt dit, mede door de innovaties die worden doorgevoerd, geen grote problemen met zich mee.

De institutionele veranderingen leiden er toe dat publieke goederen relatief efficiënt en effectief kunnen worden gerealiseerd. Hier is de samenwerking op maat tussen overheden, maatschappelijke organisaties en bedrijfsleven debet aan, evenals de actieve rol die overheden spelen bij het realiseren van deze goederen in gevallen waarin zich coördinatieproblemen voordoen (Kuiper & Evers 2011). Wel kunnen door het veelvuldige overleg dat voor de coalitievorming nodig is hoge transactiekosten optreden.

WARM

5.1 Verhaallijn in het kort

In het scenario WARM gaat een lage economische groei binnen de handelsblokken gepaard met een hoge mondiale bevolkingsgroei en een grote klimaatverandering. Er worden geen mondiale klimaatafspraken gemaakt en er wordt wereldwijd weinig in nieuwe energietechnologie geïnvesteerd. Als gevolg hiervan blijven fossiele brandstoffen een belangrijke rol spelen en wordt er veel CO₂ uitgestoten.

Doordat Nederland de boot van de kenniseconomie grotendeels mist, is de economische groei er lager dan in de omringende landen. Mede hierdoor krimpt de bevolkingsomvang uiteindelijk. De Rotterdamse haven en de luchthaven Schiphol hebben aan het einde van de eeuw nog slechts een regionale functie binnen Europa. Nederland blijft voornamelijk gebruik maken van fossiele brandstoffen. Door de lage economische groei en de bevolkingskrimp vindt verpaupering van steden plaats en lopen er dorpen leeg. De landbouw stagneert en gaat achterlopen op die in het buitenland. Als gevolg hiervan ontstaat er meer ruimte voor natuur. De zeespiegel van de Noordzee stijgt sterk en de neerslagpatronen en de rivierafvoeren zijn aan grote veranderingen onderhevig. In haar pogingen om de economie te stimuleren trekt de Rijksoverheid taken en bevoegdheden naar zich toe.

In WARM neemt de behoefte aan bescherming tegen overstromingen en wateroverlast nauwelijks toe door de lage economische groei en de bevolkingskrimp. Plaatselijk neemt de behoefte van de landbouw aan een betrouwbare zoetwatervoorziening wel toe. Op de locaties in de veengebieden die nog als landbouwgrond in gebruik zijn, daalt de bodem vergaand en

raakt deze uiteindelijk buiten gebruik. De rivierafvoeren variëren sterk als gevolg van de klimaatverandering. Door de droger wordende zomers kunnen de rivieren niet altijd meer worden bevaren.

5.2 Mondiale en Europese ontwikkelingen

In WARM slaagt de WHO er in de periode tot 2050 niet in om de wereldhandel te liberaliseren; daarna lukt het evenmin. Door het afnemende gevoel van veiligheid en vertrouwen in de internationale betrekkingen steken protectionisme en rivaliteit tussen de handelsblokken de kop op en lukt het niet om afspraken over een vrijere wereldhandel te maken (zie ook Clingendael & PBL 2009). Het gevolg is een stagnerende mondialisering en een lage groei van de wereldeconomie (zie ook Van Vuuren et al. 2012).

De opkomende economieën, waaronder China, Turkije en Mexico, groeien relatief het hardst, maar ook in deze landen blijft de groei bescheiden. De mondiale handelsstromen nemen dan ook maar weinig toe. Hierbij speelt ook een rol dat de mondiale voedselproductie minder vrij wordt en dat de transportkosten door de stijgende brandstofprijzen hoger worden. Door de lage economische groei en ondanks de hogere voedselprijzen neemt de wereldbevolking verder toe. Vooral in armere landen met een lage scholingsgraad is de vruchtbaarheid hoog en wordt de bevolkingssterfte, die eveneens hoog

is, ruimschoots gecompenseerd. Door de lage economische groei is het bbp per hoofd van de bevolking in 2050 anderhalf keer zo hoog als aan het begin van de eeuw en in 2100 vier keer zo hoog (CPB 2012).

Er worden geen wereldwijde afspraken gemaakt over het verder beperken van de klimaatverandering. Door de vertroebeelde internationale betrekkingen en de rivaliteit tussen de handelsblokken verdwijnen mondiale milieuvraagstukken nagenoeg van de politieke agenda.

