

ACTUALISERING 2017

# Deltascenario's

VOOR DE 21<sup>e</sup> EEUW

Hoofdrapport





Planbureau voor de Leefomgeving

## COLOFON

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Uitgave               | Deltares, in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur & Water - staf Deltacommissaris                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Datum                 | mei 2018, Utrecht                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Projectteam           | Henk Wolters, Joachim Hunink, Joost Delsman, Ger de Lange, Femke Schasfoort, Rolien van der Mark (Deltares)<br>Gert Jan van den Born, Ed Dammers, Bart Rijken (PBL) Stijn Reinhard (WEcR)                                                                                                                                                                                                                                      |
| Review                | Marnix van der Vat (Deltares)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Begeleidingscommissie | Jos van Alphen (staf Deltacommissaris), Neeltje Kielen (Rijkswaterstaat, Water Verkeer en Leefomgeving), Aart van Sloten, Ruud Teunissen (Ministerie van Infrastructuur & Water, DG Water en Bodem), Frits Bos (Centraal Planbureau)                                                                                                                                                                                           |
| Externe betrokkenen   | KNMI, WEnR, Schuttevaer, TUDelft, de Bakelse Stroom, CEDelft, NederlandICT en het project 'Adaptieve aanpak drinkwatervoorziening op de lange termijn'.<br>De auteurs zijn deze partijen erkentelijk voor hun bijdragen.                                                                                                                                                                                                       |
| Referenties           | <i>Hoofdrapport:</i><br>- H.A Wolters, G.J. van den Born, E. Dammers, S. Reinhard, 2018, Deltascenario's voor de 21e eeuw, actualisering 2017, Deltares, Utrecht<br><br><i>Achtergrondrapport:</i><br>H.A. Wolters, J. Hunink, J. Delsman, G. de Lange, G.J. van den Born, S. Reinhard, 2018, Deltascenario's voor de 21e eeuw, actualisering 2017, Achtergrondinformatie over gebruiksfuncties en sectoren, Deltares, Utrecht |
| Contactpersoon        | Henk Wolters (henk.wolters@deltares.nl)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |





### Inhoud

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Samenvatting</b>                                                     | <b>6</b>  |
| <b>1 Inleiding</b>                                                      | <b>12</b> |
| <b>2 Grondslagen van de scenario's</b>                                  | <b>13</b> |
| <b>3 Vertrekpunt: de scenario's van WLO en KNMI</b>                     | <b>14</b> |
| <b>4 Grondslagen en structuur van de verhaallijnen</b>                  | <b>16</b> |
| <b>5 Verhaallijnen van de Deltascenario's in kernpunten</b>             | <b>18</b> |
| <b>6 Scenario DRUK</b>                                                  | <b>24</b> |
| 6.1 Verhaallijn in het kort                                             | 24        |
| 6.2 Mondiale en Europese ontwikkelingen                                 | 26        |
| 6.3 Nationale en regionale ontwikkelingen                               | 27        |
| 6.4 Sectorale en thematische ontwikkelingen                             | 28        |
| 6.5 Effecten op zoetwatervoorziening, wateroverlast en waterveiligheid  | 31        |
| <b>7 Scenario STOOM</b>                                                 | <b>32</b> |
| 7.1 Verhaallijn in het kort                                             | 32        |
| 7.2 Mondiale en Europese ontwikkelingen                                 | 34        |
| 7.3 Nationale en regionale ontwikkelingen                               | 35        |
| 7.4 Sectorale en thematische ontwikkelingen                             | 36        |
| 7.5 Effecten op zoetwatervoorziening, wateroverlast en waterveiligheid  | 39        |
| <b>8 Scenario RUST</b>                                                  | <b>40</b> |
| 8.1 Verhaallijn in het kort                                             | 40        |
| 8.2 Mondiale en Europese ontwikkelingen                                 | 42        |
| 8.3 Nationale en regionale ontwikkelingen                               | 43        |
| 8.4 Sectorale en thematische ontwikkelingen                             | 44        |
| 8.5 Effecten op zoetwatervoorziening, wateroverlast en waterveiligheid  | 47        |
| <b>9 Scenario WARM</b>                                                  | <b>48</b> |
| 9.1 Verhaallijn in het kort                                             | 48        |
| 9.2 Mondiale en Europese ontwikkelingen                                 | 50        |
| 9.3 Nationale en regionale ontwikkelingen                               | 51        |
| 9.4 Sectorale en thematische ontwikkelingen                             | 52        |
| 9.5 Effecten op zoetwatervoorziening, wateroverlast en waterveiligheid  | 56        |
| <b>10 Variant DRUK-Parijs</b>                                           | <b>56</b> |
| 10.1 Samenvatting                                                       | 56        |
| 10.2 Uitgangspunten                                                     | 58        |
| 10.3 Sectorale en thematische ontwikkelingen                            | 59        |
| 10.4 Effecten op zoetwatervoorziening, wateroverlast en waterveiligheid |           |
| <b>11 Toelichting op het gebruik van scenario's</b>                     | <b>64</b> |
| <b>Referenties</b>                                                      | <b>66</b> |
| <b>Lijst van gebruikte afkortingen</b>                                  | <b>68</b> |
| <b>Bijlage(n)</b>                                                       | <b>70</b> |



## Samenvatting

In 2011 zijn de oorspronkelijke Deltascenario's ontwikkeld en in 2013 volgde een update. Sindsdien zijn er nieuwe scenariostudies gepubliceerd over de klimaatverandering (waarvoor al eerder een gedeeltelijke update is gemaakt) en sociaal-economische ontwikkelingen. In Parijs is een nieuw klimaatakkoord gesloten. De gebruikers van de scenario's hebben diverse verbeterpunten geïdentificeerd, de sectoren die baat hebben bij het waterbeheer hebben zich verder ontwikkeld en de aanbeveling is gedaan om een duidelijk onderscheid te maken tussen beleidsmaatregelen en autonome ontwikkelingen. Bij elkaar is dit voldoende aanleiding om de Deltascenario's te actualiseren.

In 2017 en 2018 zijn de Deltascenario's geactualiseerd. De resultaten zijn vastgelegd in twee documenten: het voorliggende rapport en een rapport met achtergrondinformatie over gebruiksfuncties en sectoren (Wolters et al., 2018). Deze samenvatting bestrijkt beide rapporten. Waar informatie is gebruikt die alleen in het Achtergrondrapport is opgenomen, is dat expliciet vermeld.

### Doel en functie van de Deltascenario's

De Deltascenario's geven gezamenlijk een samenhangend beeld van klimatologische en sociaaleconomische ontwikkelingen, de onzekerheden daarin, en de implicaties daarvan voor het waterbeheer. Het zichtjaar is 2050, met een doorkijk naar het einde van de eeuw. De Deltascenario's kunnen behulpzaam zijn bij het identificeren en selecteren van kansrijke strategieën om de klimaatverandering het hoofd te bieden en bij het combineren van deze strategieën tot voorkeursstrategieën. Ook zijn ze nuttig in de analyse en toetsing van de voorkeursstrategieën, bijvoorbeeld door middel van een kosten-batenanalyse. Dit doen ze door inzicht in de problematiek te bevorderen, en door de afstemming en communicatie te ondersteunen. Dit draagt bij aan het verwerven van draagvlak.

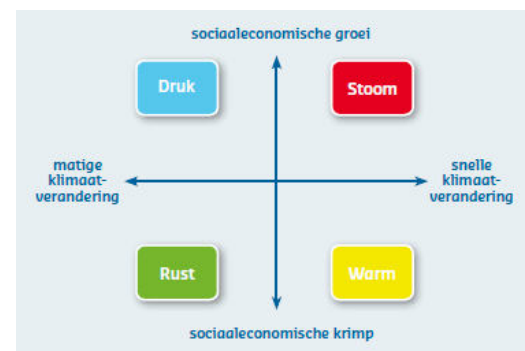
De Deltascenario's zijn in de eerste plaats bedoeld voor gebruik binnen het Deltaprogramma. Dit sluit echter toepassing in andere verbanden, zoals regionale gebiedsontwikkeling met wateropgaven, niet uit.

### Geactualiseerde Deltascenario's: wat hetzelfde is gebleven

De aanpak met vier scenario's, gebaseerd op de onzekerheidsassen 'klimaatverandering' en 'sociaaleconomische ontwikkeling', is gehandhaafd. Ook de naamgeving (DRUK, STOOM, WARM en RUST) en de hoofdlijnen van de opbouw van de scenario's zijn gehandhaafd.

De Deltascenario's waren en blijven beleidsarm. De onderliggende scenario's zijn nog steeds de klimaatscenario's van het KNMI en de sociaaleconomische Welvaart- en Leefomgevings(WLO)-scenario's van het CPB en het PBL. In deze studie zijn de gevolgen van de Deltascenario's voor het ruimtegebruik in Nederland bepaald met de landgebruiksmodellen van het PBL.

De onderdelen van de scenario's die niet zijn veranderd, komen hier slechts beknopt of helemaal niet aan de orde. Voor meer achtergrond verwijzen we naar de bronnen uit 2013, met name Bruggeman en Dammers (2013).



Figuur S1. Assenkruis; schematische weergave van de Deltascenario's

### Geactualiseerde Deltascenario's: wat is nieuw

De Deltascenario's zijn in de praktijk wat betreft de uitgangspunten en kwantitatieve gegevens voor klimaatverandering al in 2015 en 2016 geactualiseerd voor de KNMI-scenario's van 2014. Nu zijn ook de sociaaleconomische ontwikkelingen aangepast conform de WLO-scenario's van 2015. Daarbij is het referentiejaar verschoven van 2010 naar 2017. De referentie wordt in het vervolg aangeduid als Referentie2017, in detail beschreven in (Deltares, 2018, in prep.).

Een algemene conclusie uit de vergelijking tussen de nieuwe en oude scenario's is, dat de nieuwe scenario's wat minder 'extreem' zijn. Dat wil zeggen dat de uitersten van de neerslag- en verdampingsveranderingen, de verandering van de bevolkingsgroei en de economische ontwikkelingen dichter bij elkaar zijn komen te liggen. Blijkens tabel 1 geldt dit echter niet voor de hoge en lage afvoeren van Rijn en Maas in 2050; die komen in de nieuwe scenario's tenminste even frequent voor als in de scenario's van 2013.

Recente inzichten over een mogelijk versnelde en extremere zeespiegelstijging worden eventueel verwerkt in een volgende

actualisatie van de Deltascenario's in 2020, nadat IPCC en KNMI hierover hebben gerapporteerd. Vooruitlopend hierop heeft Deltares begin 2018 een verkenning uitgevoerd naar de mogelijke gevolgen van een versnelde en extreme zeespiegelstijging voor het Deltaprogramma (M. Haasnoot, L. Bouwer, F. Diermanse & J. Kwadijk, 2018, Verkenning naar de mogelijke gevolgen van een versnelde en extreme zeespiegelstijging voor het Deltaprogramma, Deltares).

Nieuw is ook dat het PBL in samenwerking met de VU een ruimtelijke doorvertaling heeft gemaakt van de Deltascenario's (Claassens et al., 2017). De resultaten daarvan zijn samengevat in de onderste drie regels van tabel S1, en in meer detail gepresenteerd in de hoofdstukken over Landbouw, Natuur en Stedelijk Gebied van het Achtergrondrapport.

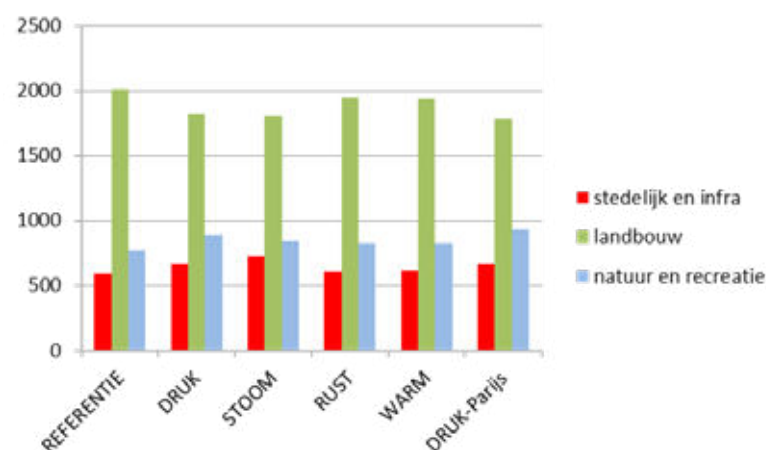
Een belangrijke actualisering is voorts het ontwikkelen van een variant 'Parijs' voor 2050, als variant op het scenario DRUK. Dit is gedaan om de gevolgen van de klimaatafspraken van Parijs inzichtelijk te maken. Deze variant is niet beleidsarm. DRUK is als uitgangspunt gekozen omdat daarin al een vorm van verduurzaming plaatsvindt, die feitelijk de opmaat is voor een transitie. Het uitgangspunt is dat de maatregelen in deze variant in 2050 leiden tot een reductie van de uitstoot van broeikasgassen met 80 tot 95% waarmee de opwarming tot 1,5 à 2°C beperkt blijft. Het 'na-ijlen' van de effecten na de te nemen maatregelen op het klimaat zijn in deze variant buiten beschouwing gebleven.



Tabel S1. Kengetallen klimaat en veranderingen afvoerregimes Rijn en Maas per scenario voor de zichtjaren 2050 en 2085. Kengetallen sociaal-economische ontwikkelingen voor 2050. Voor 2050 zijn enkele vergelijkende getallen van de Deltascenario's van 2013 weergegeven. Bronnen: KNMI (2006); KNMI (2014); Bruggeman en Dammers (2013); Deltares en KNMI (2015); Claassens et al. (2017).

| KLIMAAT                                                              |           | Zichtjaar 2050<br>Deltascenario's 2017 (KNMI14) |                |               |               |                   | Zichtjaar 2085<br>Deltascenario's 2017 (KNMI14)   |             |            |            | Ter vergelijking:<br>Zichtjaar 2050<br>Deltascenario's 2013 (KNMI06) |             |           |            |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------|----------------|---------------|---------------|-------------------|---------------------------------------------------|-------------|------------|------------|----------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|------------|
| scenario                                                             | REF'17    | DRUK<br>GL                                      | STOOM<br>WH    | RUST<br>GL    | WARM<br>WH    | DRUK-Parijs<br>GL | DRUK<br>GL                                        | STOOM<br>WH | RUST<br>GL | WARM<br>WH | DRUK<br>G                                                            | STOOM<br>W+ | RUST<br>G | WARM<br>W+ |
| onderliggend KNMI-scenario                                           |           |                                                 |                |               |               |                   |                                                   |             |            |            |                                                                      |             |           |            |
| temperatuurstijging                                                  | °C        | 0                                               | 1              | 2             | 1             | 2                 | 1,5                                               | 3,5         | 1,5        | 3,5        | 1                                                                    | 2           | 1         | 2          |
| zeespiegelstijging                                                   | cm        | 0                                               | 15             | 40            | 15            | 40                | 25                                                | 80          | 25         | 80         | 15                                                                   | 35          | 15        | 35         |
| jaarneerslagsom                                                      | mm        | 851                                             | +4%            | +5%           | +4%           | +5%               | +5%                                               | +7%         | +5%        | +7%        |                                                                      |             |           |            |
| gem. neerslag winter                                                 | mm        | 211                                             | +3%            | +17%          | +3%           | +17%              | +5%                                               | +30%        | +5%        | +30%       | +4%                                                                  | +14%        | +4%       | +14%       |
| gem. neerslag lente                                                  | mm        | 173                                             | +5%            | +9%           | +5%           | +9%               | +8%                                               | +12%        | +8%        | +12%       |                                                                      |             |           |            |
| gem. neerslag zomer                                                  | mm        | 224                                             | +1%            | -13%          | +1%           | -13%              | +1%                                               | -23%        | +1%        | -23%       | +3%                                                                  | -19%        | +3%       | -19%       |
| gem. neerslag herfst                                                 | mm        | 245                                             | +7%            | +8%           | +7%           | +8%               | +8%                                               | +12%        | +8%        | +12%       |                                                                      |             |           |            |
| jaarsom pot. verdamping                                              | mm        | 559                                             | +3%            | +7%           | +3%           | +7%               | +3%                                               | +10%        | +3%        | +10%       |                                                                      |             |           |            |
| pot.verdamping zomer                                                 | mm        | 266                                             | +4%            | +11%          | +4%           | +11%              | +4%                                               | +15%        | +4%        | +15%       | +3%                                                                  | +15%        | +3%       | +15%       |
| herhalingstijd van een Rijnafvoer van jaar 14400 m <sup>3</sup> /s * | 1250      | 200                                             | 200            | 200           | 200           | 200               | 200                                               | 100         | 200        | 100        | ca 1000                                                              | ca 400      | ca 1000   | ca 400     |
| verandering gemiddelde jaarlijkse % laagste 7-daagse Rijnafvoer *    | 0         | +5%                                             | -20%           | +5%           | -20%          | +5%               | +5%                                               | -30%        | +5%        | -30%       | +5%                                                                  | -20%        | +5%       | -20%       |
| herhalingstijd van een Maasafvoer jaar van 3900 m <sup>3</sup> /s ** | 1250      | 300                                             | 300            | 300           | 300           | 300               | 300                                               | 100         | 300        | 100        | ca 1000                                                              | ca 400      | ca 1000   | ca 400     |
| verandering gemiddelde jaarlijkse % laagste 7-daagse Maasafvoer **   | 0         | +5%                                             | -45%           | +5%           | -45%          | +5%               | +3%                                               | -60%        | +3%        | -60%       | +3%                                                                  | -30%        | +3%       | -30%       |
| SOCIAAL-ECONOMIE                                                     |           |                                                 |                |               |               |                   |                                                   |             |            |            |                                                                      |             |           |            |
| scenario                                                             | REF'17    | DRUK<br>WLO-H                                   | STOOM<br>WLO-H | RUST<br>WLO-L | WARM<br>WLO-L | Parijs<br>WLO-H   | voor 2085/2100<br>geen WLO-scenario's beschikbaar |             |            |            | DRUK                                                                 | STOOM       | RUST      | WARM       |
| onderliggend WLO-scenario                                            |           |                                                 |                |               |               |                   |                                                   |             |            |            |                                                                      |             |           |            |
| aantal inwoners                                                      | miljoen   | 17                                              | 19             | 19            | 16            | 16                |                                                   |             |            |            | 20                                                                   | 20          | 15        | 15         |
| omvang BBP                                                           | miljard € | 600                                             | 1320           | 1320          | 940           | 940               |                                                   |             |            |            | 1600                                                                 | 1600        | 900       | 900        |
| economische groei                                                    | %/j       |                                                 | 2              | 2             | 1             | 1                 |                                                   |             |            |            | 2,5                                                                  | 2,5         | 1         | 1          |
| stedelijk gebied                                                     | % opp     | 18                                              | 20             | 21            | 18            | 18                | 20                                                | 20          | 20         | 20         | 23                                                                   | 25          | 21        | 21         |
| natuur en recreatie                                                  | % opp     | 23                                              | 26             | 25            | 24            | 24                | 27                                                | 27          | 27         | 27         | 22                                                                   | 20          | 20        | 19         |
| landbouw                                                             | % opp     | 60                                              | 54             | 54            | 58            | 57                | 53                                                | 53          | 53         | 53         | 51                                                                   | 51          | 56        | 56         |

Figuur S2. Landgebruik in de Referentie en in de scenario's voor zichtjaar 2050. Bron: Claassens et al., 2017.



Een nieuw element tenslotte is het onderscheid tussen beleids- en autonome maatregelen. Maatregelen die voortkomen uit nieuw beleid (dus beleid dat in 2017 nog niet is vastgesteld) zijn niet opgenomen in de scenario's. Autonome maatregelen zijn dat wel, voor zover ze ten minste op landelijke schaal inzichtelijk zijn te maken. Voorbeelden van dergelijke maatregelen zijn de aanschaf en het gebruik van beregeningsinstallaties; de verplaatsing van elektriciteitscentrales naar de kust; de aanpassing van het peilbeheer in gebieden waar de functie van het landgebruik verandert; de verhoging van de doorspoeling als de verzilting toeneemt. Als deze autonome maatregelen namelijk niet in de scenario's worden opgenomen, kan het gebeuren dat de kosteneffectiviteit van voorgenomen beleidsmaatregelen wordt overschat. Hoe dat per gebruiksfunctie is ingevuld, is beschreven in het Achtergrondrapport.

### Verhaallijnen : klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkelingen in de Deltascenario's

In scenario DRUK gaan een hoge economische groei en een sterke bevolkingsaanwas 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 ambitieuze klimaatafspraken die op mondiaal niveau worden gemaakt, geeft dit een impuls aan de ontwikkeling van duurzame energietechnologie, waardoor nog vóór 2050 een mondiale transitie naar een zuinige en koolstofarme energievoorziening plaatsvindt. Naast duurzame energie is een belangrijke rol weggelegd voor het opvangen en opslaan van CO<sub>2</sub>.

Het uitgangspunt van variant DRUK-Parijs is: doen wat nodig is om te komen tot 80 à 95% reductie van broeikasgassen om daardoor, conform het akkoord van Parijs, de maximale temperatuurstijging te beperken tot 1,5 à 2 °C. De verhaallijn hiervan start vanuit DRUK en is verder gebaseerd op het zogeheten decarbonisatieproject (PBL en ECN, 2017) en de recente Noordzeescenario's (Matthijssen et al., 2018). De consequenties van deze variant voor de waterafhankelijke functies zijn: het veenweidegebied wordt vernat om CO<sub>2</sub>-uitstoot te verlagen en bodemdaling te beperken; invoering van landbouwpraktijken die zijn gericht op het verhogen van het koolstofgehalte van de bodem; de aanplant van 100.000 ha bos.