Daarnaast worden internationale organisaties zoals de Verenigde Naties niet gemoderniseerd (zie ook Biermann 2012). Dit leidt er toe dat zij door veel landen, vooral door de opkomende economieën, worden genegeerd. Voor zover landen dat nodig vinden maken zij bilaterale en multilaterale afspraken om grensoverschrijdende milieuproblemen aan te pakken.

Door het uitblijven van mondiale klimaatafspraken en van investeringen in de energietechnologie blijven fossiele brandstoffen tot ver in deze eeuw dominant (Van Vuuren et al. 2011). De brandstofprijzen stijgen tot 2050 relatief nog niet zo hard, omdat er meer gebruik wordt gemaakt van moeilijk winbare kolen-, olie- en gasvoorraden (Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden 2011a). Het gedeeltelijk smelten van de ijskap van de Noordpool helpt hierbij. Maar na 2050 lopen de energieprijzen alsnog hoog op door de toenemende schaarste. Zij gaan hierdoor een steeds grotere bottleneck vormen voor de economische groei. Het energieverbruik wordt voor 2050 al zuiniger, maar de transitie naar hernieuwbare energie en energie uit biomassa vindt pas tegen 2100 plaats.

De zojuist geschetste ontwikkelingen hebben als resultaat dat de CO₂-uitstoot in WARM blijft toenemen. Daarnaast is de klimaatgevoeligheid binnen dit scenario groot. Als gevolg hiervan stijgt de mondiale temperatuur tot 2050 met 2°C Celsius en tot 2100 met 4°C (IPCC 2006; KNMI 2006, 2012).

Europa slaagt er niet goed in om de mondiale concurrentie het hoofd te bieden. Dit wordt versterkt doordat de EU zich niet veel meer uitbreidt en de interne markt dus maar weinig groter wordt. Hierdoor is de economische groei er lager dan in de rest van de wereld. Het Noordwest-Europese kerngebied wordt kleiner en economische minder belangrijk ten opzichte van de rest van het continent (zie ook IGEAT et al. 2006). Een gevolg is dat hoogopgeleide mensen naar andere werelddelen emigreren. Doordat de lidstaten hun soevereiniteit meer vooropstellen en maatschappelijke organisaties en bedrijven meer waarde aan hun gevestigde belangen hechten, lukt het niet goed om institutionele hervormingen door te voeren (zie ook RPB 2003). Om de economie te stimuleren en de kosten voor het bedrijfsleven te verlagen, worden de ambities van het Europese energie-, milieu- en waterbeleid terug-

geschroefd. Bovendien worden allerlei taken en bevoegdheden aan de lidstaten en de regio's overgedragen.

5.3 Nationale en regionale ontwikkelingen

In scenario WARM kan Nederland de komende decennia de internationale concurrentie niet goed aan en mist het hierdoor grotendeels de boot van de kenniseconomie (Deltares & PBL 2011). Dit leidt er toe dat Nederland minder aantrekkelijk wordt voor buitenlandse investeerders en dat er economische bedrijvigheid naar het buitenland verdwijnt. Als gevolg hiervan valt de economische groei in Nederland lager uit dan in de rest van Europa. Door de stagnering van de wereldhandel neemt de economische betekenis van de Rotterdamse haven en van de luchthaven Schiphol af. Na 2050 spelen de verminderde bereikbaarheid van de zeehavens en de verminderde betrouwbaarheid van de achterlandverbindingen, beide gevolgen van de klimaatverandering, eveneens een rol. Tegen 2100 hebben de twee mainports voornamelijk nog een regionale functie binnen Europa (Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden 2011b). Doordat kennisintensieve bedrijven Nederland verlaten raken de brainports ook op hun retour. Het resultaat van deze ontwikkelingen is dat het bbp per hoofd van de bevolking in 2050 anderhalf keer zo hoog is als in het begin van de eeuw en in 2100 drie keer zo hoog (CPB 2012).

Doordat Nederland in WARM grotendeels de aansluiting bij de kenniseconomie mist ontstaat er een braindrain naar de opkomende economieën, wat weer een negatieve impact op de economische groei van het land heeft. Op deze manier komt Nederland in een neerwaartse spiraal terecht. Er treedt bevolkingskrimp op. Tot 2050 treft de krimp vooral de industriesteden en de kleinere dorpskernen in de perifere gebieden. Na 2050 treedt er ook krimp op in enkele grote steden van de Randstad. De bevolkingsomvang daalt tot 15 miljoen in 2050 en daarna verder tot 12 miljoen in 2100 (CPB 2012). Als gevolg van deze ontwikkelingen neemt de vergrijzing van de bevolking grote proporties aan. In WARM gaat Nederland, net als in STOOM, de gevolgen van de klimaatverandering duidelijk merken. Bij een toename van de gemiddelde wereldtemperatuur met 2°C tot 2050 en 4°C tot 2100 stijgt de zeespiegel van de Noordzee respectievelijk zo'n 35 en 85 centimeter. Daarnaast treden er meer extreme weersomstandigheden op. In de tropen ontstaan meer orkanen, waarbij een enkele 'afzwaaiër' in het najaar tot extreme stormen aan de kust kan leiden. Deze is soms

zelfs sterker dan een winterse storm. Tot 2050 tekent zich binnen Nederland een tweedeling af: in het kustgebied neemt het aandeel neerslag dat in hevige buien valt sterk toe, terwijl dit in het binnenland veel minder gebeurt. Na 2050 wordt het contrast groter, waardoor zich binnen een afstand van circa 60 kilometer uit de kust een scherpe klimaatgradiënt in een extreem neerslagklimaat aftekent (KNMI 2012).

Net als in STOOM worden de rivierwaterafvoeren in WARM ook vaker door extremen gekenmerkt. Door de veranderende neerslag in het Rijnstroomgebied moet er rekening worden gehouden met afvoeren van 16.000 kubieke meter per seconde in 2050 en 17.500 in 2100 (zie ook Te Linde 2012). Hierbij wordt verondersteld dat er bij een grotere afvoer een afvlakking optreedt door overstromingen in Duitsland. In de zomer en in het late voorjaar is er juist regelmatig sprake van extreem lage waterafvoer. Dit is vooral het gevolg van de verminderde hoeveelheid water die als sneeuw in de Alpen wordt opgeslagen. Na 2050 komt er eens per twee of drie jaar een neerslagtekort van meer dan 200 millimeter voor. Naast de zojuist genoemde ontwikkelingen zijn de veranderingen die in de institutionele verhoudingen optreden belangrijk voor de waterveiligheid, het tegengaan van wateroverlast en de zoetwatervoorziening. Binnen WARM trekt het Rijk in Nederland – in reactie op de economische crisis – meer taken en bevoegdheden naar zich toe. Het gaat hierbij niet alleen om taken en bevoegdheden van de EU maar ook om die van provincies en gemeenten. Daarnaast is er minder oog voor de uitvoering en de handhaving van het beleid (zie ook Clingendael & PBL 2009). Verder wordt er veel en langdurig overlegd, maar worden er weinig besluiten genomen. Het resultaat is dat het overheidsbeleid centralistisch en traag wordt, wat ten koste gaat van de daadkracht. Als gevolg hiervan ontstaat er (onbedoeld) meer manoeuvreerruimte voor andere overheden. Het afnemende vertrouwen bemoeilijkt de samenwerking tussen de overheden.

Het bedrijfsleven en de maatschappelijke organisaties krijgen eveneens meer manoeuvreerruimte. Hiertegenover staat dat zij de overheden als weinig transparant, slagvaardig en betrouwbaar ervaren. Dit leidt tot een juridisering van de relaties. Publiek-private samenwerking en particuliere initiatieven spelen in dit scenario daarom maar een bescheiden rol. Wel zoeken gevestigde belangenorganisaties en bedrijven samenwerking met lokale en regionale overheden om hun belangen te realiseren (zie ook RPB 2003). Burgergroepen laten geregeld hun protest horen en maken gebruik van hun hindermacht door te procederen.

5.4 Ontwikkelingen in sectoren

Verstedelijking

In WARM is de verstedelijking, net als in RUST, erg gematigd. De lage economische groei en de lage bevolkingsgroei die op korte termijn al omslaat in bevolkingskrimp zijn hier debet aan. Regio's met een teruglopende werkgelegenheid worden geconfronteerd met een afnemende vraag naar bedrijfspanden en woningen, wat tot leegstand en verpaupering leidt. Dit geldt vooral voor de kleinere dorpskernen binnen de perifere delen van Nederland. Maar ook steden in de Randstad die veel industriële activiteiten hebben, zoals Rotterdam en Drechtsteden, krijgen er mee te maken (zie ook PBL 2011).