In STOOM gaan een hoge mondiale economische groei en een sterke bevolkingsaanwas samen met een sterke en snelle klimaatverandering. Ook in Nederland groeien de economie en de bevolkingsomvang hard. De bevolking zal de komende decennia nog blijven groeien dankzij het posi-

tieve migratiesaldo: in 2050 wonen in Nederland ruim 19 miljoen mensen, dat is 2 miljoen meer dan nu. De economie groeit met gemiddeld 2 procent per jaar.

In RUST gaan een bescheiden economische groei en een lichte daling van het aantal inwoners samen met een trage klimaatverandering. De lage economische groei brengt een relatief beperkte 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 en na te komen. Deze trends bevorderen de ontwikkeling van nieuwe, op energie- en klimaattechnologie gerichte innovaties, die op haar beurt transitie naar duurzame regionale economieën mogelijk maakt. Als gevolg hiervan blijft de temperatuurstijging in dit scenario beperkt.

In het scenario WARM gaan een bescheiden economische groei en een daling in de bevolkingsomvang samen met een hoge mondiale bevolkingsgroei en een snelle klimaatverandering. Er worden geen mondiale klimaatafspraken gemaakt en er wordt wereldwijd weinig in nieuwe energietechnologie geïnvesteerd. Als gevolg hiervan blijven fossiele brandstoffen een dominante rol spelen en wordt er geen CO<sub>2</sub> afgevangen en opgeslagen, zodat de CO<sub>2</sub>-uitstoot hoog is.

### Consequenties van de scenario's voor het waterbeheer

Tabel S2 geeft de hoofdpunten weer van de verhaallijnen van de vier scenario's. De belangrijkste wijzigingen zoals doorgevoerd in het Nationaal Water Model (NWM) naar aanleiding van de KNMI'14-scenario's zijn beschreven in (Hunink en Hegnauer, 2016). De gevolgen voor het waterbeheer komen in detail aan de orde in het Achtergrondrapport. Bijlage 1 daarvan geeft een overzicht van de aannamen die daarbij zijn gehanteerd. De meest in het oog springende veranderingen zijn hieronder genoemd.

### Landbouwareaal dat wordt beregend neemt vanwege de verdroging fors toe

Het potentieel beregende landbouwareaal is het areaal waar de agrariër de beschikking heeft over een beregenings- of druppelinstallatie. Dit areaal was in de eerdere Deltascenario's constant verondersteld. In de geactualiseerde scenario's is dit variabel gemaakt door per scenario een inschatting te maken van het areaal waarvoor beregning rendabel is. Dit leidt in de meeste scenario's tot forse veranderingen: het potentieel beregende areaal neemt toe met 3 tot 60%. Of het benodigde water plaatselijk beschikbaar is of aangevoerd kan worden, moet blijken uit een nadere analyse.



De aanname in de scenario's is dat landgebruikers daadwerkelijk overgaan tot de aanschaf van installaties waar dat rendabel is. In werkelijkheid zal dit niet altijd het geval zijn. Naar verwachting kan deze beslissing tot aanschaf met (later uit te werken) beleidsmaatregelen in belangrijke mate beïnvloed worden.

## De waterbehoefte voor doorspoeling vanwege de verzilting verschilt tussen de scenario's

Doorspoeling van verzilt oppervlaktewater was in de eerdere Deltascenario's voor alle scenario's gelijk. Dat is in de actualisering veranderd door vermenigvuldigingsfactoren toe te passen op de huidige waterbehoefte voor doorspoeling. In deze factoren zijn zowel de verschillen in zoutgehalte tussen de scenario's verdisconteerd. Zie Achtergrondrapport, hoofdstuk Doorspoeling.

## Een nieuwe bodemdalingskaart voor de berekeningen van het waterbeheer in veenweidegebieden

Als grondslag voor de modelberekeningen in veenweidegebieden is gebruik gemaakt van een nieuwe bodemdalingskaart<sup>1</sup>. Hierin zijn nieuwe inzichten verwerkt over het verrekennen van klimaatverandering en is een nieuwe methode gebruikt voor de berekening van de bodemdaling. Een en ander is toegelicht in het Achtergrondrapport, hoofdstuk Peilbeheer veenweidegebieden.

## Koelwater vraag elektriciteitscentrales neemt af met 80%

De geactualiseerde Deltascenario's hebben de transitie van de elektriciteitsopwekking naar duurzame bronnen meegenomen. Deze robuuste ontwikkeling tekende zich al af in de WLO-scenario's. Daardoor treedt een afname op van de koelwater vraag van de elektriciteitscentrales die per saldo in alle scenario's uitkomt op circa 80%.

## De zoetwater vraag voor drink- en industriewatervoorziening is aangepast aan nieuwe inzichten

De vraag naar zoetwater voor drink- en industriewatervoorziening is bijgesteld op basis van recente informatie. Dit leidt slechts tot beperkte veranderingen in de wateropgave. Zie Achtergrondrapport, hoofdstukken Drinkwater en Koel- en proceswater Industrie.

Vermoedelijk zal de forse toename van het potentieel beregende areaal in STOOM en WARM de totale zoetwateropgave sterk bepalen. STOOM zal naar verwachting de zwaarste opgave opleveren voor de waterveiligheid in Nederland. In welke mate er in de scenario's tekorten en/of conflicten tussen diverse gebruiksfuncties optreden zal in een later stadium worden onderzocht in de knelpuntenanalyse.

<sup>1</sup> Deltares, TNO-GDN, WEnR; Klimaatatlas CAS, tab bodemdaling, <http://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/kaartverhaal-droogte>

### DRUK en variant DRUK-Parijs

- Compacte verstedelijking in hoge dichtheden met ruimte voor groen
- Landbouw kent twee richtingen: intensivering, maar ook circulair/natuur-inclusieve landbouw.
- Landbouwareaal neemt af met 9%. Potentieel beregend areaal neemt toe met 4%. DRUK-Parijs: Landbouwareaal neemt af met 11%. potentieel beregend areaal neemt toe met 3%
- DRUK-Parijs: Tegengaan bodemdaling in veenweidegebieden met onderwaterdrainage
- Natuurareaal neemt toe met 17%, zowel in grootschalige eenheden als in kleinschalige natuur-inclusieve landbouwgebieden. DRUK-Parijs: Areaal natuur neemt toe met 24%, vanwege extra bosaanplant in (marginale) landbouwgebieden
- DRUK-Parijs: meer bossen en meer houtwallen
- Meer (innovaties in) binnenscheepvaart
- Forse toename van het vervoer over water
- Toenemend aandeel van hernieuwbare energie, het sterkst in elektriciteitsproductie
- Lichte toename van vraag naar drink- en proceswater
- Grotere opgaven voor waterveiligheid als gevolg van de economische groei
- Opgave voor zoetwatervoorziening wordt per saldo iets kleiner; DRUK-Parijs: hoger door onderwaterdrainage en groter bosareaal
- Rivierafvoeren variëren niet veel sterker dan in de Referentie2017

### RUST

- Beperkte, compacte verstedelijking; na 2030 bevolkingskrimp en meer spreiding over het land
- Landbouwareaal neemt iets af, met 3%. Intensivering en schaalvergroting domineren, maar ook ruimte voor circulair/natuur-inclusief en grondgebondenheid. Potentieel beregend areaal neemt toe met 8%.
- Areaal natuur neemt toe met 8%. De middelen zijn beperkt en het bezoek neemt af. Sommige gebieden raken bebost, in andere ontstaat sterke verweving tussen landbouw en natuur.
- Toename van vervoer over water is evenredig met de (beperkte) economische groei
- Toenemend aandeel van hernieuwbare energie in alle sectoren, het sterkst in elektriciteitsproductie
- Lichte daling van de vraag naar drink- en proceswater
- Kleinere opgaven voor waterveiligheid
- Kleinere opgave voor zoetwatervoorziening
- Rivierafvoeren variëren niet veel sterker dan in de Referentie2017

### STOOM

- Sterke, verspreide verstedelijking in lage dichtheden met name in de Randstad met weinig ruimte voor groen
- Meer intensivering en schaalvergroting van landbouw, meer focus op kostenreductie via schaalvergroting. Areaal neemt sterk af, met 11%. Potentieel beregend areaal neemt sterk toe, met 55%.
- Natuurareaal neemt toe met 13%, recreatief gebruik is daarin belangrijk.
- Meer en grootschaliger binnenscheepvaart
- Toename vervoer over water geremd door klimaatverandering
- Snelle transitie naar hernieuwbare bronnen voor elektriciteitsproductie
- Voor overige energievoorziening slechts beperkte energietransitie en langdurige afhankelijkheid van fossiele brandstoffen
- Sterke stijging van vraag naar drink- en proceswater
- Veel grotere opgaven voor waterveiligheid
- Veel grotere opgaven voor zoetwatervoorziening
- Rivierafvoeren variëren veel meer dan in de Referentie2017

### WARM

- Beperkte, verspreide verstedelijking; na 2030 bevolkingskrimp en concentratie in de randstad
- Landbouwareaal neemt iets af, met 3%. Minder innovaties. Groot-schalig, maar in minder florerende gebieden een extensiever karakter. Potentieel beregend areaal neemt sterk toe, met 60%.
- Areaal natuur neemt toe met 8%, nieuwe natuur ontstaat o.a. door verzilting en vernatting waar maatregelen te duur zijn.
- Toename van vervoer over water is minder dan evenredig met de (beperkte) economische groei en wordt geremd door klimaatverandering
- Snelle transitie naar hernieuwbare bronnen voor elektriciteitsproductie
- Voor overige energievoorziening slechts beperkte energietransitie en langdurige afhankelijkheid van fossiele brandstoffen
- Stabilisatie van de vraag naar drinkwater
- Iets grotere opgaven voor waterveiligheid
- Grotere opgaven voor zoetwatervoorziening
- Rivierafvoeren variëren veel meer dan in de Referentie2017

## 1 | Inleiding

Dit rapport beschrijft de bronnen en redeneerlijnen van de geactualiseerde Deltascenario's, alsmede de verhaallijnen waarin deze elementen samenkomen. Deze scenario's volgen de vier Deltascenario's op die in 2013 zijn uitgebracht.

De directe aanleidingen voor de actualisering zijn de publicatie van de nieuwe klimaatscenario's door het KNMI in 2014, de publicatie van de nieuwe sociaaleconomische WLO-scenario's in 2015 en het in 2015 gesloten klimaatakkoord van Parijs. Daarnaast is in de economische analyse vastgesteld dat het verwaarlozen van de effecten van autonome ontwikkelingen (met name in de landbouw) in de vorige Deltascenario's leidt tot een overschatting van de resultaten van beleidsmaatregelen. Maatregelen die voortkomen uit nieuw beleid (d.w.z. beleid dat in 2017 nog niet is vastgesteld) zijn niet opgenomen in de scenario's. Autonome maatregelen zijn dat wel. Tenslotte zijn er de afgelopen periode vragen gesteld vanuit de regio over de mogelijkheid om een ander beregeningsregime dan het huidige mee te nemen.

Behalve tot actualisering van de bestaande scenario's is besloten een beleidsrijke variant toe te voegen waarin de gevolgen van het klimaatakkoord van Parijs worden meegenomen. Het gaat daarbij om beleid dat buiten de invloedssfeer van de Deltabeslissingen valt.

De achtergrondinformatie over de ontwikkelingen voor een negental gebruiksfuncties dan wel sectoren is opgenomen in het rapport 'Actualisering van de Deltascenario's – Achtergrondinformatie over gebruiksfuncties en sectoren' (Wolters et al., 2018). Daarin komen achtereenvolgens landbouw, natuur, stedelijk gebied, drinkwater, koelwater voor elektriciteitsproductie, koel- en proceswater van de industrie, scheepvaart, peilbeheer in veenweidegebieden en doorspoeling in detail aan de orde. Zo worden o.a. autonome ontwikkelingen, de relaties met het waterbeheer en de wijze waarop deze in het Nationaal Water Model (NWM)<sup>2</sup> zijn verwerkt in meer detail toegelicht. Deze achtergrondinformatie vormt de verbinding tussen de verhaallijnen van de scenario's enerzijds, waar in het voorliggende rapport de nadruk op ligt, en anderzijds de hydrologische analyses met het NWM en met de economische analyses.

<sup>2</sup> <https://www.deltacommissaris.nl/deltaprogramma/kennisprogramma-van-het-deltaprogramma/nationaal-water-model>

## Leeswijzer

In de hoofdstukken 2 t/m 4 worden de achtergronden van de verhaallijnen besproken. Dat zijn achtereenvolgens de gevolgde methode bij de opbouw van de scenario's; de klimaat- en economische scenario's waarvan gebruik is gemaakt; en de grondslagen van de opbouw van de verhaallijnen. Daarna komen de verhaallijnen aan de beurt; eerst in samenvatting in hoofdstuk 5 en daarna in meer detail in de hoofdstukken 6 t/m 10, achtereenvolgens voor de scenario's DRUK, STOOM, RUST en WARM en variant DRUK-Parijs. Elke verhaallijn wordt eerst kort beschreven. Daarna komen de mondiale en Europese ontwikkelingen aan de orde, gevolgd door de nationale en regionale ontwikkelingen, de ontwikkelingen in sectoren die afhankelijk zijn van het waterbeheer en de effecten van deze ontwikkelingen op de waterveiligheid, de wateroverlast en de zoetwatervoorziening. Het slothoofdstuk 11 geeft enkele suggesties voor het gebruik van de scenario's.

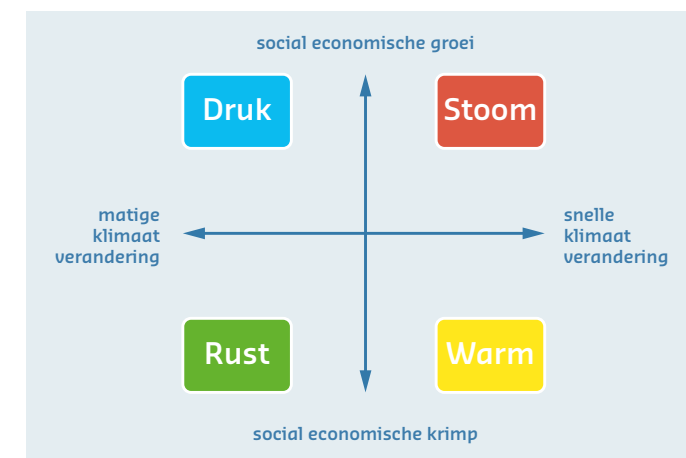


## 2 | Grondslagen van de scenario's

Het waterbeheer in Nederland is gevoelig voor een aantal onzekere ontwikkelingen in de komende eeuw. Klimaatverandering kan gepaard gaan met meer droogte, maar kan tegelijkertijd ook meer neerslag veroorzaken. Klimaatverandering kan bovendien een sterker fluctuerende afvoer van de rivieren in de hand werken en ook extra zeespiegelstijging teweegbrengen. Als we niets extra's doen, kunnen problemen ontstaan of verergeren zoals een ontoereikende zoetwatervoorziening, wateroverlast of een toenemende kans op overstromingen. Als de economie sterk groeit of als het aantal inwoners stijgt, zouden hogere eisen gesteld kunnen worden aan het beschermingsniveau van dichtbevolkte en dichtbebouwde gebieden en aan een betrouwbare zoetwatervoorziening.

Deze twee ontwikkelingen, klimaatverandering en sociaaleconomische groei, zijn te beschouwen als autonoom: ze zijn sterk afhankelijk van externe krachten waarop Nederland alleen maar weinig invloed heeft. De snelheid van deze ontwikkelingen is zeer onzeker, hoewel de richting (zeker voor klimaatverandering) wel bekend is. We zullen daarom met een bandbreedte rekening moeten houden, zeker als we ver vooruitkijken. De Deltascenario's beschrijven zo goed mogelijk de plausibele bandbreedte in deze ontwikkelingen, in hun onderlinge samenhang en mogelijke consequenties voor ruimtegebruik en waterbeheer.

Figuur 1 geeft een overzicht van de uitgangspunten van de Deltascenario's en van de namen die zijn meegegeven aan de vier combinaties van economische groei en mate van klimaatverandering. Dat zijn scenario DRUK voor de combinatie van hoge economische groei en trage klimaatverandering, scenario STOOM voor de combinatie van hoge economische groei en snelle klimaatverandering, scenario RUST voor de combinatie van lage economische groei en trage klimaatveranderingen en scenario WARM voor de combinatie van lage economische groei en snelle klimaatverandering. De twee assen in figuur 1 en de namen van de vier scenario's zijn onveranderd overgenomen uit de eerdere Deltascenario's van 2012 (Bruggeman en Dammers, 2013).



Figuur 1 Assenkruis; schematische weergave van de Deltascenario's

De beleidsrijke variant waarin de gevolgen van het akkoord van Parijs voor het waterbeheer zijn uitgewerkt is gekoppeld aan scenario DRUK, het scenario met hoge economische groei en met matige klimaatverandering. Deze variant wordt daarom Variant DRUK-Parijs genoemd. Deze variant gaat uit van een fors hogere klimaatmitigatie waardoor de maximale mondiale temperatuurstijging uitkomt op 1.5 tot 2.0 graden in 2100. De doorwerking van klimaatverandering in neerslag- en verdampingscijfers en in zeespiegelstijging is in variant DRUK-Parijs gelijk verondersteld aan scenario DRUK.

Klimaatverandering en economische groei, of bevolkingsgroei, zijn niet geheel onafhankelijk van elkaar. Op wereldschaal is er een sterke samenhang, door het toenemend gebruik van fossiele brandstoffen en de daaruit voortvloeiende uitstoot van broeikasgassen als CO<sub>2</sub> en methaan. De onzekerheid in de fysische klimaatmodellen vergroot de bandbreedte in de verwachtingen voor de komende eeuw.

Voor Nederland is het goed mogelijk dat een matige economische groei samengaat met een snelle klimaatverandering. Dat komt enerzijds door de onzekerheid in de klimaatverwachting, maar anderzijds doordat het niet onmogelijk is dat de economische groei in West-Europa achterblijft bij de mondiale groei en het mondiale verbruik van fossiele brandstoffen als olie, kolen en aardgas. Dit maakt het nodig om vier verschillende scenario's te onderscheiden en veel of weinig sociaaleconomische groei in Nederland te combineren met snelle of matige klimaatverandering.

### 3 | Vertrekpunt: scenario's WLO en KNMI

Voor het opstellen van de geactualiseerde verhaallijnen is gebruik gemaakt van de sociaaleconomische scenario's van de Welvaart- en Leefomgevingsstudie (WLO) (CPB en PBL 2015, zie tabel 1) en van de klimaatscenario's van het KNMI uit 2014 (KNMI 2014, zie tabel 2). De ruimtelijke beelden zijn gebaseerd op onderliggend ruimtelijk materiaal dat is gebruikt in de WLO-scenario's van 2015. De sociaaleconomische scenario's van de WLO gaan niet verder dan 2050 en zijn dus niet beschikbaar voor het zichtjaar 2100. Daarom wordt volstaan met een doorkijk voor een aantal aspecten, waarbij de scenario's worden geëxtrapoleerd. De WLO 2015 scenario's kennen twee scenario's: scenario WLO Hoog en scenario WLO Laag. Daarnaast zijn er verschillende onzekerheidsvarianten uitgewerkt voor o.a. klimaat en energie, regionale ontwikkelingen en voor landbouw. Deze varianten zijn niet per se samenhangend en hebben vooral de functie de onzekerheden die een specifiek thema kent in beeld te brengen. Van deze varianten is gebruik gemaakt bij de actualisatie. De DRUK-Parijs variant wijkt af doordat deze beleidsrijk is.

In de WLO-scenario's is klimaatverandering vooral belicht in de betekenis voor de toekomstige energievoorziening en is in beperkte mate rekening gehouden met de fysieke kant van klimaatverandering. De aannamen die voor klimaatverandering zijn gedaan wijken echter af van de laatste KNMI-scenario's. Voor de WLO-scenario's zijn twee mondiale klimaatscenario's toegepast. In het WLO-scenario Hoog is voor eind van deze eeuw een mondiaal gemiddelde temperatuurstijging van 2,5-3 graden verondersteld en in het WLO-scenario Laag is deze 3,5-4 graden. De temperatuurstijging van WLO-scenario Laag komt redelijk overeen met de warme KNMI'14-scenario's voor Nederland, WH en WL. Beide liggen in de buurt van het gemiddelde van de door het IPCC gebruikte modellen. De temperatuurstijging van WLO-scenario Hoog komt daarentegen niet overeen met de lage KNMI'14-scenario's voor Nederland, GH en GL. Het in WLO-scenario Hoog toegepaste klimaatscenario ligt circa één graad hoger dan KNMI'14. Alleen de ondergrens van de gemiddelde temperatuurstijging van het WLO-scenario Hoog tipt aan de bandbreedte van RCP 4.5, de bandbreedte van het KNMI-scenario GL dat is toegepast voor DRUK en RUST<sup>3</sup>.

3 in IPCC wordt een rationale gehanteerd waarbij meer economische groei tot meer uitstoot leidt; bij WLO is meer economische groei juist aanleiding te geloven in technische transitie naar een duurzame samenleving. In het nieuwere SSP framework (Shared Socio-Economic Pathways) is deze variatie in samenhang wel beschouwd, en de nieuwe CMIP klimaatruns zullen dan ook worden uitgevoerd voor RCP-SSP combinaties, inclusief combinaties die lijken op de aanname van WLO-Hoog

De conclusie is dat het WLO-scenario Hoog uit gaat van een hogere temperatuurstijging dan de G-scenario's van KNMI'14. De bandbreedte m.b.t. klimaat is in het gematigde klimaatscenario dus in de WLO anders beschouwd dan in de KNMI-scenario's. Dit verschil is vooral belangrijk in de uit te voeren economische analyse. Het is daar van belang om rekening te houden met het feit dat veronderstelde maatregelen voor klimaatmitigatie in een aantal gevallen niet in de pas lopen met de economische groei die is verondersteld bij de inschatting van de betaalbaarheid van die maatregelen.

In (Deltares en KNMI, 2015) hebben Deltares en KNMI verkend wat de nieuwe KNMI'14 klimaatscenario's betekenen voor het afvoerregime van de Rijn en de Maas, in het bijzonder voor (extreme) hoogwaterafvoeren en laagwaterperiodes. Enkele conclusies uit dit rapport:

- De KNMI'14-scenario's geven in de meeste gevallen een natter beeld dan de KNMI'06-scenario's. Dat vertaalt zich in iets hogere hoogwaterafvoeren op Rijn en Maas en in minder onzekerheid over de hoogwaters die in 2050 met een bepaalde kans van optreden kunnen worden verwacht. Voor de langere termijn, 2085, divergeren de scenario's echter sterk, zodat de onzekerheden over de rivierafvoeren waarmee na 2050 rekening moet worden gehouden groot blijven. De vier KNMI'14 scenario's lopen sterk uiteen, en de W-scenario's wijzen op mogelijke piek-rivierafvoeren die dicht bij die van het KNMI'06 W+-scenario liggen. Mocht de werkelijke ontwikkeling echter meer op een G-scenario lijken, dan wordt de hoogwateropgave nauwelijks tot niet groter dan deze al in 2050 is.
- Doordat het GRADE-instrumentarium (Hegnauer et al., 2014) het tegenwoordig mogelijk maakt voor de Rijn beter rekening te houden met overstromingen in Duitsland, zijn de berekende maximale rivierafvoeren voor de Rijn fysisch beter onderbouwd en daarmee een betere basis voor beleidsvoorbereiding. De aftopping van hoge rivierafvoeren door overstromingen in Duitsland leidt weliswaar tot minder extreme maximale afvoeren, maar wel tot veel frequenter voorkomende hoge afvoeren, die voor het overstromingsrisicobeleid eveneens zeer relevant zijn. De jaarlijkse kans op een overstroming hangt immers ook af van hoe vaak een dijk wordt belast door hoogwater.
- De eerder voorziene laagwaterproblemen voor de Rijn en de Maas komen alleen in het WH-scenario terug; daar is sprake van een forse afname van de laagwaterafvoeren.
- Voor de Rijn bij Lobith en de Maas bij Borgharen zijn de afvoeren voor het NWM bepaald met behulp van GRADE (Hegnauer et al, 2014). Hiervoor heeft KNMI ook

klimaatscenario's ontwikkeld voor het Rijn en Maas stroomgebied. Voor beide stroomgebieden bleek echter een extra scenario nodig om de spreiding in de mondiale klimaatprojecties goed op te kunnen spannen: het WHdry scenario. Het WH scenario wordt gebruikt voor de "natte" toepassingen binnen het NWM (lees Veiligheid) en het WHdry scenario wordt toegepast binnen Zoetwater ("droge" toepassing).

Tabel 1: Kengetallen klimaat en veranderingen afvoerregimes Rijn en Maas per scenario voor de zichtjaren 2050 en 2085. Voor 2050 zijn enkele vergelijkende getallen van de Deltascenario's van 2013 weergegeven. Sociaaleconomische kengetallen per scenario voor het zichtjaar 2050; met enkele gegevens van de Deltascenario's van 2013.

| KLIMAAT                                                            |           |        | Zichtjaar 2050                |       |       |       |             | Zichtjaar 2085                                    |       |      |      |         | Ter vergelijking:<br>Zichtjaar 2050 |         |        |  |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|--------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------------|---------------------------------------------------|-------|------|------|---------|-------------------------------------|---------|--------|--|
|                                                                    |           |        | Deltascenario's 2017 (KNMI14) |       |       |       |             | Deltascenario's 2017 (KNMI14)                     |       |      |      |         | Deltascenario's 2013 (KNMI06)       |         |        |  |
| scenario                                                           |           | REF'17 | DRUK                          | STOOM | RUST  | WARM  | DRUK-Parijs | DRUK                                              | STOOM | RUST | WARM | DRUK    | STOOM                               | RUST    | WARM   |  |
| onderliggend KNMI-scenario                                         |           |        | GL                            | WH    | GL    | WH    | GL          | GL                                                | WH    | GL   | WH   | G       | W+                                  | G       | W+     |  |
| temperatuurstijging                                                | °C        | 0      | 1                             | 2     | 1     | 2     | 1           | 1,5                                               | 3,5   | 1,5  | 3,5  | 1       | 2                                   | 1       | 2      |  |
| zeespiegelstijging                                                 | cm        | 0      | 15                            | 40    | 15    | 40    | 15          | 25                                                | 80    | 25   | 80   | 15      | 35                                  | 15      | 35     |  |
| jaarneerslagsom                                                    | mm        | 851    | +4%                           | +5%   | +4%   | +5%   | +4%         | +5%                                               | +7%   | +5%  | +7%  |         |                                     |         |        |  |
| gem. neerslag winter                                               | mm        | 211    | +3%                           | +17%  | +3%   | +17%  | +3%         | +5%                                               | +30%  | +5%  | +30% | +4%     | +14%                                | +4%     | +14%   |  |
| gem. neerslag lente                                                | mm        | 173    | +5%                           | +9%   | +5%   | +9%   | +5%         | +8%                                               | +12%  | +8%  | +12% |         |                                     |         |        |  |
| gem. neerslag zomer                                                | mm        | 224    | +1%                           | -13%  | +1%   | -13%  | +1%         | +1%                                               | -23%  | +1%  | -23% | +3%     | -19%                                | +3%     | -19%   |  |
| gem. neerslag herfst                                               | mm        | 245    | +7%                           | +8%   | +7%   | +8%   | +7%         | +8%                                               | +12%  | +8%  | +12% |         |                                     |         |        |  |
| jaarsom pot. verdamping                                            | mm        | 559    | +3%                           | +7%   | +3%   | +7%   | +3%         | +3%                                               | +10%  | +3%  | +10% |         |                                     |         |        |  |
| pot.verdamping zomer                                               | mm        | 266    | +4%                           | +11%  | +4%   | +11%  | +4%         | +4%                                               | +15%  | +4%  | +15% | +3%     | +15%                                | +3%     | +15%   |  |
| herhalingstijd van een Rijnafvoer van jaar 14400 m3/s *            |           | 1250   | 200                           | 200   | 200   | 200   | 200         | 200                                               | 100   | 200  | 100  | ca 1000 | ca 400                              | ca 1000 | ca 400 |  |
| verandering gemiddelde jaarlijkse % laagste 7-daagse Rijnafvoer *  |           | 0      | +5%                           | -20%  | +5%   | -20%  | +5%         | +5%                                               | -30%  | +5%  | -30% | +5%     | -20%                                | +5%     | -20%   |  |
| herhalingstijd van een Maasafvoer jaar van 3900 m3/s **            |           | 1250   | 300                           | 300   | 300   | 300   | 300         | 300                                               | 100   | 300  | 100  | ca 1000 | ca 400                              | ca 1000 | ca 400 |  |
| verandering gemiddelde jaarlijkse % laagste 7-daagse Maasafvoer ** |           | 0      | +5%                           | -45%  | +5%   | -45%  | +5%         | +3%                                               | -60%  | +3%  | -60% | +3%     | -30%                                | +3%     | -30%   |  |
| SOCIAAL-ECONOMIE                                                   |           |        |                               |       |       |       |             |                                                   |       |      |      |         |                                     |         |        |  |
| scenario                                                           |           | REF'17 | DRUK                          | STOOM | RUST  | WARM  | Parijs      | voor 2085/2100<br>geen WLO-scenario's beschikbaar |       |      |      | DRUK    | STOOM                               | RUST    | WARM   |  |
| onderliggend WLO-scenario                                          |           |        | WLO-H                         | WLO-H | WLO-L | WLO-L | WLO-H       |                                                   |       |      |      |         |                                     |         |        |  |
| aantal inwoners                                                    | miljoen   | 17     | 19                            | 19    | 16    | 16    | 19          |                                                   |       |      |      | 20      | 20                                  | 15      | 15     |  |
| omvang BBP                                                         | miljard € | 600    | 1320                          | 1320  | 940   | 940   | 1320        |                                                   |       |      |      | 1600    | 1600                                | 900     | 900    |  |
| economische groei                                                  | %/j       |        | 2                             | 2     | 1     | 1     | 2           |                                                   |       |      |      | 2,5     | 2,5                                 | 1       | 1      |  |
| stedelijk gebied                                                   | % opp     | 18     | 20                            | 21    | 18    | 18    | 20          |                                                   |       |      |      | 23      | 25                                  | 21      | 21     |  |
| natuur en recreatie                                                | % opp     | 23     | 26                            | 25    | 24    | 24    | 27          |                                                   |       |      |      | 22      | 20                                  | 20      | 19     |  |
| landbouw                                                           | % opp     | 60     | 54                            | 54    | 58    | 57    | 53          |                                                   |       |      |      | 51      | 51                                  | 56      | 56     |  |



## 4 | Grondslagen en structuur van verhaallijnen

Elke verhaallijn geeft een beknopte en samenhangende beschrijving van het mogelijke toekomstige verloop van klimatologische, sociaaleconomische en andere relevante ontwikkelingen. Hierbij gaat het om ontwikkelingen die zich op mondiaal, Europees en nationaal niveau afspelen. Daarnaast beschrijven de verhaallijnen hoe deze ontwikkelingen ingrijpen op een zestal sectoren en gebruiksfuncties die afhankelijk zijn van het waterbeleid in Nederland en de gevolgen die dat heeft voor zoetwatervoorziening, wateroverlast en waterveiligheid. De sectoren en gebruiksfuncties zijn: verstedelijking, landbouw, natuur, scheepvaart, energie en drink- en proceswater. De autonome ontwikkelingen maken deel uit van de verhaallijnen. De verhaallijnen zijn behulpzaam bij het gebruik van de Deltascenario's. Ze geven de essentie van de scenario's weer en geven uitleg van en betekenis aan de resultaten van de modelberekeningen die zijn uitgevoerd en aan de kaarten die zijn gemaakt.

In de economische groei zijn de scenario's verschillend gemaakt in de manier waarop een grotere schaarste aan grondstoffen, inclusief olie en gas, naar voren komt. Deze schaarste is het gevolg van de snelgroeiende wereldbevolking en economie. De economie in de twee scenario's met een gematigde klimaatverandering, DRUK en RUST, wordt daarom gekenmerkt door een hogere efficiëntie in het gebruik van grondstoffen en energie. Dit is een aanvullend onderscheidend kenmerk voor deze beide scenario's, bovenop klimaatverandering en sociaal-economische ontwikkeling. Deze trend gaat samen met een grotere waardering voor collectieve belangen, een snellere groei van een 'biobased economy', hergebruik van grondstoffen, vernieuwbare energiebronnen: kortom, een meer duurzame economische ontwikkeling.

Een verschil tussen de scenario's met lage groei ten opzichte van die met hoge groei is dat bij hoge economische groei rond 2030 nieuwe koolstofarme technologieën, die nu nog in ontwikkeling zijn, grootschalig worden toegepast. Om welke technologieën het precies zal gaan is onzeker omdat de kostenontwikkeling van deze technologieën nu nog niet kan worden vastgesteld. Voorbeelden zijn de afvang en opslag van CO<sub>2</sub>, nul-emissieauto's (elektrische auto's en auto's op waterstof), Nul op de Meter-woningen bij nieuwbouw en bij renovaties van bestaande bouw.

Op het gebied van zoetwaterbeheer en waterveiligheid zijn tussen 2012, het jaar van de vorige set van Deltascenario's (Bruggeman en Dammers, 2013), en 2017 al diverse maatregelen genomen of gepland. Deze maatregelen zijn opgenomen in de Referentie2017. De ruimtelijke beelden voor de

Referentie2017 zijn gebaseerd op de sociaaleconomische scenario's van 2015. De gegevens stammen grotendeels uit de periode 2012-2014, e.e.a. afhankelijk van het thema.

De verhaallijnen nemen het huidige waterbeleid met Referentie2017 (Hunink et al., in prep.) als vertrekpunt en veronderstellen dat dit beleid tot 2050 wordt voortgezet. 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 het relevant om onderscheid te maken tussen het beleid dat in sterke mate bepalend is in de verhaallijnen (met name het beleid voor zoetwatervoorziening, wateroverlast en waterveiligheid), aanpalend beleid (bijv. op het gebied van de ruimtelijke ordening) en beleid op een lager (regionaal) of hoger (EU of mondiaal) schaalniveau. Voor aanpalend beleid 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. Regionaal beleid zal zoveel mogelijk worden meegenomen in de verhaallijnen om te zorgen dat er een goede aansluiting is met de uitwerking van de verhaallijnen op regioniveau. Het mondiale beleid en het EU-beleid worden als een autonome ontwikkeling opgevat, omdat dit door het nationale waterbeleid (vrijwel) niet beïnvloedbaar is. Het mondiale en Europese beleid varieert net als de andere autonome ontwikkelingen per verhaallijn. Voor variant DRUK-Parijs gelden expliciet de afspraken in het klimaatakkoord en het beleid dat op basis van die afspraken nu in EU-verband wordt uitgewerkt. Nederland heeft zich hieraan gecommitteerd en werkt aan een Integraal Nationaal Energie- en Klimaatplan dat gereed moet zijn in 2018. De op dit moment beschikbare ETS<sup>4</sup>, niet-ETS- en LULUCF<sup>5</sup>-afspraken die vanaf 2021 ingaan zijn in deze variant het uitgangspunt.

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 2050. Voor een aantal aspecten is er een voorzichtige doorkijk naar het jaar 2100 gemaakt. De reden hiervoor is dat de fysieke investeringen een periode van vele decennia bestrijken en alleen tegen hoge kosten kunnen worden aangepast of verwijderd. De verwachte klimaatverandering heeft eveneens betrekking op de lange termijn.

<sup>4</sup> EU Emissions Trading System

<sup>5</sup> Land use, land use change and forestry

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 de impact 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 relatief sterk dynamisch zijn.

Om dit probleem hanteerbaar te maken, is de eeuw in tweeën geknipt. Deze aanpak is ook gevolgd in de Deltascenario's uit 2013. Voor de periode tot 2050 is het 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 periode na 2050 gaan de onzekerheden te veel overheersen. Daarom worden als benadering de redeneerlijnen en de logica van voor 2050 eenvoudig doorgezet. Hiermee wordt voor de periode van 2050 tot ca 2100 een verloop verkend dat de bandbreedte van de opgaven voor waterveiligheid, wateroverlast en zoetwatervoorziening uit de scenario's nog verder vergroot.



## 5 | Verhaallijnen van Deltascenario's in kernpunten

### DRUK

- Hoge mondiale economische groei
- Snelle mondiale energietransitie
- Trage mondiale klimaatverandering
- Hoge nationale economische groei
- Trage klimaatverandering in Nederland
- Compacte verstedelijking in hoge dichtheden in de Randstad en daarbuiten met ruimte voor groen
- Landbouw: twee richtingen: intensivering, maar ook circulair/natuur-inclusieve landbouw. Areaal neemt af met 9%.
- Natuurareaal neemt toe met 17%, snelle toename ecosysteemdiensten in agrarisch gebied
- Meer grootschalige natuurgebieden
- Meer (innovaties in) binnenscheepvaart
- Forse toename van het vervoer over water
- Toenemend aandeel van hernieuwbare energie in alle sectoren, het sterkst in elektriciteitsproductie
- Afbouw elektriciteitscentrales in het binnenland; toepassing CCS bij nieuwe centrales aan de kust
- Door groei bevolking en lichte toename zakelijk verbruik lichte toename van vraag naar drink- en proceswater
- Grotere opgaven voor waterveiligheid als gevolg van de economische groei
- Veranderingen in de opgave voor zoetwatervoorziening zijn divers, per saldo iets kleiner
- Variatie in rivierafvoeren ongeveer gelijk aan Referentie2017

### STOOM

- Hoge mondiale economische groei
- Late en beperkte mondiale energietransitie
- Snelle mondiale klimaatverandering
- Hoge nationale economische groei
- Snelle klimaatverandering in Nederland
- Sterke, verspreide verstedelijking in lage dichtheden met name in de Randstad met weinig ruimte voor groen
- Meer intensivering en schaalvergroting van landbouw, focus op kostenreductie via schaalvergroting. Areaal neemt sterk af, met 11%.
- Natuur voor mensen en bebouwing in bestaande natuurgebieden. Areaal neemt toe met 13%
- Meer en grootschaliger binnenscheepvaart
- Toename vervoer over water geremd door klimaatverandering
- Snelle transitie naar hernieuwbare bronnen voor elektriciteitsproductie
- Afbouw van elektriciteitscentrales in het binnenland
- Voor overige energievoorziening slechts beperkte energietransitie en langdurige afhankelijkheid van fossiele brandstoffen
- Sterke stijging van vraag naar drink- en proceswater
- Veel grotere opgaven voor waterveiligheid
- Veel grotere opgaven voor zoetwatervoorziening
- Rivierafvoeren variëren veel meer dan in Referentie2017.

### RUST

- Achterblijvende mondiale economische groei. Veel verschillen tussen landen
- Snelle mondiale energietransitie
- Trage mondiale klimaatverandering
- Bescheiden nationale economische groei
- Trage klimaatverandering in Nederland
- Beperkte, compacte verstedelijking; na 2030 krimp en meer spreiding over het land
- Landbouwareaal neem iets af, met 3%. Intensivering en schaalvergroting domineert, maar ook ruimte voor circulair/natuur-inclusief en grondgebondenheid
- Areaal natuur neemt toe met 8%. Aandacht voor ecosysteemdiensten in agrarische gebied
- Toename van het vervoer over water evenredig met de (beperkte) economische groei
- Toenemend aandeel van hernieuwbare energie in alle sectoren, het sterkst in elektriciteitsproductie
- Afbouw elektriciteitscentrales in het binnenland; toepassing CCS bij nieuwe centrales aan de kust
- Lichte daling van de vraag naar drink- en proceswater
- Kleinere opgaven voor waterveiligheid
- Kleinere opgave voor zoetwatervoorziening
- Rivierafvoeren variëren niet veel sterker

### WARM

- Achterblijvende mondiale economische groei. Veel verschillen tussen landen
- Late en beperkte mondiale energietransitie
- Snelle mondiale klimaatverandering
- Bescheiden nationale economische groei
- Snelle klimaatverandering in Nederland
- Beperkte, verspreide verstedelijking; na 2030 krimp en concentratie in de randstad
- Landbouwareaal neemt iets af, met 3%. Minder innovaties. Grootchalig, maar in minder florerende gebieden een extensiever karakter.
- Areaal natuur neemt toe met 8%. Meer natuurgebieden rond steden. Weinig aandacht voor biodiversiteit in de agrarische gebieden
- Toename van het vervoer over water minder dan evenredig met de (beperkte) economische groei, geremd door klimaatverandering
- Snelle transitie naar hernieuwbare bronnen voor elektriciteitsproductie
- Afbouw van elektriciteitscentrales in het binnenland
- Voor overige energievoorziening slechts beperkte energietransitie en langdurige afhankelijkheid van fossiele brandstoffen
- Stabilisatie van de vraag naar drinkwater op het huidige niveau
- Iets grotere opgaven voor waterveiligheid
- Grotere opgaven voor zoetwatervoorziening
- Rivierafvoeren variëren veel meer