In de regio's waar de werkgelegenheid zich staande weet te houden blijven nieuwe woningen en bedrijfspanden gebouwd worden. Zo kunnen Amsterdam, Utrecht en Eindhoven zich met hun kennisintensieve bedrijven, financiële dienstverlening en/of culturele voorzieningen, vrij goed handhaven. Dit neemt niet weg dat ook binnen deze steden in de oudere en minder aantrekkelijke stadswijken leegstand en verpaupering ontstaat. Sloop en herstructurering blijven meestal uit, omdat dit als te duur of als overbodig wordt beschouwd.

Waar er behoefte aan nieuwbouw van woningen en bedrijfspanden ontstaat, wordt er vaak aan de randen van de steden gebouwd. Dit is minder kostbaar dan herstructurering. Bovendien is de bereikbaarheid er groter (zie ook RPB 2003). De nieuwbouw vindt vaak verspreid en in lage dichtheden plaats. Als gevolg hiervan worden de overgangszones tussen stedelijke en landelijke gebieden groter en treedt er meer afwisseling op tussen wonen, werken en landbouw. Er ontstaan ook allerlei rommelzones. Doordat er weinig verdere verstedelijking optreedt en er regionaal zelfs sprake is van krimp dalen de grondprijzen en is er ruimte over voor landbouw en natuur.

Net als in RUST hoeft er door de geringe verstedelijking tot 2050 maar weinig infrastructuur bij te worden gebouwd. Door de bevolkingsdaling en de geringe economische groei neemt mobiliteit uiteindelijk af, waardoor het wegennet na 2050 op allerlei locaties overgedimensioneerd raakt. De hoofdroutes die de belangrijkste steden met elkaar en met het buitenland verbinden blijven onderhouden en beheerd. Daarbuiten is dit minder het geval, omdat onderhoud en beheer er naar verhouding te duur worden. In het openbaar vervoer wordt maar bescheiden geïnvesteerd.

Landbouw

Net als in STOOM heeft de klimaatverandering voornamelijk een gunstig effect op de landbouw, vooral na 2050 als die grotere vormen aanneemt. Weliswaar treden er dan meer droogteperioden op (zie hieronder),

maar hier staat tegenover dat de hogere temperatuur, het langere groeiseizoen en de hogere concentratie van kooldioxide in de lucht tot een grotere productie leiden. Door de hogere temperaturen en de veranderende neerslagpatronen treedt er een verschuiving van gewassen op. Zo wordt er na 2050 op beperkte schaal overgeschakeld op hoger renderende mediterrane gewassen en wijnbouw.

Door de lage groei van de wereldhandel wordt de internationale agro-logistiek minder belangrijk. De landbouw gaat zich minder op de mondiale markten richten en meer op die van Noordwest-Europa en de eigen regio. Hierdoor neemt de afhankelijkheid van de import van grondstoffen af. Tot 2050 stagneert de landbouwproductie in Nederland; daarna loopt de productie zelfs terug. Dit wordt vooral veroorzaakt door de afnemende concurrentiekracht van de grondgebonden landbouw en door de toenemende verzilting van landbouwgrond (zie hieronder). De intensieve veehouderijen krimpen als gevolg van de beperkte concurrentiekracht op de wereldmarkt en de stijgende energieprijzen. De intensieve landbouw (groenteteelt op open grond, boomteelt) weet zich wel te handhaven. De landbouw handhaaft zich op goede landbouwgronden, waar zij een meer grootschalig en extensief karakter krijgt.

De gunstige effecten van de klimaatverandering nemen niet weg dat er meer risico's op droogteschade ontstaan (Polman et al. 2012). De landbouw is immers gevoelig voor extreme weersituaties en kan zich maar beperkt aanpassen. Vooral op de zandgronden kan de beperkte beschikbaarheid van water knelpunten opleveren, zeker waar geen wateraanvoer mogelijk is of maar beperkt berekend kan worden. Daarnaast neemt in de Zuidwestelijke Delta, de kuststrook en de diepe droogmakerijen de verzilting toe. De landbouw rekent er in dit scenario op dat de overheid zorgt voor voldoende water om te beregenen. Wel stappen agrarische ondernemers over op minder kwetsbare gewassen. Daarnaast zijn ondernemers die zich op intensieve teelten richten bereid om meer voor zoet water te betalen. Door de temperatuurstijging daalt de bodem in de veenweidegebieden tot 2100 met ongeveer 135 centimeter. Het principe 'peil volgt functie' kan in WARM niet langer worden gehandhaafd. Dit brengt bij deze mate van bodemdaling namelijk hoge kosten met zich mee en die kunnen door de lage economische groei moeilijk worden gedragen. Er ontstaan hierdoor steeds meer veenweidegebieden die vernatten. Deze gebieden krijgen zowel een agrarische als een natuurwaarde. Melkveehouderij blijft er het belangrijkste landgebruik, maar die past zich wel aan, bijvoorbeeld door meer jongvee te laten grazen en door als nevenactiviteit bijvoorbeeld riet te gaan telen.