Druk

Stoom

Rust

Warm

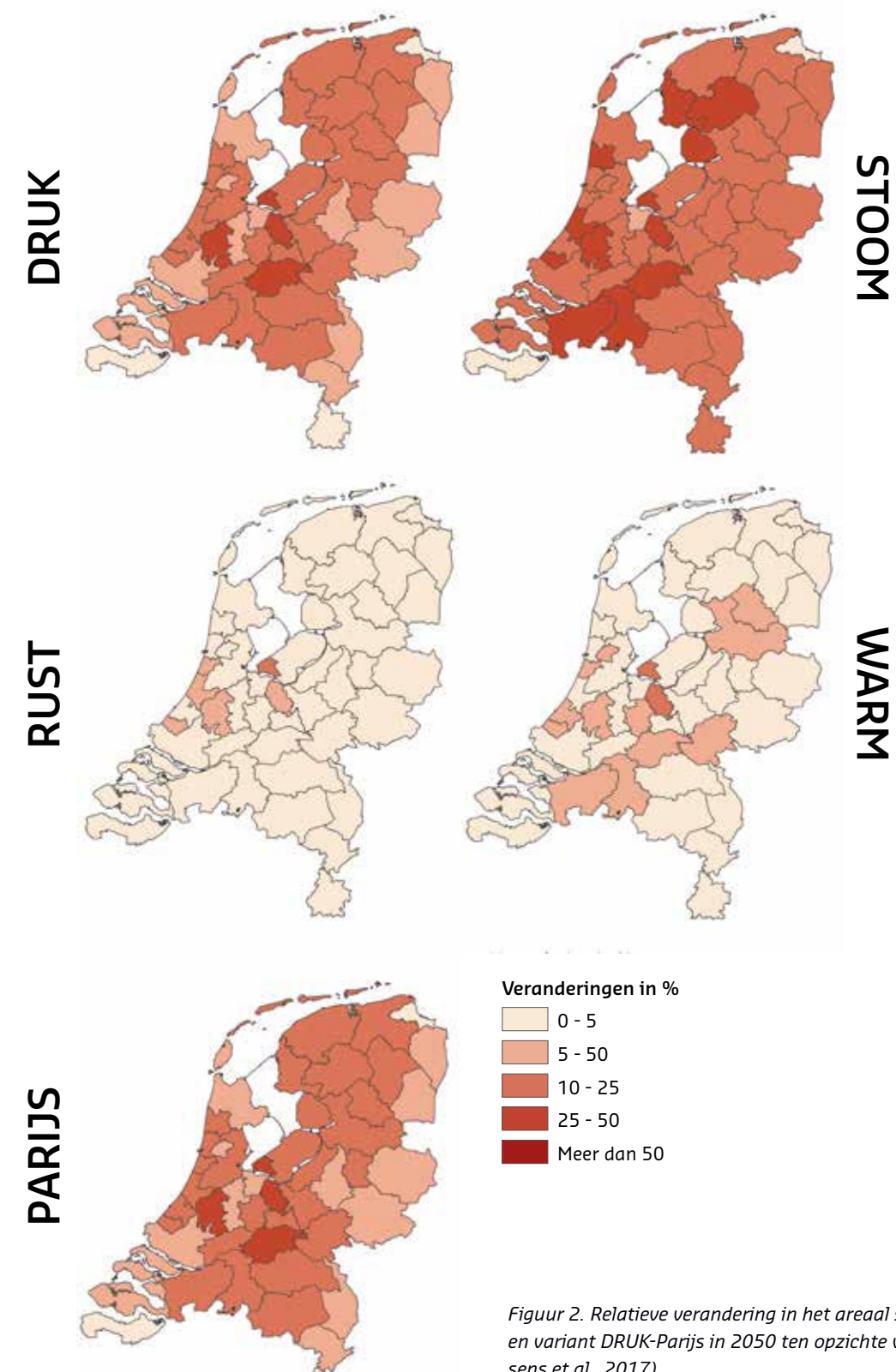


## Variant DRUK-Parijs

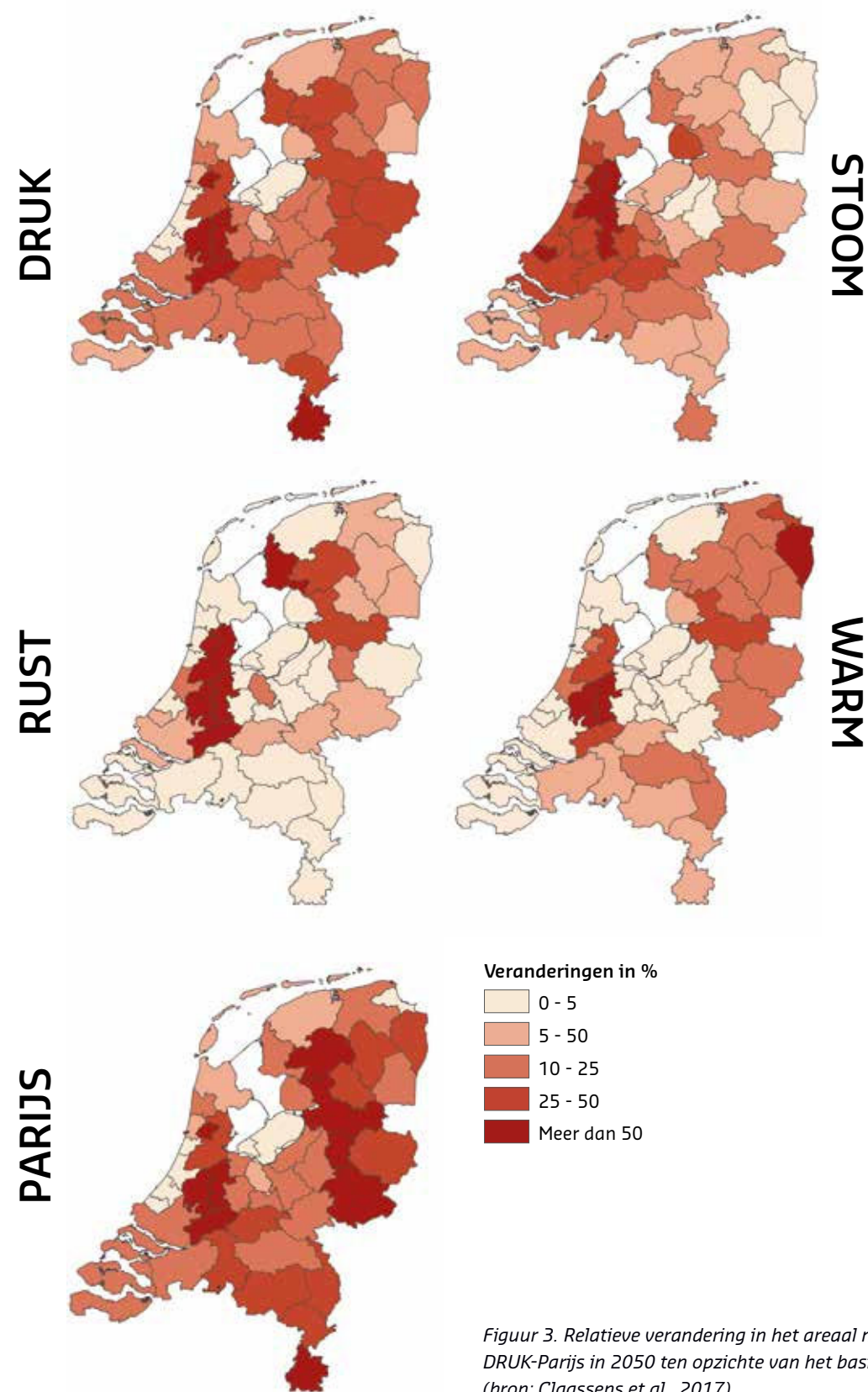
- Hoge mondiale economische groei
- Zeer snelle mondiale energietransitie
- Trage mondiale klimaatverandering
- Hoge nationale economische groei
- Trage klimaatverandering in Nederland
- Sterke, compacte verstedelijking in hoge dichtheden
- Landbouwareaal neemt af met 11%
- Intensieve en efficiënte landbouw. Circulaire landbouw in veenweidegebieden. Tegengaan bodemdaling in veenweidegebieden met onderwaterdrainage
- Areaal natuur neemt toe met 24%
- Meer grootschalige natuurgebieden en meer bossen en houtwallen
- Meer (innovaties in) binnenscheepvaart, forse toename van het vervoer over water
- Toenemend aandeel van hernieuwbare energie in alle sectoren, het sterkst in elektriciteitsproductie

- Afbouw elektriciteitscentrales in het binnenland; toepassing CCS bij nieuwe centrales aan de kust
- Door groei bevolking en lichte toename zakelijk verbruik lichte toename van vraag naar drink- en proceswater
- Opgaven voor waterveiligheid: groter door economische groei, bescheidener door geringe mondiale klimaatverandering
- Veranderingen opgave voor zoetwatervoorziening iets hoger door onderwaterdrainage en groter bosareaal
- Rivierafvoeren variëren niet veel sterker dan in de Referentie2017.

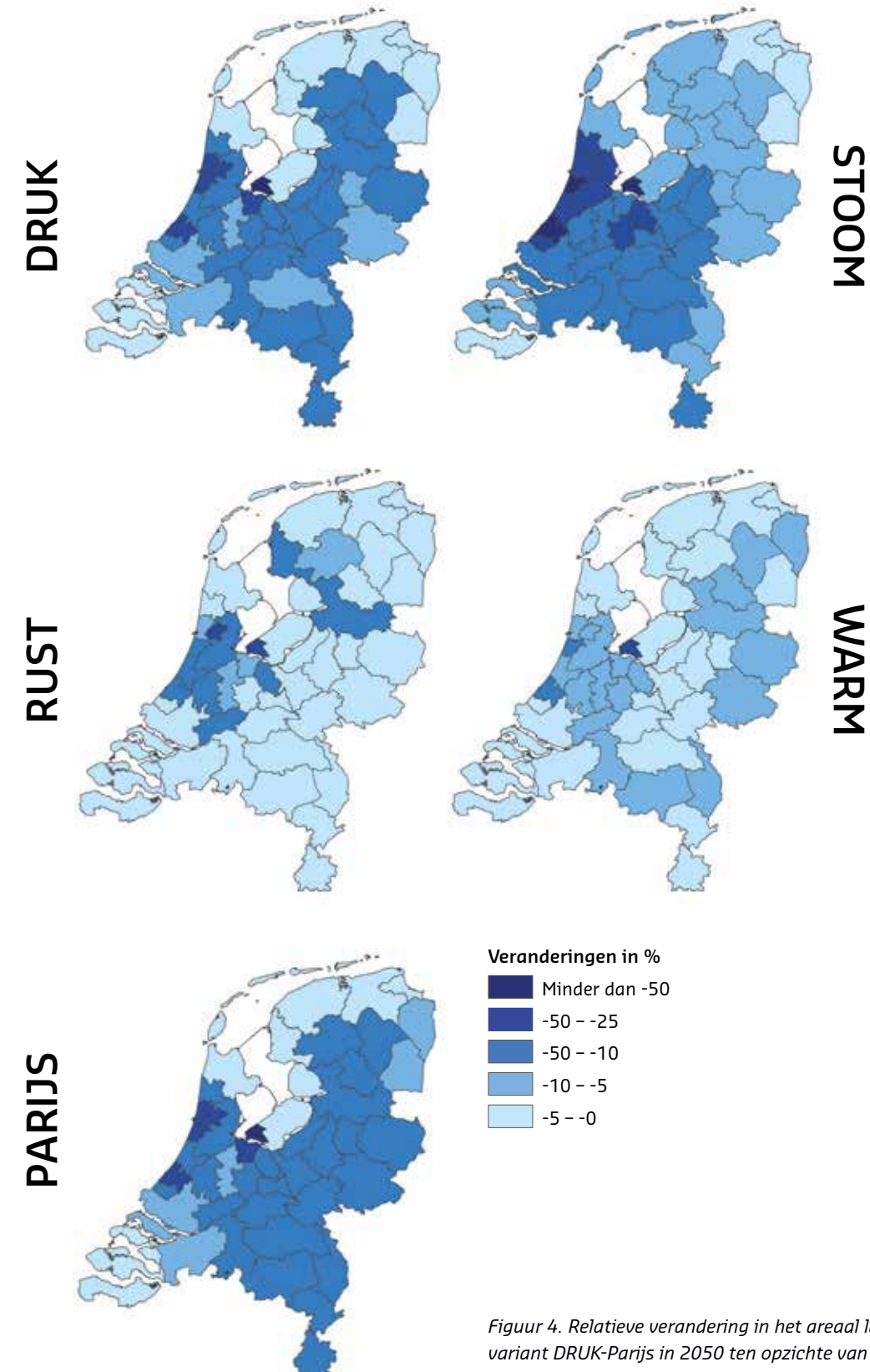
De ruimtelijke doorwerking van de scenario's, samengevat als verandering van de arealen stedelijk gebied, natuur en landbouw per COROP-regio, is weergegeven in de figuren 2, 3 en 4. De ruimtelijke doorwerking van de scenario's, samengevat als verandering van de arealen stedelijk gebied, natuur en landbouw per COROP-regio, is weergegeven in de figuren 2, 3 en 4.



Figuur 2. Relatieve verandering in het areaal stedelijk gebied in de vier scenario's en variant DRUK-Parijs in 2050 ten opzichte van het basisjaar 2012 (bron: Claasens et al., 2017).



Figuur 3. Relatieve verandering in het areaal natuur in de vier scenario's en variant DRUK-Parijs in 2050 ten opzichte van het basisjaar 2012 (bron: Claassens et al., 2017).



Figuur 4. Relatieve verandering in het areaal landbouw in de vier scenario's en variant DRUK-Parijs in 2050 ten opzichte van het basisjaar 2012 (bron: Claassens et al., 2017).



Druk

## 6 | Scenario DRUK

### 6.1 | Verhaallijn in het kort

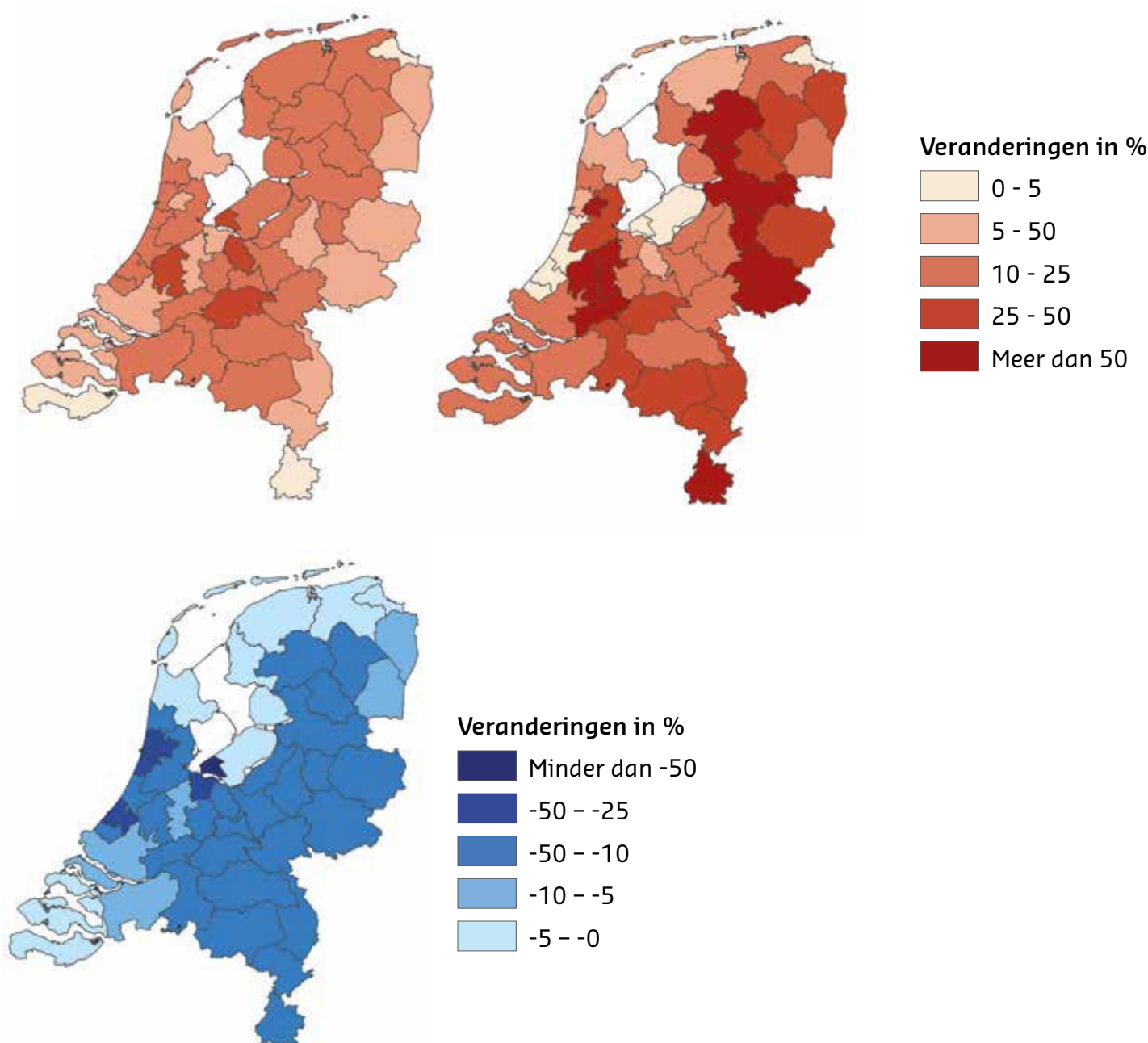
In het scenario DRUK gaan een hoge economische groei en een sterke bevolkingsaanwas samen met een gematigde klimaatverandering. De komende decennia leidt de hoge groei tot een toenemende schaarste aan fossiele brandstoffen, wat aanvankelijk een sterke verhoging van de energieprijzen tot gevolg heeft. Samen met de ambitieuze klimaatafspraken die op mondiaal niveau worden gemaakt, geeft dit een impuls aan de ontwikkeling van duurzame energietechnologie, waardoor nog voor 2050 een mondiale transitie naar een zuinige en koolstofarme energievoorziening plaatsvindt. Daardoor daalt de prijs van fossiele brandstoffen weer, maar de CO<sub>2</sub>-prijs loopt flink op. Een belangrijke rol is weggelegd voor het wereldwijd opvangen en opslaan van CO<sub>2</sub>.

In Nederland groeien de economie en de bevolkingsomvang hard. De bevolking zal de komende

decennia nog blijven groeien dankzij het positieve migratiesaldo: in 2050 wonen in Nederland ruim 19 miljoen mensen, dat is 2 miljoen meer dan nu. De economie groeit met gemiddeld 2 procent per jaar. Vanwege demografische ontwikkelingen, onder andere de vergrijzing en lagere geboortecijfers, zal de groei echter achterblijven bij wat we de afgelopen decennia hebben gezien.

Onderling vertrouwen en internationale samenwerking leiden tot doorzettende globalisering en een toename van de internationale handel. In DRUK worden gemakkelijk afspraken gemaakt en risico's genomen. Het optimisme viert hoogtij. Het stabiele financiële systeem faciliteert de economische groei en ook het onderwijs levert daar een belangrijke bijdrage aan. De technologische ontwikkeling gaat hard en automatisering en robotisering worden gemeengoed.

In de tweede helft van de eeuw treedt er een verschuiving op van de mainports naar de brainports en de greenports.



Figuur 5. Scenario DRUK: Relatieve veranderingen in areaal stedelijk gebied (links boven), natuur (rechts boven) en landbouw (links onder) in 2050 ten opzichte van de referentie.





*De ARA-havens (Antwerpen, Rotterdam, Amsterdam) weten hun concurrentiepositie te handhaven. Bedrijven die op energie-, milieu- en landbouwtechnologie gericht zijn groeien harder. Er ontstaat een steeds 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 en de veranderingen in het neerslagpatroon en de rivierafvoeren blijven beperkt. Het nationale beleid komt enerzijds meer in het teken van EU-beleid te staan en wordt anderzijds 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 zoetwater van hoge kwaliteit, bijvoorbeeld voor de landbouw en de industrie, blijft bestaan. Door innovaties is de landbouw echter minder afhankelijk van wateraanvoer. Doordat de rivierafvoeren niet veel meer variëren dan aan het begin van de eeuw het geval is, ontstaan er geen grote problemen voor de groeiende binnenscheepvaart.*

## 6.2 | Mondiale en Europese ontwikkelingen

De wereldeconomie wordt gekenmerkt door samenwerking en vertrouwen, wat leidt tot verdere globalisering en integratie. Hierdoor blijven de geopolitieke spanningen beperkt. Groei en handel versterken elkaar in de belangrijkste regio's en leiden tot een hogere groei wereldwijd. De Verenigde Staten blijven koploper qua productiviteitsniveau, maar vooral in de tweede helft van de periode profiteert Europa van inhaaleffecten en heeft dan een iets hogere productiviteitsgroei dan de Verenigde Staten. Demografische ontwikkelingen blijven in het voordeel van de Verenigde Staten, waar de vergrijzing minder impact heeft dan in Europa en vooral Japan en China.

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 ertoe dat de mondiale bevolking verder groeit.

Op mondiaal niveau worden er de komende decennia verdergaande afspraken gemaakt om de toename van de CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht te beperken. Het klimaat komt hoog op

de politieke agenda te staan. Dit wordt bevorderd doordat landen naarmate zij welvarender worden meer aandacht aan het milieu gaan besteden. 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).

In scenario DRUK komen rond 2025 stringenter klimaatafspraken tot stand. Als gevolg hiervan loopt de CO<sub>2</sub>-prijs op naar 40 euro per ton CO<sub>2</sub> in 2030 en 160 euro per ton CO<sub>2</sub> in 2050. Ook de prijs van biomassa gaat oplopen. In scenario DRUK wordt beprijzing, ondersteund door normstelling en innovatiebeleid, in mondiaal en Europees kader het belangrijkste beleidsinstrument. Aangezien de internationale samenwerking goed verloopt blijven de geopolitieke spanningen beperkt. Als gevolg hiervan zijn de fossiele brandstofprijzen in dit scenario laag.

Aanvankelijk blijven fossiele brandstoffen een belangrijke rol spelen, totdat er wereldwijd schaarste ontstaat. De toenemende schaarste 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-, zonne-, getijde-energie, geothermie, energie uit zoet-zoutovergangen met membraantechnologie) een steeds belangrijkere rol. Dat geldt ook voor de opslag van koolstof in de bodem en in bossen (zie ook Manders en Tol, 2003). Als gevolg hiervan treedt uiteindelijk een relatieve daling van de energieprijzen op, maar die vormt geen belemmering voor een duurzame economische ontwikkeling (IEA, 2012).