Natuur

In dit scenario is relatief weinig geld beschikbaar voor natuurontwikkeling. Dit geldt voor de periode na 2050 nog meer dan voor de periode ervoor. Maar dit betekent niet dat er weinig natuur bij komt. Door de klimaatverandering en doordat technische middelen onbetaalbaar worden verandert de bodemgesteldheid namelijk en wordt de landbouw in sommige regio's minder productief. Dit biedt agrarische ondernemers in deze regio's de mogelijkheid om natuur te ontwikkelen. Het gaat hierbij onder andere om landbouwgronden die verzilten, om laagveengebieden en kwelgebieden naast duinen en stuwwallen die vernatten en om beekdalen en rivieruiterwaarden die geregeld overstromen. In deze gebieden ontstaat voornamelijk moerasachtige landbouwnatuur. In de laagveengebieden, waar het waterpeil niet meer wordt verlaagd, komt weer veenvorming op gang. Hier wordt extensief beheer toegepast.

Rond de steden worden de nieuwe natuurgebieden ook ingericht voor medegebruik door mensen, voorbeeld voor allerlei vormen van openlucht recreatie. Omdat de hoeveelheid grond die geschikt is voor de landbouw door de verzilting afneemt, neemt het areaal natuur in dit scenario toe. Hierbij gaat het hoofdzakelijk om natuur die zich spontaan ontwikkelt, die niet altijd goed bereikbaar is voor mensen en die niet altijd een hoge belevingswaarde heeft.

Scheepvaart

Het stagneren van de mondiale economie en de wereldhandel leidt, zoals gezegd, tot een afname van het mondiale goederenvervoer, wat op zijn beurt tot gevolg heeft dat Rotterdam zijn functie als wereldhaven verliest (Van Dorsser 2012). Dit wordt nog versterkt doordat de betekenis van Noordwest-Europa als economisch kerngebied afneemt (zie ook IGAT et al. 2006). Als regionale haven voor Noordwest-Europa blijft Rotterdam nog wel belangrijk (Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden 2011b). Tot 2050 neemt in het goederenvervoer naar het achterland het aandeel dat via het water wordt vervoerd toe ten opzichte van de aandelen die via de weg en het spoor worden getransporteerd. Maar na 2050 geeft het vervoer via het water vanwege de verminderde bevaarbaarheid van de Rijn terrein prijs aan de andere modaliteiten.

Tot 2050 nemen de totale overslagvolumes in de zeehavens toe, maar daarna worden de havens met krimp geconfronteerd (Van Dorsser 2012). De petrochemische industrie blijft een belangrijke pijler voor de havengebieden in Rotterdam en Antwerpen. Doordat de zware energie zich veelal in Europa blijft vestigen blijft de aanvoer van bulkgoederen een belangrijke rol spelen. Tot 2050 weten de grotere hubs in de regio Le Havre-Hamburg, zoals Rotterdam en Antwerpen, hun positie te

handhaven. Maar na 2050 verliezen zij aan marktaandeel, omdat vanwege de klimaatverandering de bereikbaarheid van de zeehavens minder wordt en de achterlandverbindingen via het water minder betrouwbaar worden. Hierbij speelt ook een rol dat er weinig in het vaarwegennet wordt geïnvesteerd. Een aantal inlandse terminals kan niet langer het hoofd boven water houden. Tot 2050 neemt het vervoer via de binnenscheepvaart toe. Dit geldt vooral voor het containervervoer. Maar als de bevaarbaarheid van de Rijn na 2050 afneemt, moet de binnenvaart, zoals gezegd, terrein prijsgeven aan de weg en het spoor.

Energievoorziening

Door de beperkte mondiale economische groei en het gedeeltelijk smelten van de ijskap van de Noordpool blijven fossiele brandstoffen (olie, kolen, aardgas) nog ruime tijd beschikbaar (Van Dorsser 2012). Na verloop van tijd wordt er een groter beroep gedaan op schaliegas en op brandstof die uit kolen wordt gewonnen (*coal to liquid*). Tot 2050 stijgen de brandstofprijzen dan ook relatief weinig. Door het achterwege blijven van mondiale klimaatafspraken en het niet beprijzen van de CO₂-uitstoot worden CO₂-neutrale energiebronnen nauwelijks gestimuleerd. De stijgende brandstofprijzen zorgen ervoor dat de energie-efficiëntie in deze periode groter wordt.

Om te kunnen voorzien in de energiebehoefte, die door de lage economische groei, de bevolkingskrimp en de energiebesparing nauwelijks groeit, worden er enkele nieuwe elektriciteitscentrales gebouwd. Hierbij gaat het voornamelijk om kolencentrales, waarbij om kosten te besparen geen CO₂ wordt opgeslagen. Om het hele jaar over voldoende koelwater te beschikken worden de nieuwe centrales na 2050 alle aan de Noordzee en het IJsselmeer gebouwd (zie ook Bruggink 2005). Aan het einde van de eeuw, als de brandstofprijzen verder stijgen, treedt er een omschakeling naar hernieuwbare energie op. Hierbij gaat het vooral om zonne-energie, windenergie en waterkracht.

Drink- en proceswater

Door de temperatuurstijging en de toename van de droogteperioden stijgt de vraag naar drinkwater binnen dit scenario. In de tweede helft van de eeuw wordt de vraag getemperd doordat het aantal inwoners afneemt. Door de lage economische groei neemt de vraag naar proceswater in de industrie maar weinig toe. Om die reden wordt er tot het eind van de eeuw maar weinig in nieuwe waterbesparende technologieën geïnvesteerd (zie ook Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden 2011b).

5.5 Effecten op waterveiligheid, wateroverlast en zoetwatervoorziening

In WARM neemt de behoefte aan bescherming tegen overstromingen en wateroverlast weinig toe vanwege de lage groei van de economie en de uiteindelijke daling van de bevolking. Doordat de grondprijzen relatief laag zijn kan er voldoende ruimte worden gereserveerd voor waterkeringen of waterberging. De gevolgen van de klimaatverandering – zeespiegelstijging, grotere extremen in rivierafvoer – maken de kans op hoog water weliswaar groter, maar omdat veel steden krimpen is nieuwbouw op kwetsbare locaties niet nodig, waardoor de overstromingsrisico's niet groter worden.

De behoefte van de landbouw aan betrouwbare zoetwatervoorziening stijgt vanwege de klimaatverandering in sommige regio's. Hierbij gaat het onder andere om beregening in droge zomers. Sommige landbouwgewassen die momenteel in Zuid-Europa voorkomen worden op termijn ook in Nederland geteeld. De irrigatie die hiervoor nodig is kan een knelpunt opleveren. Gebieden met natte natuur kunnen voor een groot deel aan zichzelf worden overgelaten. Op de locaties in de veengebieden die nog als landbouwgrond in gebruik zijn kan de bodem ver dalen. Dit wordt vooral veroorzaakt door de klimaatverandering en de voortgaande peilverlaging.

De rivierafvoeren variëren als gevolg van de klimaatverandering sterk. Omdat in de stroomgebieden van de Rijn geen hoge economische groei plaatsvindt, blijft extra bescherming tegen overstromingen in de bovenstroomse gebieden in de buurlanden achterwege. Doordat de rivieren bovenstrooms in de buurlanden al buiten hun oevers kunnen treden zullen extreem hoge rivierafvoeren, die door de klimaatverandering vaker voorkomen, alleen in afgevlakte vorm Nederland bereiken. In droge perioden zal het gebruik van zoet water uit de rivieren bovenstrooms iets toenemen. Als gevolg van de klimaatverandering treden namelijk ook daar vaker watertekorten op. De rivieren en kanalen zullen in de droger wordende zomers niet altijd bevaarbaar zijn.

Dat het overheidsbeleid minder effectief en efficiënt wordt en dat het vertrouwen tussen overheden, bedrijven en maatschappelijke organisaties afneemt levert in dit scenario problemen op. Dit brengt immers met zich mee dat het moeilijker wordt om publieke goederen, zoals waterveiligheid, bestrijding van wateroverlast en zoetwatervoorziening, te realiseren en dat hiermee hogere transactiekosten gepaard gaan (zie ook Kuiper & Evers 2011). Daarnaast ontstaat er een groter risico dat het beleid suboptimale uitkomsten oplevert.