Deze trends en gebeurtenissen brengen met zich mee dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot vooral in de tweede helft van de eeuw aanzienlijk afneemt. Bovendien blijkt de klimaatgevoeligheid – de temperatuurstijging die optreedt als gevolg van een grotere CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht – mee te vallen (Deltares en PBL, 2011; KNMI, 2006, 2012 en 2014). Als gevolg hiervan blijft de mondiale temperatuurstijging beperkt tot 1°C in 2050 en 2°C in 2100.

Het Europese BBP groeit met ruim 2 procent per jaar. In Zuid- en Oost-Europa ligt de groei nog hoger door inhaaleffecten in de arbeidsproductiviteit. Arbeidsmarkten profiteren van het voorspoedige herstel. De aantrekkende vraag naar hun producten trekt de investeringen van bedrijven mee en

schept zo kansen voor nieuwe banen. De werkloosheid valt terug naar het evenwichtsniveau. Door hervormingen neemt het verschil af in de evenwichtswerkloosheid in Frankrijk en Zuid-Europa enerzijds en de rest van de Europese Unie anderzijds.

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 kopgroeiplanden ontstaat er een 'Europa van meer snelheden', wat de besluitvorming binnen de EU ten goede komt (Clingendael en PBL, 2009).

De wereldwijde groei stuwt de vraag naar grondstoffen op. Anderzijds leidt de technologische vooruitgang tot een efficiënter gebruik van grondstoffen waardoor grondstofprijzen stabiel kunnen blijven of zelfs kunnen dalen. Inflatie is stabiel en laag. Een hogere inkomensgroei vermindert de schuldenlast van zowel de particuliere als de publieke sector.



## 6.3 | 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 referentiejaar. De Nederlandse economie profiteert van de mondiale economische groei en technologische ontwikkeling. Bedrijven spelen actief in op de mogelijkheden die de groeiende wereldmarkten en de mondiale transitie in de richting van koolstofarme energie bieden. Het toenemende belang van het Noordwest-Europese kerngebied speelt hierbij ook een voorname rol. Na 2050 treedt er een economische verschui-

ving op van de mainports naar de brainports en de greenports. Dit kan betekenen dat zoetwatervraag toeneemt. Innovatie en efficiëntie zullen dan bepalende factoren worden. 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 hoogopgeleide 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 19 miljoen inwoners in 2050. In het begin van de scenarioperiode neemt de bevolking het snelst toe in de grote steden van de Randstad, maar al snel is er sprake van meer spreiding en vindt een snelle groei ook plaats in andere steden onder andere 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 40 centimeter stijgt en dat het neerslagpatroon iets verandert (KNMI, 2014). Doordat de jaar-op-jaar variabiliteit van de zomerse temperaturen in Nederland toeneemt, stijgt de kans op zomerse hittegolven en langere droogteperiodes licht. 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.

In scenario DRUK variëren de rivierafvoeren aan het einde van de eeuw niet veel meer dan nu het geval is. Omdat het klimaat in het Rijnstroomgebied weinig verandert, nemen de maximale afvoeren slechts toe tot 15.000 m<sup>3</sup>/s in 2050 en 16.000 m<sup>3</sup>/s aan het einde van de eeuw (Deltares en KNMI, 2015). Hierbij wordt verondersteld dat overstromingen in Duitsland voor afvlakking blijven zorgen. Wel neemt de frequentie van extreem hoge afvoeren flink toe; in dit opzicht blijkt er tot 2050 weinig verschil te zijn tussen de scenario's met snelle en trage klimaatverandering (zie



tabel 1 en Deltares en KNMI, 2015). In de zomer en in het voorjaar zal er iets vaker dan nu sprake zijn van extreem lage afvoeren. 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 en wordt meer op innoveren dan op onderhandelen 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 en 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.

## 6.4 | Sectorale en thematische en ontwikkelingen

### Verstedelijking

Door de hoge economische groei en 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. De sterke economische en bevolkingsgroei worden voornamelijk in de meest aantrekkelijke steden opgevangen. Tot 2030 gebeurt dit hoofdzakelijk in de grote steden van de Randstad, maar daarna 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 om-

gaan 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. 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.

Met behulp van de nodige technologische vernieuwingen worden de steden steeds compacter ingericht en worden ze 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. 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 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 versterken.

Het landbouwareaal neemt af, met 9%, door de verstedelijking en uitbreiding van het areaal natuur. Dit geldt zowel voor de melkveehouderij als de akkerbouw. Ondanks deze afname blijft het productieniveau van de grondgebonden teelten gehandhaafd. De intensieve veehouderij neemt af in omvang en productie. Dit komt voort uit eisen rond duurzaamheid en dierenwelzijn. Tot 2050 ontwikkelen de bestaande greenports zich vooral verder tot krachtige clusters waaronder die van de (glas)tuinbouw en bollenteelt.

De landbouw ontwikkelt zich in twee richtingen of sporen:

- Aan de ene kant leidt de toenemende vraag naar voedsel in combinatie met de stijgende voedselprijzen tot een



verdergaande intensivering en schaalvergroting. De samenwerking tussen producent, verwerkers, retail en consument wordt sterker en draagt bij aan verduurzaming van de landbouw. De tuinbouw investeert steeds meer in hoogwaardige productie, zoals glastuinbouw, sier- en boomteelt en fruitteelt, met aandacht voor het milieu. De landbouw maakt veel gebruik van technologische vernieuwingen in de ICT, de robotisering en de genomica. De opbrengsten nemen toe, maar door innovaties leidt dit niet tot een grotere watervraag. Waterkwaliteit wordt steeds belangrijker.

- Aan de andere kant ontstaat er door de toenemende welvaart, de groeiende aandacht voor duurzaamheid en dierenwelzijn en de verdergaande verstedelijking meer vraag naar luxeproducten. Dit geeft een impuls aan de productie van regionale en biologische producten. Dit aandeel groeit richting 20% in 2050. Ook is de landbouw steeds meer ingericht op levering van hernieuwbare energie door mestvergisting, zonnepanelen op de bedrijfsgebouwen en windmolens.

Boeren en tuinders hebben permanent voldoende zoetwater van hoge kwaliteit nodig maar ze zijn daarvoor minder afhankelijk van aanvoer van oppervlaktewater. Innovatie

maakt het mogelijk dat alle sectoren zuiniger met water omgaan.

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 veenweidegebieden wordt het oppervlaktewaterpeil geïndexeerd (dat wil zeggen dat het streefpeil in de waterlopen meezakt met het maaiveld), maar door toename van de vraag naar streek- en/of biologische producten en producten van natte landbouw wilt het verminderen van de ontwatering snel terrein (o.a. door aangepaste peilindexatie en peilfixatie). In gebieden die het meest kwetsbaar zijn voor bodemdaling wordt de ontwatering verminderd en wordt landsbouw in natuur omge-

zet. De verzilting in de laaggelegen gebieden van West- en Noord-Nederland neemt nog steeds toe al wordt deze meer veroorzaakt door bodemdaling dan door de stijging van de zeespiegel. De beperkte temperatuurstijging versnelt de bodemdaling in de veenweidegebieden, maar minder dan in scenario's met een grote klimaatverandering. De bodemdaling in ontwaterde gebieden is gemiddeld 9 mm per jaar. Met peilmaatregelen kan men dit terugbrengen tot gemiddeld 5 mm per jaar.

### 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, klimaatbossen en uiterwaarden). Daarvoor worden zoveel mogelijk de economisch minder rendabele landbouwgronden ingezet. Tegelijkertijd worden via landinrichting meer mogelijkheden gecreëerd voor landbouw op grootschaligere percelen. Hierdoor ontstaat er een scheiding tussen landbouw en natuur, echter op de over-

gangen ontwikkelt de landbouw steeds vaker naar circulair of natuur-inclusief. Ook zijn er landbouwgebieden die meer circulair beheerd worden waardoor er ook ruimte ontstaat voor natuur-inclusieve landbouw. Zo worden beekdalen bij de steden geschikt gemaakt voor waterberging. Sommige natuurgebieden krijgen een meer multifunctioneel karakter.

Door de groei van de streeklandbouw, natuur-inclusieve en biologische landbouw en de toenemende vraag naar duurzame producten worden in sommige regio's juist de kleinschalige landschappen behouden en versterkt. Dit gebeurt onder andere in Drenthe, Twente, 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 groen-blauwe dooradering in deze gebieden wordt gebruikt om de lokale circulaire landbouw te versterken en de beleevingswaarde van het landschap te vergroten. Met landschapselementen wordt een bijdrage geleverd aan natuurlijke plaagbestrijding en bestuiving, ook al kosten deze landschapselementen enige landbouwproductie. Door samenwerking in de keten vindt ook afzet plaats buiten de regio. Bij de steden zijn de landschapselementen eveneens gericht op het tegengaan van wateroverlast en er zijn afspraken gemaakt om in geval van stedelijke wateroverlast nabij gelegen landbouwgebieden te gebruiken voor tijdelijke waterberging.

## Scheepvaart

Door (informatie)technologische ontwikkelingen wordt het steeds gemakkelijker om ladingstromen verder te consolideren. Dat betekent dat steeds meer lading via dikke stromen verloopt waardoor de inzet van grotere en/of beter bezette voer- en vaartuigen mogelijk wordt. Ook biedt dit meer kansen voor optimalisatie van vervoer door flexibele inzet van verschillende transportmodaliteiten (multimodaliteit/synchromodaliteit). Een en ander betekent dat er behoorlijke efficiëntiewinsten te behalen zijn waardoor goederenvervoer trendmatig relatief snel goedkoper wordt. De toename van de omvang van gebundelde stromen maakt een keuze voor spoor en binnenvaart mogelijk.

Het transport via de Hamburg-Le Havre havenrange (HLH-range) houdt gelijke tred met de ontwikkeling van de internationale handelsstromen van en naar Noordwest-Europa. Er is geen sprake van nieuwe verbindingen die een grote verschuiving van de ladingstromen tot gevolg zouden hebben. Het marktaandeel van de Nederlandse havens in de HLH-range blijft behouden. Doordat er sprake is van een hoge economische ontwikkeling is er ook sprake van een relatief grote groei van de ladingstromen via Nederland. 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. Er is sprake van een stevig klimaatbeleid (zie CPB en PBL, 2015b). Dit betekent dat de CO<sub>2</sub>-prijs snel oploopt, dat uitstootnormen stevig worden aangescherpt en dat ook de binnenvaart gaat betalen voor de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Daarnaast zijn er effecten op vervoersstromen van energiedragers (zoals olie, kolen en biomassa). Dit zijn grote vervoersstromen en deze zullen veranderen. 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 bio-plastics (Van Dorsser, 2012). De aanvoer van deze grondstoffen vindt in kleine volumes plaats wat een toename van het aantal zeegaande scheepsbewegingen met zich meebrengt. Doordat de zware industrie 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.

## Energievoorziening

De mondiale afspraken over het beprijzen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot brengen met zich mee dat er in scenario DRUK een snelle transitie plaatsvindt van een energievoorziening die was gestoeld op fossiele brandstoffen naar een zuinige en koolstofarme energievoorziening. In DRUK raken, net als in de andere scenario's het energiegebruik en de economische groei in absolute zin ontkoppeld: het energiegebruik daalt ondanks een groei van de economie. Dit betekent een trendbreuk met het energiegebruik in de periode tussen 1990 en 2013. In 2050 is het finale energiegebruik<sup>6</sup> gedaald met 16% t.o.v. 2013. Deze daling wordt vooral veroorzaakt door verbeteringen in de energie-efficiëntie als gevolg van het gevoerde energie en klimaatbeleid. De rol van gas en transportbrandstoffen in het finale energiegebruik neemt af en die van elektriciteit en hernieuwbare warmte neemt toe. Het aandeel hernieuwbare energie in het finale energiegebruik neemt toe, van ongeveer 5 procent in 2013 tot 20 à 30 procent in 2030 en 40 à 50 procent in 2050. Het aandeel van de fossiele energiedragers neemt af, van ongeveer 95 procent in 2013 tot 75 à 80 procent in 2030 en 60 à 70 procent in 2050. Fossiele energiedragers (kolen, olie en gas) blijven dus heel belangrijk in het primaire energiegebruik<sup>7</sup>. De belangrijke hernieuwbare energiebronnen zijn biomassa, wind, zon, aardwarmte en warmte uit de lucht via de inzet

6 Het finale energieverbruik refereert aan het energieverbruik door de eindgebruiker, waarna er geen energie meer overblijft. Voorbeelden zijn het verbruik van elektriciteit in een wasmachine, benzine in auto's en aardgas in verwarmingsketel.

7 Primaire energie wordt gedefinieerd als de energie die nodig is aan de bron om het uiteindelijke energiegebruik te dekken. Hierin is alle energie inbegrepen die verloren gaat in omzetting, transport, etc.

van warmtepompen. Het aandeel van hernieuwbare energie als grondstof voor niet-energetische toepassingen, zoals de productie van plastics en kunstmest, is gering verondersteld in 2050. Een verschil tussen de scenario's is dat bij hoge economische groei rond 2030 nieuwe koolstofarme technologieën, die nu nog in ontwikkeling zijn, grootschalig worden toegepast. Om welke technologieën het precies zal gaan is onzeker omdat de kostenontwikkeling van deze technologieën nu nog niet kan worden vastgesteld. Voorbeelden zijn de afvang en opslag van CO<sub>2</sub>, nul-emissieauto's (elektrische auto's en auto's op waterstof), Nul op de Meter-woningen bij nieuwbouw en bij renovaties van bestaande bouw.

Nog voor 2030 neemt het aandeel hernieuwbare energie 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 transport, landbouw en vernieuwbare grondstoffen. Cruciaal in deze transitie is de opvang en opslag van CO<sub>2</sub>. In dit hoge groeiscenario met een fors klimaatbeleid wordt 30% van de CO<sub>2</sub>-emissie uiteindelijk duurzaam in de ondergrond opgeslagen.

## 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).

## 6.5 | Effecten op zoetwatervoorziening, wateroverlast en waterveiligheid

De behoefte aan extra zoet water op het landbouwareaal blijft beperkt, als gevolg van de maatregelen die de sector neemt om de zelfvoorziening te vergroten (Deltares, 2012). In absolute zin loopt de zoetwatervraag van de landbouw terug omdat het areaal afneemt. 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 sommige delen van de veengebieden beperkt blijft. Door de beperkte zeespiegelstijging neemt de verzilting in de laaggelegen gebieden in West- en Noord-Nederland licht toe. Het blijft daarom voor de landbouw belangrijk dat er doorspoeling met zoet water plaatsvindt en er ingespeeld wordt op een eventuele toenemende behoefte aan water om door te spoelen. 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 en KNMI, 2015). 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 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 droogteperiodes, die beperkt toenemen, goed worden opgevangen, en dalen de extremen in de lage rivierafvoeren niet sterk.

De binnenvaart stelt stringenter eisen aan de vaardiepte, vanwege de toenemende vraag naar vervoer over water. De vraag naar koelwater voor de energievoorziening neemt door het grote aandeel hernieuwbare energie sterk af.

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



**Stoom**

## 7 | Scenario STOOM

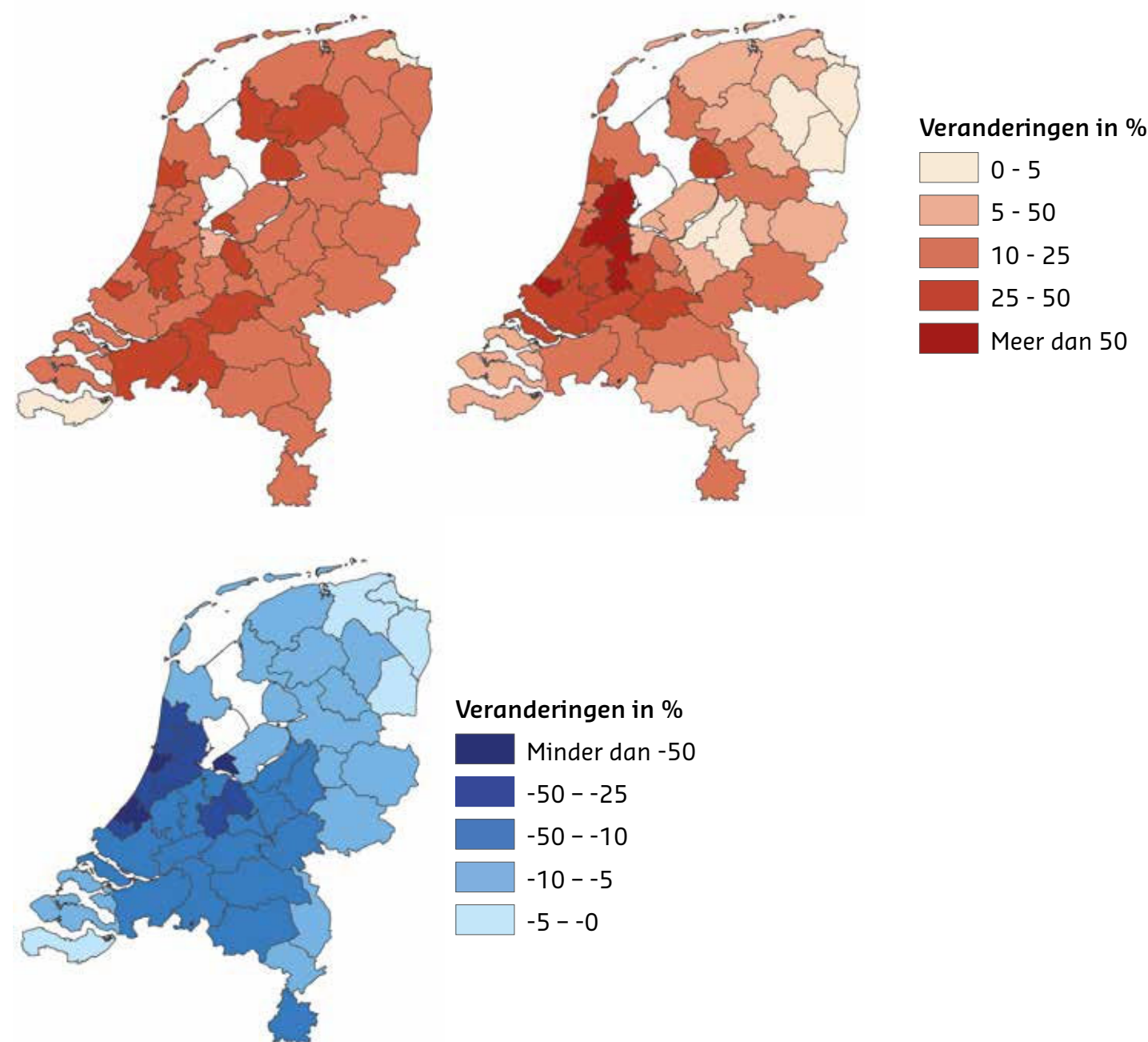
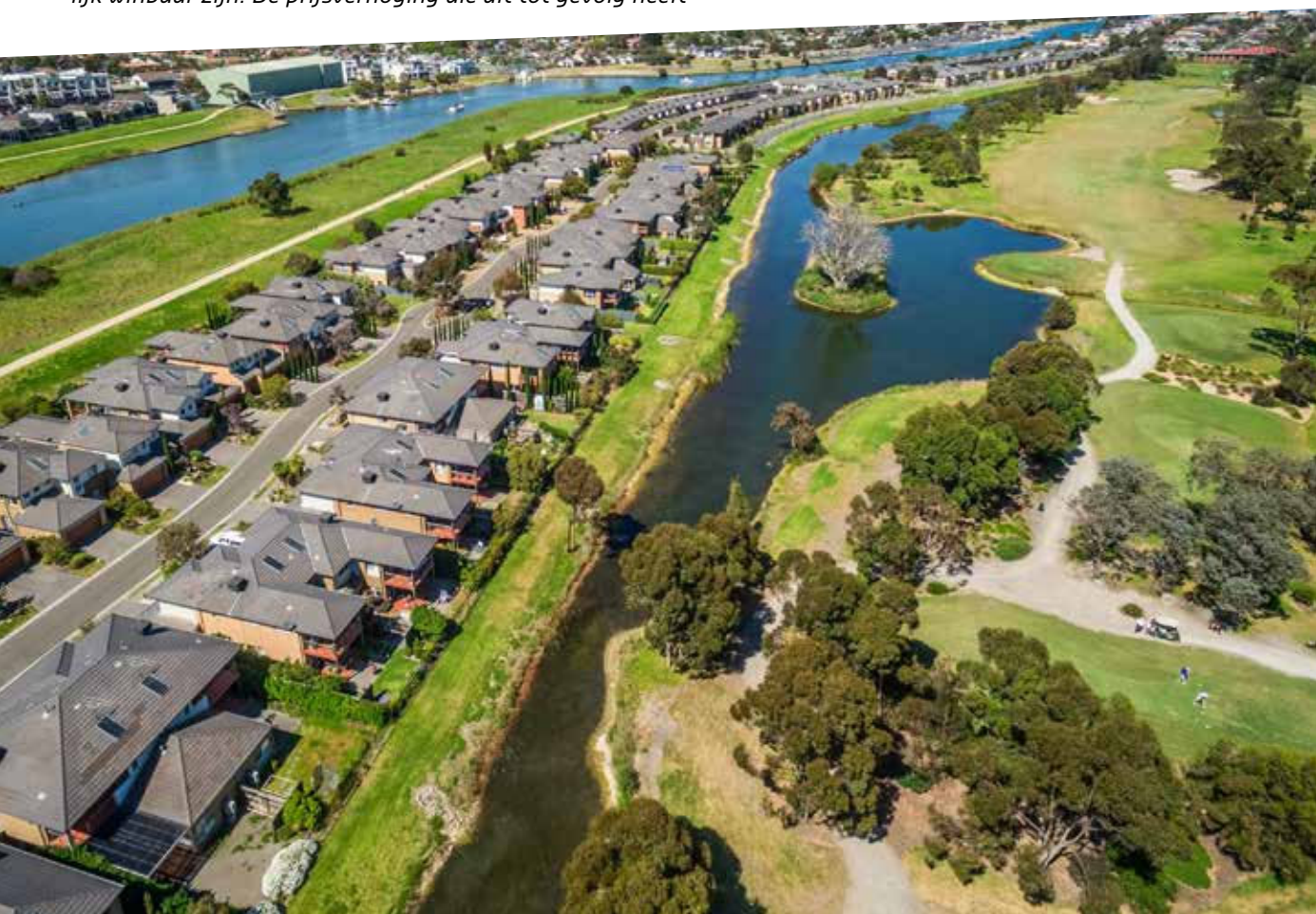
### 7.1 | Verhaallijn in het kort

In STOOM gaan een hoge mondiale economische groei en een sterke bevolkingsaanwas samen met een sterke en snelle klimaatverandering. Ook in Nederland groeien de economie en de bevolkingsomvang hard. De bevolking zal de komende decennia nog blijven groeien dankzij het positieve migratiesaldo: in 2050 wonen in Nederland ruim 19 miljoen mensen, dat is 2 miljoen meer dan nu. De economie groeit met gemiddeld 2 procent per jaar. Vanwege demografische ontwikkelingen, onder andere de vergrijzing en het lagere geboortecijfer zal de groei echter achterblijven bij wat we de afgelopen decennia hebben gezien.