Gebruik van verhaallijnen

De verhaallijnen van de Deltascenario's zijn in de eerste plaats bedoeld voor gebruik binnen het Deltaprogramma, maar dit sluit toepassing in andere verbanden niet uit, zoals regionale gebiedsontwikkeling met wateropgaven. Het Deltaprogramma heeft als doel om tot een set van samenhangende deltabeslissingen te komen. Hiertoe is een besluitvormingsproces ontworpen met als fasen: analyse van opgaven (gericht op prioriteren), mogelijke strategieën (gericht op divergeren), kansrijke strategieën (gericht op convergeren) en voorkeursstrategieën (gericht op combineren). Omdat de eerste twee fasen inmiddels zijn afgerond, concentreert deze paragraaf zich op de gebruiksmogelijkheden van de scenario's in de laatste twee fasen.

De verhaallijnen kunnen op de volgende manieren behulpzaam zijn bij het selecteren van kansrijke strategieën en bij het combineren van deze strategieën tot voorkeursstrategieën:

- *Opbouw van strategieën.* Dit kan gebeuren door per scenario een of meerdere maatregelpakketten te bedenken die succesvol zijn, maar ook door dit los van de scenario's te doen. Het laatste kan via overkoepelende visies gebeuren, bijvoorbeeld vanuit de basiswaarden (zoals solidariteit en duurzaamheid) maar ook vanuit deelbelangen vanuit verschillende sectoren (zoals wonen, landbouw of natuur).
- *Toetsing van strategieën.* Bij toekomstbestendigheid gaat het om de robuustheid en de flexibiliteit van de strategieën. Onderdelen van een strategie die bij verschillende scenario's (omstandigheden) succesvol

zijn, zijn robuust, bijvoorbeeld een Deltadijk.

Onderdelen die wel bij het ene scenario succesvol zijn maar niet bij de andere, kunnen deel uitmaken van een flexibele strategie, zoals dijkverhoging tot een bepaalde rivierwaterafvoer en overloopgebieden als de afvoeren hoger worden. Dit moet dan wel gemonitord worden. De verhaallijnen bieden mogelijkheden tot kwalitatieve toetsing via *expert judgement*. Kwantitatieve toetsing kan gebeuren via berekeningen met het Deltamodel, de effectmodules en de Deltascenario's. Dit helpt om de kansrijke strategieën te selecteren en ze tot voorkeursstrategieën te combineren.

- *Inzichtvorming.* De verhaallijnen leveren nationale en regionale inzichten in het mogelijke toekomstige ruimtegebruik en de relaties met de waterhuishouding. Zij helpen hierdoor om regionale ambities en maatregelen gericht op ruimtelijke samenhang aandacht te geven.
- *Afstemming.* Doordat alle deelprogramma's dezelfde verhaallijnen als basis voor hun toets op toekomstbestendigheid nemen, kan er een betere afstemming ontstaan tussen de kansrijke strategieën en de voorkeursstrategieën van de verschillende deelprogramma's van het Deltaprogramma.
- *Communicatie.* Doordat de kansrijke en voorkeursstrategieën op basis van dezelfde verhaallijnen worden getoetst, is een betere communicatie van de strategieën en hun toetsing mogelijk. Dit is onder andere belangrijk voor de

bestuurlijke dialoog, het regionale overleg en de maatschappelijke participatie.

- *Commitment*. Doordat de verhaallijnen duidelijk maken op welke knelpunten en opgaven de strategieën een antwoord dienen te geven, kan er meer commitment met het Deltaprogramma ontstaan. Ook dit is belangrijk voor de bestuurlijke dialoog, het regionale overleg en de maatschappelijke participatie.
- Een aandachtspunt bij het gebruik is dat de verhaallijnen een plausibele bandbreedte van mogelijke autonome, externe ontwikkelingen verkennen. Zo gaan zij uit van een zeespiegelstijging tussen de 35 en 85 centimeter tot het einde van de eeuw bij een veronderstelde klimaatverandering tussen de plus 2 en 4°C. De gebruiker moet zich niet blind staren op de boven- en ondergrenzen die de verhaallijnen weergeven, maar ook de ogen open houden voor extremere ontwikkelingen die kunnen optreden. De bovengrens van de zeespiegelstijging is namelijk onderwerp van een levendig wetenschappelijke debat.

Literatuur

- Biermann, F. (2012) 'Greening the United Nations Charter'. *Environment*. nr. 3, p. 6-17.
- Bruggink, J.J.C. *The next 50 years: four European energy futures*. Petten, Energie Onderzoek Centrum.
- Clingendael & PBL (2009) Adapting EU governance for a more sustainable future. Den Haag / Bilthoven, Clingendael / Planbureau voor de Leefomgeving.
- CPB (2010) *The Netherlands of 2040*. Den Haag, Centraal Planbureau.
- CPB (2012) *Invulling macrobeeld Deltascenario's*. Den Haag, Centraal Planbureau.
- CPB, MNP & RPB (2006) *Welvaart en leefomgeving*. Den Haag / Bilthoven, Centraal Planbureau / Ruimtelijk Planbureau / Milieu en Natuur Planbureau.
- Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden (2011^a) *Verkenning Deltascenario's voor het stedelijke gebied Rijnmond-Drechtsteden*. Rotterdam, Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden.
- Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden (2011^b) *Verkenning Deltascenario's voor het havengebied Rijnmond-Drechtsteden*. Rotterdam, Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden.
- Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden (2011^c) *Verkenning Deltascenario's voor het landelijke gebied Rijnmond-Drechtsteden*. Rotterdam, Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden.
- Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden (2011^d) *Regionale Deltascenario's Rijnmond-Drechtsteden*. Rotterdam, Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden.
- Deltaprogramma Rivieren (2011) *Situaties 2100 Rivierengebied*. Nijmegen, Deltaprogramma Rivieren.
- Deltaprogramma Werkplaats Zuidwestelijke Delta (2011) *Regionale deltaxscenario's*. Den Haag, Ministerie van Infrastructuur en Milieu / Ministerie van Economie, Landbouw en Innovatie.
- Deltares (2012) *Zoetwatervoorziening in Nederland*. Utrecht, Deltares.
- Deltares & PBL (2011) *Deltascenario's*. Utrecht / Den Haag, Deltares / Planbureau voor de Leefomgeving.
- Dorsser, J.C.M. van (2012) *Scheepvaartscenario's voor deltaxprogramma*. Den Haag, Rijkswaterstaat.
- IEA (2012) *World Energy Outlook*. <http://www.worldenergyoutlook.org>.
- IGEAT et al. (2006) *ESPO project 3.2 Spatial scenarios and orientations in relation to the ESDP and Cohesion Policy*. Luxemburg, European Spatial Planning Observation Network.
- IPCC (2007) *Climate Change 2007*. Geneve, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- KNMI (2006) *Klimaat in de 21^e eeuw*. De Bilt, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut.
- KNMI (2009) *Klimaatverandering in Nederland*. De Bilt, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut.
- KNMI (2012) *Rapportage KNMI voor het project 'Deltascenario's 2012'*. De Bilt, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut.
- Linde, A. te, (2012) *Aftoppen extreme piekafvoeren Rijn door bovenstroomse overstromingen in Duitsland*. Utrecht, Deltares.
- Manders, T. & R.S.J. Tol (2003) 'Challenges for future climate policy: what can be expected?'. In E. van Ierland, J. Gupta & M. Kok (red.) *Issues in International Climate Policy*. Cheltenham, Edward Elgar.
- PBL (2011) *Ruimtelijke verkenning 2011: Nederland in 2040, een land van regio's*. Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2012) *Natuurverkenning 2010 – 2040*. Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving.
- Polman, N., V. Linderhof, R. Michels, K. van der Sandt & T. Vogelzang (2012) *Landbouw in een veranderende delta*. Den Haag, Landbouw Economisch Instituut.
- Port of Rotterdam (2011) *Havenvisie 2030: ramingen goederenoverslag*. Rotterdam, Port of Rotterdam.
- RLI (te verschijnen) *Toekomst landbouw*. <http://www.rli.nl/werk-in-uitvoering/toekomst-landbouw>.
- Römgens, B. (2011). *Scenario'set voor voorstudies en routekaarten*. Utrecht, Agentschap NL.
- RPB (2003) *SCENE*. Den Haag / Rotterdam, Ruimtelijk Planbureau, NAI Uitgevers.
- Turrall, H., J. Burke & J.M. Faurès (2011). *Climate change, water and food security*. Rome, Food and Agriculture Organisation. FAO reports 36.
- Vuuren, D.P. van et al. (2011) 'The Representative concentration pathways: an overview'. *Climate Change*, nr. 109, p. 5-31.
- Williamson, O.E. (1998) 'Transaction costs in economics: how it works; where it is headed'. *Economist*, nr. 146, p. 23-58.

Planbureau voor de Leefomgeving

Postadres
Postbus 30314
2500 GH Den Haag

Bezoekadres
Oranjevuitensingel 6
2511 VE Den Haag
T +31 (0)70 3288700

www.pbl.nl

Januari 2014