De wereldwijde hoge economische groei leidt tot een toenemende schaarste aan fossiele brandstoffen die gemakkelijk winbaar zijn. De prijsverhoging die dit tot gevolg heeft

maakt kolenvoorraden en olie- en gasvelden die moeilijk exploiteerbaar zijn economisch rendabel. Fossiele brandstoffen blijven daardoor dominant in het primaire energiegebruik. De technologische ontwikkeling gaat hard en automatisering en robotisering worden gemeengoed.

Er wordt in dit scenario weinig samengewerkt op andere gebieden dan handelsbevordering en er is amper sprake van overheidsregulatie. Doordat er geen wereldwijde klimaatafspraken worden gemaakt, vindt er geen reductie plaats van de CO<sub>2</sub> concentratie, hoewel er wel een soort energietransitie optreedt. Dit leidt tot een sterke en snelle klimaatverandering. In STOOM vindt, net als bij de andere scenario's, uiteindelijk een ontkoppeling plaats tussen energiegebruik en economische groei. In STOOM daalt richting 2050 het finale energiegebruik, en neemt het aandeel hernieuwbaar en elektriciteit sterk toe.



Figuur 6. Scenario STOOM: Relatieve veranderingen in areaal stedelijk gebied (links boven), natuur (rechts boven) en landbouw (links onder) in 2050 ten opzichte van de referentie.



*De toename van het goederen- en personenvervoer brengt tot 2050 met zich mee dat het haven-industrieel complex Amsterdam-Rotterdam-Antwerpen floreert. Vooral na 2050 maakt het vaker voorkomen van lage en hoge rivierafvoeren de binnenscheepvaart minder betrouwbaar. Wat energievoorziening betreft blijft Nederland op dezelfde weg doorgaan: hoofdzakelijk gebruik van fossiele brandstoffen, al vindt in de elektriciteitsproductie wel een snelle en sterke omslag naar duurzame opwekking plaats. Er treedt verspreide verstedelijking op en er wordt meer in de groene omgeving gebouwd.*

*In de landbouw, die te maken krijgt met een afname van het areaal met 11%, vinden verdergaande schaalvergroting en intensivering plaats. Het areaal dat berekend kan worden neemt sterk toe, met 55%. De landbouwproductie kan daardoor blijven toenemen maar heeft steeds meer te maken met waterschaarste. Door de laatste twee ontwikkelingen komt de natuur steeds meer onder druk te staan.*

*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. In dit scenario neemt in de winter de neerslag toe, terwijl de zomers juist droger worden. De gespreide verstedelijking stelt steeds hogere eisen aan de ontwatering en aan vaste grond- en oppervlaktewaterpeilen. De bodemdaling in de veengebieden neemt sterk toe.*

## 7.2 | Mondiale en Europese ontwikkelingen

De wereldeconomie wordt gekenmerkt door het ontbreken van samenwerking en geringe regulatie door de overheid. Doordat de mondiale economie sterk groeit en pas aan het einde van de eeuw een wereldwijde energietransitie optreedt neemt de CO<sub>2</sub>-uitstoot in dit scenario sterk toe. Een snelle klimaatverandering is hiervan het gevolg.

In STOOM slaagt de WTO erin om de wereldhandel geleidelijk te liberaliseren. Na 2050 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 na 2050. De BRIC-landen vormen dan belangrijke groeimarkten (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 in STOOM het BBP per hoofd van de bevolking in 2050 bijna drie keer zo hoog als in het referentiejaar.



De klimaatverandering staat in STOOM niet hoog op de politieke agenda. Zij blijkt immers ook positieve gevolgen te hebben. Daarnaast gaan de welvarende landen ervan uit dat zij over voldoende geld en nieuwe technieken beschikken om de negatieve gevolgen op tevangen (Deltaprogramma Rivieren, 2011). De minder welvarende landen hebben onvoldoende invloed om de klimaatverandering op de agenda te krijgen (zie ook Manders en Tol, 2003). Er worden daarom geen mondiale klimaatafspraken gemaakt en rond 2030 wordt duidelijk dat er geen bereidheid is om de bestaande klimaatafspraken verder aan te scherpen. De fossiele brandstofprijzen daarentegen zijn relatief hoog. In dit scenario blijft er in sterke mate sprake van aanvullend nationaal klimaatbeleid, zoals subsidies en nationale normen.

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 pas na 2040 hernieuwbare energie en biobrandstoffen door. Door de enorme vraag naar energie duurt het lang voor dat de steeds goedkopere hernieuwbare energie betekenis gaat krijgen in de energievoorziening. Het energieverbruik neemt echter door de stijgende prijzen wel geleidelijk af.

Er blijkt 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, en KNMI, 2006 en 2009).

Het Europese BBP groeit met ruim 2 procent per jaar. In Oost-Europa ligt de groei nog hoger door inhaaleffecten in de arbeidsproductiviteit. Arbeidsmarkten profiteren van het voorspoedige herstel. De aantrekkende vraag naar hun producten trekt de investeringen van bedrijven mee en schept zo kansen voor nieuwe banen. De werkloosheid valt terug naar het evenwichtsniveau. Door hervormingen neemt het verschil af in de evenwichtswerkloosheid in Frankrijk en Zuid-Europa enerzijds en de rest van de Europese Unie anderzijds.

De Europese economie wordt sterker met de mondiale economie geïntegreerd via handel, buitenlandse investeringen en migratie (Clingendael en 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 concentreert zich op het financiële en economische beleid en heeft minder belangstelling voor andere beleidsterreinen.

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.

## 7.3 | Nationale en regionale ontwikkelingen

In STOOM maakt Nederland, net als veel andere Europese landen eveneens een sterke economische groei door: in 2050 is het BBP per hoofd van de bevolking twee keer zo groot als in het referentiejaar. 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 het minst (Port of Rotterdam, 2011). Door de grote afname van het landbouwareaal is de stijging van de landbouwproductie minder groot dan de afgelopen decennia. De aan de landbouw gerelateerde dienstenkant en maakindustrie stijgt echter wel met name door de export van kennis en productiemiddelen.

De mainports floreren, waaronder het haven-industrieel 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-havenindustrieel complex verliest na 2050 wel marktaandeel in de regio Le Havre-Hamburg vanwege toenemende problemen met de bereikbaarheid via het binnenwater die de gevolgen van de klimaatverandering in het scenario STOOM met zich meebrengen (Van Dorsser, 2012).

De Nederlandse bevolking groeit tot meer dan 19 miljoen inwoners in 2050 (CPB en PBL, 2015). Deze sterke groei wordt vooral veroorzaakt door de grote stromen economische immigranten (kennisswerkers en vaklui) en klimaatvluchtelingen uit minder welvarende landen (Noord-Afrika en Midden-Oosten) die deze kant op komen. De bevolking neemt het snelst toe in de grote steden van de uitdijende Randstad. Er wordt vooral verspreid gebouwd in de omgeving van de Randstad. Er is tot 2050 duidelijk sprake van concentratie in de Randsteden. In de tweede helft van de eeuw groeien ook de steden van onder andere Noord-Brabant en het oostelijk deel van Gelderland.

De rivierafvoeren laten vaker extreme waarden zien. Door het veranderende klimaat in het gehele Rijnstroomgebied moet rekening worden gehouden met afvoeren tot 16.000 m<sup>3</sup>/s halverwege de 21<sup>e</sup> eeuw (Deltares en KNMI, 2015). Door klimaatverandering neemt het aanbod van af te voeren water



bovenstrooms weliswaar verder toe, maar door afvlakking als gevolg van overstromingen in Duitsland is het niet de verwachting dat een hogere afvoer Nederland kan bereiken. Wel neemt de frequentie van extreem hoge afvoeren flink toe; in dit opzicht blijkt er tot 2050 weinig verschil te zijn tussen de scenario's met snelle en trage klimaatverandering (zie tabel 1 en Deltares en KNMI, 2015). Tegelijk is er in STOOM 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 cumulatief neerslagtekort van meer dan 200 millimeter voor.

Ook institutionele ontwikkelingen zijn van belang voor de waterveiligheid, de vermindering van de wateroverlast en de zoetwatervoorziening. In dit scenario wordt uitgegaan van een sterk hervormde publieke sector en decentralisatie van Rijkstaken naar andere overheden, zoals provincies en vooral gemeenten. Ook worden veel overheidstaken overgeheveld naar zelfstandige bestuursorganen en naar de markt (zie ook Williamson, 1998). Op decentraal niveau komt de samenwerking in het teken te staan van het creëren van gunstige vestigingsvoorwaarden voor bedrijven en burgers.

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.

## 7.4 | Sectorale en thematische ontwikkelingen

### Verstedelijking

De hoge economische groei en bevolkingsgroei hebben gevolgen voor de verstedelijking; de klimaatverandering speelt geen grote rol in de besluitvorming. Er wordt 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 (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.

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 ertoe 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 hoofijzer 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. Er is weinig aandacht voor de effecten van de bebouwing op de vereiste grond- en oppervlaktewaterpeilen.

### Landbouw

De klimaatverandering heeft overwegend gunstige effecten op de landbouw in Nederland naarmate de klimaatverandering zich sterker doorzet. Er treden weliswaar meer droogteperiodes op, maar de hogere temperaturen, de verlenging van het groeiseizoen en de hogere CO<sub>2</sub>-concentratie in de lucht dragen ook bij aan meer gewasproductie. De hogere temperaturen en de veranderende neerslagpatronen kunnen tot een verschuiving van gewassen leiden. Daarentegen brengt een minder stabiel klimaat en het vaker voorkomen van ziekten bij hogere temperaturen nieuwe financiële risico's met zich mee.

De groei van de internationale handel leidt tot een toename van de vraag naar landbouwproducten uit Nederland, maar betekent ook meer concurrentie. Vooral buiten de EU neemt de vraag sterk toe. Door de bevolkingsgroei neemt niet alleen in Nederland, maar ook elders de vraag naar voedsel toe (Turrall et al., 2011). De stijgende welvaart leidt bovendien tot een grotere vraag naar luxere landbouwproducten. Door de liberalisering van het landbouwbeleid moeten de Nederlandse landbouwsectoren sterker concurreren met producenten van buiten de EU. Dit leidt tot een verdere intensivering van de productie in Nederland. De landbouw is aan zet in dit scenario.

Hoog-renderende landbouw, zoals de (glas)tuinbouw, groeit (Polman et al., 2012), niet zozeer in areaal, maar wel in productie. Landbouw met een hogere toegevoegde waarde, zoals groente- en fruitteelten, zullen in lijn met de verdringingsreeks prioritair voorzien worden van kwalitatief goed zoetwater. De vollegrondstuinbouw groeit en stelt hogere eisen aan de watervoorziening en waterkwaliteit. De vraag naar water vanuit de grondgebonden landbouw neemt eveneens toe. De melkveehouderij versterkt zijn positie en breidt zich uit in dit scenario, dit gaat ten koste van het areaal akkerbouw. Vooral in Noord- en Oost-Nederland neemt het areaal grasland toe. Zowel melkveehouderij als akkerbouw hebben last van de grote bouwopgave, met name in de Randstad. De intensieve veehouderij stabiliseert zich. De mondiale vraag naar vlees neemt weliswaar toe, maar de transportkosten in verband met de hogere brandstofprijzen eveneens. De landbouw maakt veel gebruik van technologische vernieuwingen in de ICT, de robotisering en de genomica. Dit leidt vooral tot grotere opbrengsten en leidt indirect ook tot besparingen op energie en water. Hogere productie staat

voorop. Door de grotere weersextremen krijgt de landbouw meer met zowel vernatting als verdroging te maken. De zeespiegelstijging leidt in het westen van het land tot meer verzilting.

De landbouw, op een 11% kleinere oppervlakte dan in het referentiejaar (voor landgebruik is dat 2012), vraagt om de (permanente) beschikbaarheid van zoetwater van hoge kwaliteit, terwijl tegelijk de zoute kwel in West- en Noord-Nederland toeneemt. Het beregende areaal neemt met 55% flink toe, terwijl de vraag per beregende hectare toeneemt als gevolg van klimaatverandering.

Door de sterke temperatuurstijging daalt de bodem in de veenweidegebieden meer dan bij het huidige klimaat. In ontwaterde gebieden is deze gemiddeld 30% hoger dan de huidige 9 mm per jaar. Door de grote vraag naar voedsel, concurrentie op kostprijs, maar ook de geringe maatschappelijke aandacht voor klimaatverandering worden geen inspanningen gedaan om de bodemdaling af te remmen. Het





waterbeheer blijft gericht op ontwatering en peilindexatie. Uitzonderingen hierop zijn gebieden die erg kwetsbaar zijn voor bodemdaling en waar productiekosten, vooral arbeid, te hoog zijn. Deze zullen geleidelijk extensievere worden beheerd of overgaan in natuur.

## Natuur

De bestaande natuurgebieden blijven grotendeels behouden, omdat zij belangrijk zijn voor de openluchtrecreatie. 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 evenementen. 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. De biodiversiteit komt door het intensievere gebruik en door de verschuiving van de klimaatzone sterker onder druk te staan. Door de grote welvaartsgroei komt er weliswaar steeds meer geld beschikbaar voor natuurbehoud en -herstel, maar vanwege de grote ruimtedruk die de verstedelijking met zich meebrengt is er in Scenario STOOM minder gelegenheid voor ontwikkeling van nieuwe natuurgebieden dan in Scenario DRUK. De schaalvergroting en de intensivering van de landbouw leiden tot een sterke scheiding tussen landbouw en natuur.

De welvaartsgroei leidt ertoe 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

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 industrie in Europa gevestigd blijft, 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 *inland terminals*.

Mede als gevolg van een hoge economische groei en de zeer beperkte transitie naar een duurzame maatschappij doet klimaatverandering zich steeds sterker gelden. Dit zet een rem op de toename van het vervoer over water. Tot 2050 blijft dit beperkt, maar krijgt het ARA-complex al wel in toenemende mate te maken met bereikbaarheidsproblemen. Vanwege de zeespiegelstijging en de grotere weersextremen moet de Maeslantkering in de Nieuwe Waterweg vaker gesloten worden (Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden, 2011b).

Er is weinig politieke animo voor het verbeteren van de infrastructuur op de kleine vaarwegen en het ontwikkelen van natte bedrijfsterreinen. Desondanks komt multimodaal vervoer als gevolg van de sterke groei van de totale vervoersvolumes toch in beperkte mate van de grond.

De genoemde ontwikkelingen leiden tot een toename van de vervoersvraag over water met 35% tot 2050. Vervoer over water verliest marktaandeel aan weg en spoor, die harder groeien. Vooral na 2050 wordt het verlies aan marktaandeel versterkt door klimaatverandering.

## Energievoorziening

In de energievoorziening blijven in STOOM de fossiele brandstoffen dominant. Door ontdekking van extra voorraden fossiele grondstoffen (steenkool, aardgas, schaliegas, olie uit diepzee en Noordpool, teerzanden) komen er steeds weer, dure maar betaalbare energievoorraden bij. Daarnaast vindt er wel een bescheiden energietransitie plaats en wordt ook hernieuwbare CO<sub>2</sub>-neutrale energiebronnen ingezet en wordt de energie-efficiency in alle sectoren groter. Deze ontwikkelingen zijn vooral ingegeven door kosten en niet zozeer door ambities op het terrein van klimaatmitigatie. De volumegroei leidt er echter toe dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot toch blijft toenemen en bovendien wordt door het ontbreken van klimaatafspraken niet ingezet op het afvangen van CO<sub>2</sub> uit centrales en het duurzaam opslaan ervan in de ondergrond.

Ook in STOOM raken het energiegebruik en de economische groei in absolute zin ontkoppeld (het energiegebruik groeit veel minder hard dan de economie), maar in minder sterke mate dan in DRUK. Dit betekent een trendbreuk met het energiegebruik in de afgelopen decennia. In STOOM is het aandeel hernieuwbaar met 30% fors lager dan in scenario DRUK (waar het in 2050 40 à 50 procent is). In het primaire energiegebruik ligt het aandeel fossiele energiedragers (kolen, olie en gas) in DRUK op 60 à 70 procent, in STOOM is dat in 2050 meer dan 80%.

De transitie naar een zuinige en koolstofarme energievoorziening verloopt traag, maar een uitzondering is de elektriciteitsproductie. Deze sector wordt in alle scenario's snel en goedkoop verduurzaamd, waardoor in 2030 meer dan de helft van de elektriciteit uit wind en zon komt. In 2050 is het aandeel verder toegenomen tot ongeveer 70 procent. Als gevolg hiervan neemt in alle scenario's de vraag naar koelwater tot 2050 af met 80%.

## Drink- en proceswater

De combinatie van grote klimaatverandering en sterke bevolkingsgroei brengt met zich mee dat de vraag naar drinkwater sterk toeneemt. 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.

## 7.5 | Effecten op zoetwatervoorziening, wateroverlast en waterveiligheid

De gespreide verstedelijking stelt steeds hogere eisen aan de ontwatering en aan handhaving van de streefpeilen voor grond- en oppervlaktewater. In natte perioden, die steeds vaker voorkomen, moet veel water snel worden weggepompt en in droge perioden (vooral in de zomer) moet veel water worden aangevoerd. De toenemende verwevenheid van de bebouwing met stedelijk groen stelt hogere eisen aan de waterkwaliteit (laag zoutgehalte). Bovendien wordt de regulering van de waterkwantiteit 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. Het areaal dat berekend kan worden neemt daarom sterk toe, met 55%. 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 rivierafvoer gaat meer variëren. Extreem hoge rivierafvoeren komen 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 droogteperioden veel zoet water aan de rivieren wordt onttrokken en dat er minder water over de grens komt. Dit maakt de binnenscheepvaart minder betrouwbaar, de transportkosten hoger en vergroot de indringing van zout zeewater.

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 droogte 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 laaggelegen gebieden die aan het begin van de eeuw nog onbebouwd zijn (IJsselmeerpolders, Zuidwest-Nederland en Noord-Holland) ook bebouwd, wat een grotere behoefte aan bescherming met zich meebrengt.





Rust

## 8 | Scenario RUST

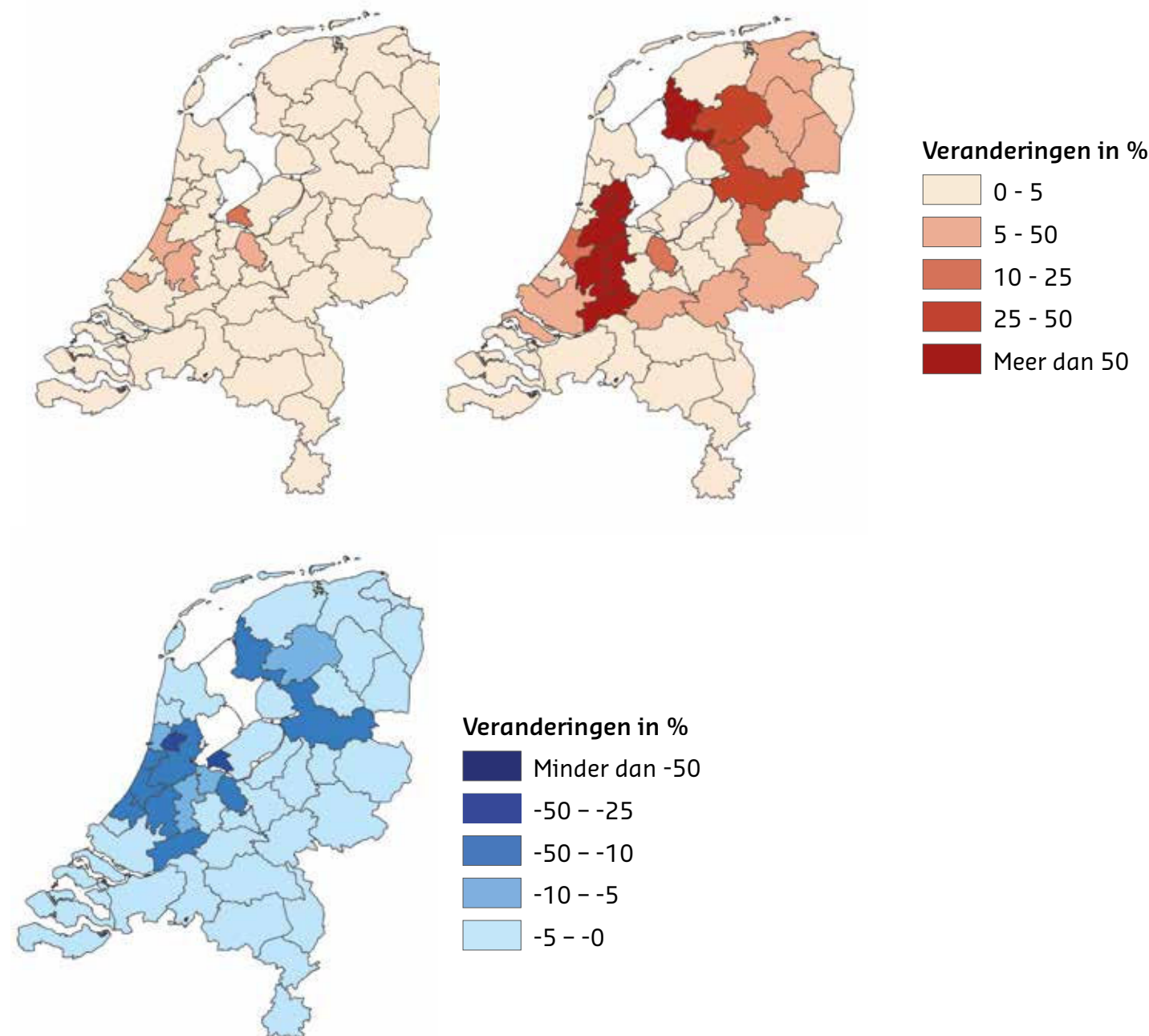
### 8.1 | Verhaallijn in het kort

In RUST gaan een bescheiden economische groei en een daling van het aantal inwoners samen met een trage klimaatverandering. De lage economische groei brengt een relatief beperkte 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 en na te komen. Deze bevorderen de ontwikkeling van nieuwe op energie- en klimaattechnologie gerichte innovaties, die op haar beurt transitie 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 aan kan, is de economische groei lager dan in de Europese Unie en de rest van de wereld. De economie groeit met gemiddeld 1% per jaar;

een laag percentage, dat desondanks leidt tot een toename van het BBP van 40% ten opzichte van de Referentie2017. De bevolkingsomvang blijft tot 2030 stabiel, maar daarna is er sprake van krimp. In 2050 komt de bevolking in dit scenario uit op ruim 16 miljoen mensen. Dit komt door een geringe toename van de levensverwachting, lagere geboortecijfers en een beperkt migratiesaldo.

In scenario RUST is er een duidelijk minder snelle technologische vooruitgang (behalve in de energie- en milieutechnologie). De krimpende bevolking zet een rem op de economische groei en de productiviteitsgroei is beperkt. Bovendien is er gebrek aan samenwerking en vertrouwen, waardoor de groei van de internationale handel beperkt wordt. De overheid is vooral regionaal georiënteerd. Hetzelfde geldt voor de Europese interne markt. Risicopremies zijn hoog en het financiële systeem slaagt er onvoldoende in om groei te faciliteren. Ook de lange tijd belangrijke stuwende rol van de ICT-sector is deels weggefallen.



Figuur 7. Scenario RUST: Relatieve veranderingen in areaal stedelijk gebied (links boven), natuur (rechts boven) en landbouw (links onder) in 2050 ten opzichte van de referentie.



*De betekenis van de Rotterdamse haven neemt langzaam af. Het gebruik van fossiele brandstoffen neemt af en de 'biobased economy' krijgt gestalte. Door de regionale focus komt er meer oog voor het sluiten van kringlopen. De zeespiegelstijging in de Noordzee en de veranderingen in het neerslagpatroon en de rivierafvoeren blijven beperkt. De macht verschuift in dit scenario van Europa, dat meer verdeeld is geraakt, naar de nationale overheden. De noodzaak tot maatregelen tegen klimaatveranderingen is echter een onderwerp dat landen bindt.*

*In dit scenario worden de eisen aan bescherming tegen overstromingen en wateroverlast weliswaar geleidelijk hoger, maar in beperkte mate, als gevolg van de trage klimaatverandering en de beperkte economische groei. De zoetwaterbehoefte van de landbouw en de natuur neemt slechts beperkt toe. 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.*

## 8.2 | Mondiale en Europese ontwikkelingen

In Europa blijft de groei van de interne markt beperkt, doordat de handel richting de Verenigde Staten en Azië verschuift en er een gebrek is aan onderling vertrouwen. De Duitse uitvoer van hoogwaardige technologie en auto's naar de Verenigde Staten en Azië bloeit op. In het kielzog hiervan kan Nederland de uitvoer naar Duitsland op peil houden. Op de arbeidsmarkt is Europa in staat om het ongebruikte potentieel weer in te zetten, maar verschillen in het niveau van de structurele werkloosheid tussen Noord- en Zuid-Europa blijven bestaan. Een gebrek aan structurele hervormingen versterkt de bestaande onevenwichtigheden in de Europese Unie en de kloof tussen Noord en Zuid.

In RUST slaagt de WTO 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 grond-

stoffen 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. Vanwege de zojuist genoemde ontwikkelingen is het BBP per hoofd van de bevolking in 2050 anderhalf keer zo groot als in het referentiejaar en in 2100 bijna vier keer zo groot (CPB, 2012).

De beperkte 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 CO<sub>2</sub> in bossen en over ondergrondse CO<sub>2</sub>-opslag. In een aantal op-eenvolgende rondes worden de afspraken steeds verder aangescherpt (zie ook Manders en 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. Mede als gevolg hiervan vindt er ook in Europa en de 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 gebruik gemaakt van bio-energie uit snel groeiende gewassen (Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden, 2011d).

De transities van de handelsblokken naar groene economieën dragen er toe bij dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot vooral na 2050 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 en PBL, 2011, en KNMI, 2006, 2012 en 2014).

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 (IGEAG 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 beperkt (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.

## 8.3 | Nationale en regionale ontwikkelingen

In RUST is de economische groei van Nederland bescheiden: in 2050 is het BBP per hoofd van de bevolking anderhalf keer zo groot als in het referentiejaar. 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 aan betekenis als wereldhaven, maar blijft als regionale haven voor Noordwest-Europa van belang (Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden, 2011b). Een vergelijkbaar verhaal geldt voor de luchthaven Schiphol. De huidige greenports weten zich tot 2050 te handhaven, maar moeten daarna aan belang inboeten. 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 bevolkingssomvang tot 2030 ongeveer stabiel blijft en dat zij daarna richting 2050 zelfs krimpt. Als gevolg hiervan vergrijsd de bevolking sterk. In de komende decennia gebeurt dit vooral in de dorpen op het platteland binnen de perifere delen van Nederland, zoals Oost-Groningen, Zeeuws-Vlaanderen en Limburg. De steden blijven aantrekkelijk en kunnen zelfs iets toenemen in bevolkingssomvang. Maar daarna treft





deze ontwikkeling ook de steden die minder werk en voorzieningen bieden, ook binnen de Randstad. In 2050 telt Nederland nog 16 miljoen inwoners die verspreid over Nederland vooral in steden woonachtig zijn.

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 2085 ongeveer 25 centimeter stijgt en dat het neerslagpatroon iets verandert (KNMI, 2014). Doordat de jaar-op-jaar variabiliteit van de zomerse temperaturen in Nederland toeneemt, stijgt de kans op zomerse hittegolven en langere droogteperiodes licht. 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.

In scenario RUST variëren de rivierafvoeren aan het einde van de eeuw niet veel meer dan nu het geval is. Omdat het klimaat in het Rijnstroomgebied weinig verandert, nemen de maximale afvoeren slechts toe tot 15.000 m<sup>3</sup>/s in 2050 en 16.000 m<sup>3</sup>/s aan het einde van de eeuw (Deltares en KNMI, 2015). Hierbij wordt verondersteld dat overstromingen in Duitsland voor afvlakking zorgen. Wel neemt de frequentie van extreem hoge afvoeren flink toe; in dit opzicht blijkt er tot 2050 weinig verschil te zijn tussen de scenario's met snelle en trage klimaatverandering (zie tabel 1 en Deltares en KNMI, 2015). In de zomer en in het voorjaar zal er iets vaker dan nu sprake zijn van extreem lage afvoeren.

Naast economische, sociale en klimatologische ontwikkelingen zijn institutionele ontwikkelingen belangrijk voor de waterveiligheid, de vermindering van de wateroverlast en de zoetwatervoorziening. Na de decentralisatie-, de-regulerings- 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 maat-

schappelijke organisaties steeds meer wisselende coalities met elkaar 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.

## 8.4 | Sectorale en thematische ontwikkelingen

### Verstedelijking

In RUST is de verstedelijking erg gematigd en na 2030 treedt niet alleen op het platteland, maar ook in een deel van de steden krimp op. Door de lage economische groei en de lage bevolkingsgroei 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. Dit gebeurt 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 afneemt.

De meer aantrekkelijke steden verspreid over het land weten zich tot 2050 goed 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. Richting 2050 krijgen ook de grotere 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 als eerste 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 meer 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 referentieniveau ligt. Na 2050 raakt het wegennet op diverse locaties over-gedimensioneerd. 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 het geval, omdat onderhoud en beheer naar verhouding te duur worden.

### Landbouw

Door de beperkte groei van de wereldhandel wordt de internationale agrologistiek minder belangrijk. Het principe 'local for local' wordt steeds belangrijker. Vernieuwingen binnen de landbouw worden dan ook meer gericht op betaalbare lokale en regionale productie, dicht bij de consumenten in Nederland en Noordwest-Europa en met kortere ketens. Hierdoor neemt de afhankelijkheid van de import van grondstoffen voor bijvoorbeeld krachtvoer uit Latijns-Amerika af. Het areaal aan landbouwgrond daalt maar weinig (met 3%) door de bevolkingskrimp en de daling in de vraag naar bouwgrond

voor woningen. Hoewel de internationale concurrentiekracht en het innovatievermogen minder worden, blijft de grondgebonden landbouw efficiënt gebruikmaken van de beschikbare grond. 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, die geleidelijk duurzamer wordt, weet zich goed te handhaven op de goede landbouwgronden. Het karakter van de akkerbouw ontwikkelt zich geleidelijk naar twee sporen. Enerzijds vindt nog enige intensivering en schaalvergroting plaats om de kosten te beperken, anderzijds is er op de minder goede of voor uitspoeling kwetsbare gronden plaats voor een meer circulaire en minder op hoge input gestoelde landbouw. De melkveehouderij blijft grondgebonden. Door de stijgende energieprijzen, de afnemende concurrentiekracht op de wereldmarkt en het stringenter EU-beleid ontkomt de intensieve veehouderijen niet aan een sanering en moet deze inkrimpen. Dit geldt met name 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 minder rendabel.

De druk op het watersysteem neemt door de beperkte klimaatverandering maar weinig toe. Toch wordt de landbouw wat betreft het watersysteem flexibeler (Polman et al., 2012). Als onderdeel van de circulaire en/of verbrede landbouw worden gronden op sommige locaties gebruikt om water zoveel mogelijk 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 de gebieden langs de kust.

In scenario RUST blijft het areaal veenweidegebieden grotendeels behouden. Doordat er sprake is van geringe klimaatverandering en minder druk als gevolg van verdere intensivering van de melkveehouderij, verandert de snelheid van bodemdaling niet en blijft deze gemiddeld 9 mm per jaar. Het huidige peilbeheer blijft gehandhaafd, er is geen inspanning vanuit klimaat of biodiversiteit om het beheer te wijzigen. In gebieden die erg kwetsbaar zijn voor bodemdaling wordt de landbouw minder intensief, krijgt agrarische natuur meer kans of verruigt landbouwgrond tot natuur. Dit zet een rem op de bodemdaling ter plaatse.

### Natuur

Door de lage economische groei zijn er relatief weinig publieke en private middelen beschikbaar om in natuurbehoud of ontwikkeling te investeren. Dit neemt niet weg dat de midelen 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 natuurbeleid wordt minder sturend en meer volgend dan het huidige beleid. Natuurontwikkeling is vooral gericht op ecosysteemdiensten voor de circulaire 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.

In de stedelijke kernen verspreid over Nederland wordt het stedelijke groen uitgebreid. In wijken die worden aangelegd of herstructureerd 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 groenge-

bieden versterkt.

### Scheepvaart

Als gevolg van een lage mondiale economische groei en een succesvolle globale transitie naar een duurzame maatschappij (mede door stimuleringsmaatregelen in groene infrastructuur) lukt het om de ergste effecten van klimaatverandering af te wenden. Ten aanzien van de infrastructuur kan verwacht worden dat de Rijn bevaarbaar blijft en dat er in beperkte mate geïnvesteerd zal worden in een duurzame opwaardering van de grotere nationale en internationale vaarwegen.

De Rotterdamse haven verliest in dit scenario aan betekenis als wereldhaven vanwege de afname van het goederen- en personenvervoer, wat op zijn beurt wordt veroorzaakt door het stagneren van de mondiale economie en de wereldhandel (vgl. Port of Rotterdam, 2011). Deze neergaande trend wordt versterkt doordat de betekenis van Noordwest Europa als economisch kerngebied afneemt (vgl. IGEAT e.a., 2006). Als regionale haven voor Noordwest-Europa blijft Rotterdam wel van belang (Deelprogramma Rijnmond-Drechtsteden, 2011b). Vanwege de lagere kosten en de kleinere milieubelasting handhaaft het transport via water en per spoor zich ten opzichte van het transport via de weg.

Tot 2050 blijven de totale overslagvolumes in de zeehavens toenemen (Van Dorsser, 2012). De petrochemische industrie gaat in eerste instantie over op 'liquified natural gas' (LNG) als grondstof en later vooral op de duurzame productie (uit geïmporteerde grondstoffen) van biobrandstoffen en bioplastics. Deze trend brengt de aanvoer van een groter aantal kleinere volumes met zich mee. Doordat de zware industrie 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 regionale positie binnen de Le Havre – Hamburg regio echter wel te behouden en zelfs te versterken. De nieuwe achterlandterminals, de verbetering van de kwaliteit van het vaarwegennet en de rivierwaterafvoeren die weinig veranderen spelen hierbij een voornaamse rol. De binnenscheepvaart weet zijn positie in de doorvoer van goederen ten opzichte van de weg en het spoor te handhaven. Dit geldt vooral voor zijn aandeel in het diepzeecontainervervoer. Daarnaast versterkt het zijn positie in het continentale containervervoer.

De genoemde ontwikkelingen leiden tot een toename van de vervoersvraag over water met 20% tot 2050. Deze toename is echter beduidend minder dan die van het BBP.

### Energievoorziening

De mondiale afspraken over het beperken van de CO<sub>2</sub>-uitstoot brengen met zich mee dat er in scenario DRUK een snelle transitie plaatsvindt van een energievoorziening die was gestoeld op fossiele brandstoffen naar een zuinige en koolstofarme energievoorziening.

In RUST raken, net als in de andere scenario's, het energiegebruik en de economische groei in absolute zin verder ontkoppeld: het energiegebruik daalt ondanks een groei van de economie. Dit betekent een trendbreuk met het energiegebruik in de periode tussen 1990 en 2013. In 2050 is het finale energiegebruik gedaald met meer dan 20% t.o.v. 2013. Deze daling wordt veroorzaakt door verbeteringen in de energie-efficiëntie als gevolg van het gevoerde energie- en klimaatbeleid. De rol van gas en transportbrandstoffen in het finale energiegebruik neemt af en die van elektriciteit en hernieuwbare warmte neemt toe. Het aandeel hernieuwbare energie in het finale energiegebruik neemt toe, van ongeveer 5 procent in 2013 tot 20 à 30 procent in 2030 en 40 à 50 procent in 2050. Nederland gaat hierin goed mee en loopt op sommige terreinen zelfs voorop, bijvoorbeeld op het gebied van transport en energie, landbouw en energie, en vernieuwbare grondstoffen. Het aandeel van de fossiele energiedragers neemt af, van ongeveer 95 procent in 2013 tot 75 à 80 procent in 2030 en 60 à 70 procent in 2050. Fossiele energiedragers (kolen, olie en gas) blijven dus nog wel belangrijk in het primaire energiegebruik.

De belangrijke hernieuwbare energiebronnen zijn biomassa, wind, zon, aardwarmte en warmte uit de lucht via de inzet van warmtepompen. Het aandeel van hernieuwbare energie als grondstof voor niet-energetische toepassingen, zoals de productie van plastics en kunstmest, is richting 2050 bescheiden.

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 en vormen zij 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).

### 8.5 | Effecten op zoetwatervoorziening, wateroverlast en waterveiligheid

De waterbehoefte van de landbouw en de natuur per ha stijgt maar weinig doordat de klimaatverandering beperkt blijft. De bodemdaling in de veengebieden blijft bestaan, maar door de rem op verdere intensivering neemt de snelheid ervan niet verder toe. In een deel van de veenweidegebieden wordt het grondgebruik aangepast en neemt de snelheid van de bodemdaling zelfs af. De verzilting in laaggelegen West- en Noord-Nederland neemt licht 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, 2015). 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 afgevlakt worden voordat ze Nederland 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 geen grote problemen met zich mee.

In RUST neemt de behoefte aan bescherming tegen overstromingen en wateroverlast beperkt toe, door de beperkte klimaatverandering 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.



Warm

## 9 | Scenario WARM

### 9.1 | Verhaallijn in het kort

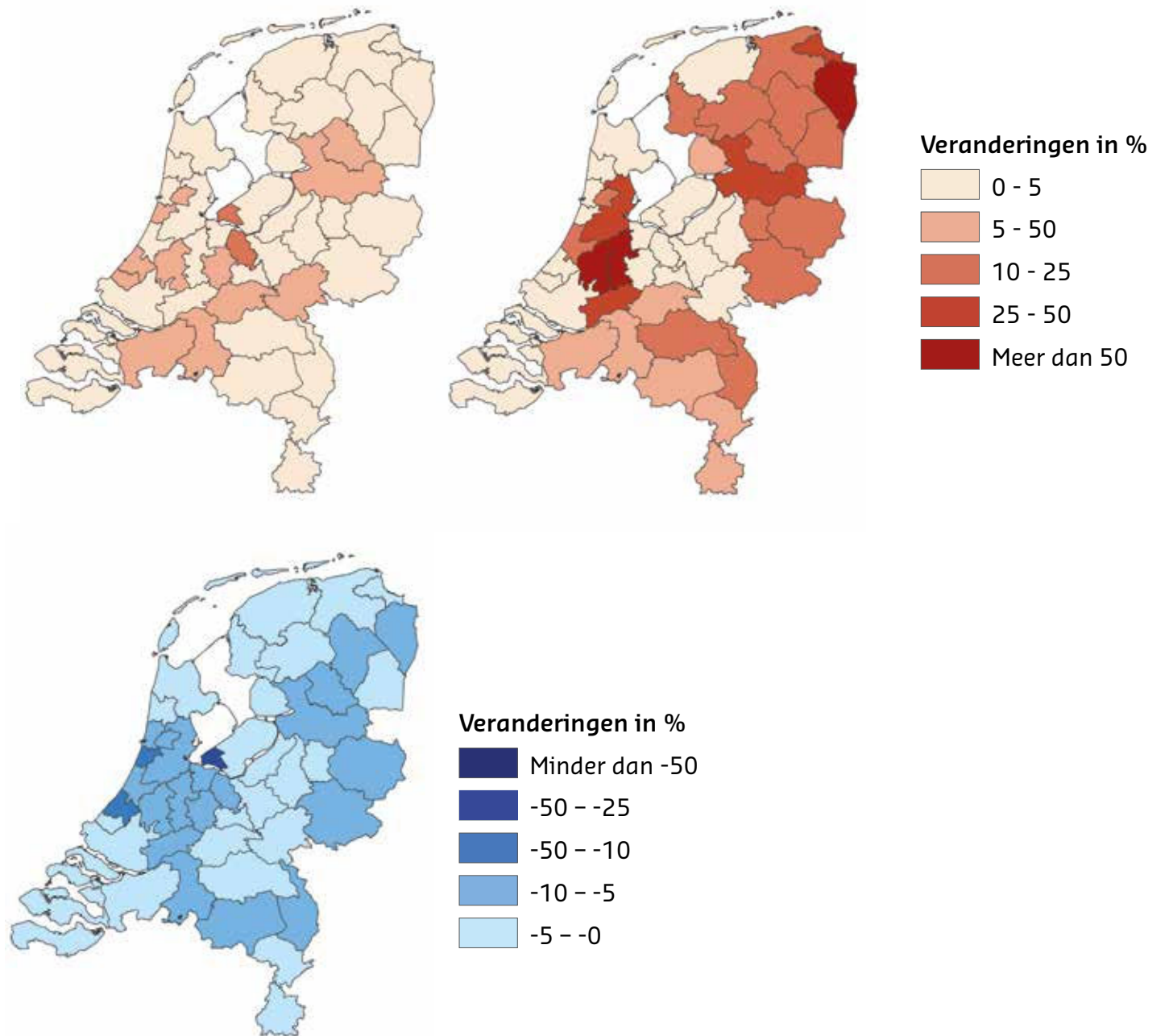
In het scenario WARM gaan een bescheiden economische groei en een daling in de bevolkingsomvang samen met een hoge mondiale bevolkingsgroei en een snelle klimaatverandering. Er worden geen mondiale klimaatafspraken gemaakt en er wordt wereldwijd weinig in nieuwe energietechnologie geïnvesteerd. Als gevolg hiervan blijven fossiele brandstoffen een dominante rol spelen en wordt er geen CO<sub>2</sub> afgevangen en opgeslagen, zodat de CO<sub>2</sub>-uitstoot hoog is.

Doordat Nederland de boot van de kenniseconomie grotendeels mist, is de economische groei lager dan in de omringende landen. De economie groeit met gemiddeld 1% per jaar. De bevolkingsomvang blijft tot 2030 stabiel, maar daarna is er sprake van krimp. In 2050 komt de be-

volking in dit scenario uit op ruim 16 miljoen mensen. Dit komt door een geringe toename van de levensverwachting, een lager geboortecijfer en een beperkt migratiesaldo.

In WARM vindt, net als bij de andere scenario's, een ont koppeling plaats tussen energiegebruik en economische groei. In WARM daalt het finale energiegebruik, en neemt het aandeel hernieuwbare energie toe, echter het aandeel fossiel blijft dominant in het primaire energiegebruik. Het akkoord van Parijs wordt niet nageleefd en dus vindt er ondanks een beperkte overschakeling op duurzame energie geen reductie plaats van de uitstoot van broeikasgassen, met snelle klimaatverandering tot gevolg.

In scenario WARM zet de krimpende bevolking een rem op de economische groei en is de productiviteitsgroei beperkt. Er is gebrek aan samenwerking en vertrouwen, waardoor internationale handel stagneert. Dit geldt ook voor de Europese interne markt. Risicopremies



Figuur 8. Scenario WARM: Relatieve veranderingen in areaal stedelijk gebied (links boven), natuur (rechts boven) en landbouw (links onder) in 2050 ten opzichte van de referentie.



*zijn hoog en het financiële systeem slaagt er onvoldoende in om groei te faciliteren.*

*De Rotterdamse haven en de luchthaven Schiphol spelen geleidelijk een steeds geringere mondiale rol. Door de lage economische groei en de bevolkingskrimp vindt verpaupering van steden plaats en lopen er dorpen leeg. De innovatie in 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 opgave voor bescherming tegen overstromingen en wateroverlast toe: er is economische groei, al is die laag; de bevolking krimpt; maar de zeespiegel stijgt en intensieve buien en hoge rivierafvoeren komen vaker voor. Plaatselijk neemt de behoefte van de landbouw aan een betrouwbare zoetwatervoorziening toe. Het areaal waarvoor boeren beregeningsinstallaties hebben aangeschaft en dat beregend kan worden neemt zeer fors toe, met 60%. Op de locaties in de veengebieden die nog als landbouwgrond in gebruik zijn, daalt de bodem snel. Dit leidt tot nieuwe knelpunten zoals kwel en verzilting, waardoor delen van het veenweidegebied uiteindelijk niet meer voor de landbouw gebruikt worden. De rivierafvoeren variëren sterk als gevolg van de klimaatverandering. Door de droger wordende zomers kunnen de rivieren niet altijd meer worden bevaaren en kan niet altijd worden voldaan aan de vraag naar water voor beregening.*

## 9.2 | Mondiale en Europese ontwikkelingen

In Europa stagneert de interne markt doordat het zwaartepunt van de handelsstromen verschuift naar de Verenigde Staten en Azië en doordat er een gebrek is aan onderling vertrouwen. De Duitse uitvoer van hoogwaardige technologie en auto's naar de Verenigde Staten en Azië bloeit op. Op de arbeidsmarkt is Europa in staat om het ongebruikte potentieel weer in te zetten, maar verschillen in het niveau van de structurele werkloosheid tussen Noord- en Zuid-Europa blijven bestaan. Een gebrek aan structurele hervormingen versterkt de bestaande onevenwichtigheden in de Europese Unie en de kloof tussen Noord en Zuid.

In WARM slaagt de WTO er niet in om de wereldhandel te liberaliseren. 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 en PBL, 2009). Het gevolg is een stagnerende mondialisering en een lage groei van de wereld-economie (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 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 sterfte, 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 in het referentiejaar (CPB, 2012).

Er worden geen wereldwijde afspraken gemaakt over het verder beperken van de klimaatverandering. Door de vertroebelde 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 ertoe 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. De Europese Unie handhaaft haar actieve rol op klimaatgebied, maar ze stelt de uitwerking in het beleid van de 40 procent-ambitie rond 2025 naar beneden bij, vanwege een beperkter draagvlak hiervoor, een lagere economische groei en een minder snelle groei van de broeikasgasemissies. Na 2030 is de ambitie van de Europese Unie om op het gebied van klimaatbeleid een voorlopersrol in te nemen, verdwenen. Omdat de rest van de wereld de broeikasgasemissies niet in hetzelfde tempo wil reduceren, is een actieve rol voor de Europese Unie niet langer zinvol. Vanwege een beperkte internationale coördinatie van het klimaatbeleid, is er ook weinig draagvlak bij de Europese industrie om ambitieus klimaatbeleid te voeren.

Door het uitblijven van mondiale klimaatafspraken en van investeringen in de energietechnologie blijven fossiele brandstoffen tot voorbij 2050 dominant (Van Vuuren et al., 2011). Als gevolg hiervan loopt de CO<sub>2</sub>-prijs in scenario WARM op van 4 euro per ton CO<sub>2</sub> in 2013 naar 15 euro in 2030 en naar 40 euro per ton CO<sub>2</sub> in 2050. De fossiele brandstofprijzen stijgen tot 2050 juist genoeg om winning uit moeilijk winbare kolen-, olie- en gasvoorraden rendabel te maken. Het



gedeeltelijk smelten van de ijskap van de Noordpool helpt hierbij. 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 daarna plaats.

De hiervoor geschetste ontwikkelingen hebben als resultaat dat de CO<sub>2</sub>-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 en tot 2100 met 4 °C (IPCC, 2006, en KNMI, 2006, 2012 en 2014).

## 9.3 | 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 en PBL, 2011). Dit leidt ertoe 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 af van de Rotterdamse haven en die van de luchthaven Schiphol. Na 2050 spelen de verminderde bereikbaarheid van de zeehavens en de verminderde betrouwbaarheid van de achterlandverbindingen als gevolg van klimaatverandering, eveneens een rol. Tegen 2100 hebben beide mainports voornamelijk nog een regionale functie binnen Europa (Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden, 2011b). Doordat kennisintensieve bedrijven Nederland verlaten raken de brainports ook op hun retour.

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 Nederland heeft. Op deze manier komt Nederland in een neerwaartse spiraal terecht. Er treedt bevolkingskrimp op. De bevolkingsomvang daalt tot 16 miljoen in 2050. Als gevolg van deze ontwikkelingen neemt de vergrijzing van de bevolking grote proporties aan. De krimp treft vooral de industriesteden en de kleinere dorpskernen in de perifere gebieden. De bevolking concentreert zich vooral in de Randstad.



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 40 en 80 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.

Extreme rivierafvoeren komen vaker voor. Door het veranderende klimaat in het gehele Rijnstroomgebied moet rekening worden gehouden met afvoeren tot 16.000 m³/s halverwege de 21e eeuw (Deltares en KNMI, 2015). Door klimaatverandering neemt het aanbod van af te voeren water bovenstrooms weliswaar verder toe, maar door afvlakking als gevolg van overstromingen in Duitsland is het niet de verwachting dat een hogere afvoer Nederland kan bereiken. Wel neemt de frequentie van extreem hoge afvoeren flink toe; in dit opzicht blijkt er tot 2050 weinig verschil te zijn tussen de scenario's met snelle en trage klimaatverandering (zie tabel 1 en Deltares en KNMI, 2015). 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 cumulatief 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 en PBL, 2009). Verder wordt er veel en langdurig overlegd, maar worden er weinig besluiten genomen. Het resultaat is dat het Rijksoverheidsbeleid 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 meer manoeuvreerruimte. Hiertegenover staat dat zij de overheden als weinig transparant, slagvaardig en betrouwbaar worden ervaren. Dit leidt tot een juridisering van de relaties. Publiek-private samenwerking en particuliere initiatieven spelen in dit scenario daarom maar een beschei-

den rol. Wel zoeken gevestigde belangenorganisaties en bedrijven samenwerking met lokale en regionale overheden om hun belangen te realiseren (zie ook RPB, 2003).

## 9.4 | Sectorale en thematische ontwikkelingen

### 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 diverse locaties overgedimensioneerd raakt. De hoofdroutes die de belangrijkste steden met elkaar en met het buitenland verbinden blijven worden 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

De klimaatverandering heeft een overwegend gunstig effect op de landbouw, vooral na 2040 als deze sterker wordt. Er treden meer droogteperiodes 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 op beperkte schaal overgeschakeld op hoger renderende mediterrane gewassen en wijnbouw. Dit hangt niet alleen samen met verbeterde teeltomstandigheden, maar ook met problemen door langdurige droogteperiodes en watertekorten in de landbouwgebieden van Zuid-Europa.

Door de lage groei van de wereldhandel en de focus op de kleinere Noordwest-Europese regio wordt de internationale agrologistiek minder belangrijk. Ook wordt er minder geïnvesteerd in innovaties en is minder kapitaal beschikbaar om groei te creëren. De landbouw als geheel gaat zich minder op de mondiale markten richten en meer op die van Noordwest-Europa en de eigen regio. Daardoor neemt de afhankelijkheid van de import van grondstoffen af. De landbouwproductie in Nederland lijkt te stagneren. De kosten van grondstoffen en energie nemen toe. Dit wordt vooral veroorzaakt door de afnemende concurrentiekracht van de grondgebonden landbouw en door de toenemende verzilting van landbouwgrond (zie hieronder) en stijgende beheerskosten voor ontwatering. De intensieve veehouderijen krimpen als gevolg van de te beperkte concurrentiekracht op de wereldmarkt en de stijgende energieprijzen. De intensieve landbouw (groenteteelt op open grond, boomteelt) weet zich wel te handhaven en weet de exportmarkten goed te behouden. De landbouw handhaaft zich op goede landbouwgronden, waar zij een meer grootschalig en extensief karakter krijgt. Er is weinig aandacht voor natuur-inclusieve landbouw of agrarisch natuurbeheer.

De gunstige effecten van de klimaatverandering nemen niet weg dat er ook in Nederland meer risico's op droogteschade ontstaan (Polman et al., 2012). De landbouw is immers ge-



voelig voor extreme weersituaties en kan zich maar beperkt aanpassen. De belangrijkste aanpassing is dat het areaal waarvoor boeren beregeningsinstallaties hebben aangeschaft, met bijna 60% toeneemt. Vooral op de zandgronden kan de beperkte beschikbaarheid van water knelpunten opleveren bij langdurige droogtes, zeker waar geen wateraanvoer mogelijk is. Daarnaast neemt in de Zuidwestelijke Delta, de kuststrook en de diepe droogmakerijen de verzilting toe. Agrarische ondernemers stappen over op minder kwetsbare gewassen. Daarnaast zijn ondernemers die zich op intensieve teelten richten bereid om meer voor zoet water te betalen.

Tot 2050 neemt het areaal landbouw af met 3%. Door scheiding van functies wordt de zoetwatervoorziening minder complex, hoewel het klimaat grilliger wordt.

Door de temperatuurstijging daalt de bodem in de veenweidegebieden onder dit scenario sneller dan in de Referentie2017: gemiddeld met 14 mm per jaar. Peilindexatie kan in WARM niet langer meer worden gehandhaafd. Dit brengt bij deze mate van bodemdaling namelijk steeds meer kosten met zich mee, o.a. met het op hoogte houden van de dijken en het vervangen van gemalen. Kosten die door de lage economische groei moeilijk kunnen worden gedragen. Er ontstaan hierdoor steeds meer veenweidegebieden die vernatten. Deze gebieden krijgen daardoor zowel een agrarische als een natuurwaarde. Melkveehouderij blijft er het belangrijkste landgebruik, maar die past zich geleidelijk aan, bijvoorbeeld door meer jongvee, andere rassen en door als nevenactiviteit bijvoorbeeld natte teelten w.o. de teelt van riet of lisdodde.

## 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, bijvoorbeeld voor al-

lerlei vormen van openluchtrecreatie. 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

Uitgangspunt is dat de havens in de HLH-range en de Nederlandse havens daarbinnen hun marktaandeelen behouden binnen de relevante goederenstromen. Het aandeel van het goederenvervoer dat via het water wordt vervoerd neemt af ten opzichte van de aandelen van weg en spoor.

De totale overslagvolumes in de zeehavens nemen nog beperkt toe (Van Dorsser, 2012). De petrochemische industrie blijft een belangrijke pijler voor de havengebieden in Rotterdam en Antwerpen. Doordat de zware industrie zich veelal in Europa blijft vestigen, blijft de aanvoer van bulkgoederen een belangrijke rol spelen. De grotere hubs in de Le Havre – Hamburg regio, zoals Rotterdam en Antwerpen, weten hun positie te handhaven, ondanks de doorzettende klimaatverandering die de bereikbaarheid van de zeehavens beperkt en de achterlandverbindingen via het water minder betrouwbaar maakt. Hierbij speelt ook een rol dat er weinig in het vaarwegennet wordt geïnvesteerd.

## Energievoorziening

Ondanks de matige economische groei worden in WARM toch hernieuwbare energiebronnen geïntroduceerd (al blijft de toepassing ervan beperkt) en worden processen energie-efficiënter, maar fossiele bronnen blijven het belangrijkste. Doordat in WARM geen klimaatafspraken zijn gemaakt blijft de concentratie van CO<sub>2</sub> toenemen en is er sprake van snelle klimaatverandering.

Ook in WARM raken het energieverbruik en de economische groei in absolute zin ontkoppeld (het energieverbruik neemt veel minder sterk toe dan de economie), maar in minder sterke mate dan in DRUK en RUST. Dit betekent een trendbreuk met het energieverbruik in de afgelopen decennia. In WARM is het aandeel hernieuwbaar met 30% fors lager dan in scenario DRUK (waar het in 2050 40 à 50 procent is). In het primaire eindgebruik ligt het aandeel fossiel energiedragers (kolen, olie en gas) in DRUK op 60 à 70 procent, in WARM is dat in 2050 meer dan 80%.

De transitie naar een zuinige en koolstofarme energievoorziening verloopt traag, maar een uitzondering is de elektriciteitsproductie. Deze sector wordt in alle scenario's snel en goedkoop verduurzaamd, waardoor in 2030 meer dan de

helft van de elektriciteit uit wind en zon komt. In 2050 is het aandeel verder toegenomen tot ongeveer 70 procent. Als gevolg hiervan neemt in alle scenario's de vraag naar koelwater tot 2050 af met 80%.

## 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.

## 9.5 | Effecten op zoetwatervoorziening, wateroverlast en waterveiligheid

De behoefte van de landbouw aan betrouwbare zoetwatervoorziening neemt toe als gevolg van klimaatverandering: grotere kans op droge perioden en sterkere verzilting in westelijk Nederland. Het potentieel beregende areaal neemt met bijna 60% toe en dat heeft een flinke verzwaring van de wateropgave tot gevolg. Sommige landbouwgewassen die momenteel in Zuid-Europa voorkomen worden op termijn ook

in Nederland geteeld. In droge perioden zal het gebruik van zoet water uit de rivieren ook bovenstrooms toenemen. 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.

Door de droger wordende zomers kunnen de rivieren niet altijd meer worden bevaaren.

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 en zullen extreem hoge rivierafvoeren, die door de klimaatverandering vaker voorkomen, alleen in afgevlakte vorm Nederland bereiken. Hoge rivierafvoeren komen echter vaker voor.

In WARM neemt per saldo de opgave voor bescherming tegen overstromingen en wateroverlast toe: er is economische groei, al is die laag; de bevolking krimpt; maar de zeespiegel stijgt en intensieve buien en hoge rivierafvoeren komen vaker voor.





Druk

## 10 | Variant DRUK-Parijs

### 10.1 | Samenvatting

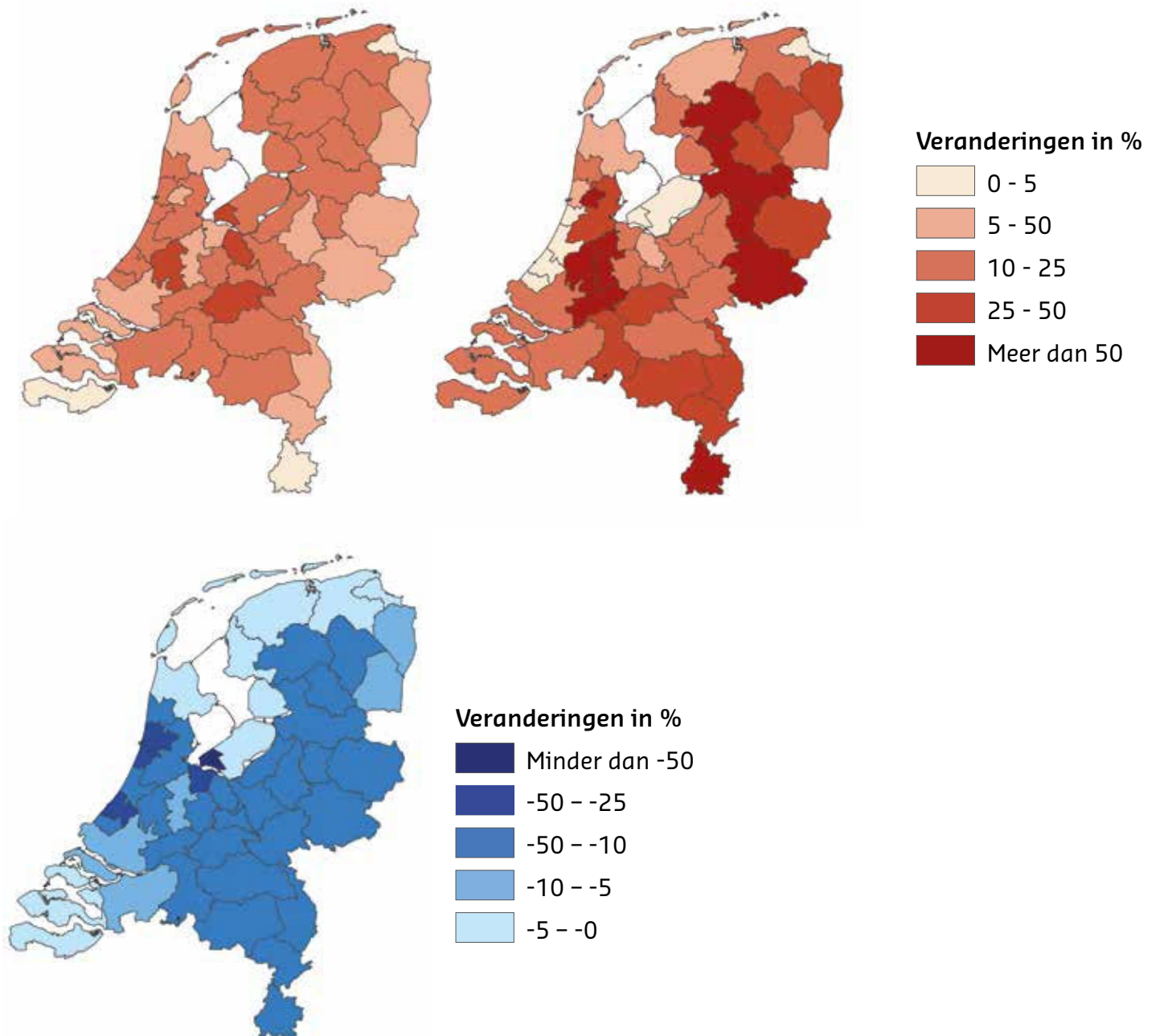
In de variant DRUK-Parijs gaan een hoge economische groei en een sterke bevolkingsaanwas samen met een zeer gematigde klimaatverandering. De afspraken die in 2015 in het Akkoord van Parijs zijn gesloten om in 2100 de temperatuurstijging te beperken tot 1.5 °C wordt mondiaal nageleefd. Concreet betekent dit dat er maatregelen worden genomen om in 2050, gerekend ten opzichte van 1990, een emissiereductie te realiseren van 95%.

Onderling vertrouwen en internationale samenwerking leiden tot doorzettende globalisering en een toename van de internationale handel. Het nationale beleid komt enerzijds meer in het teken van EU-beleid te staan en wordt anderzijds verder gedecentraliseerd. Het stabiele financiële systeem faciliteert de energietransitie en er is sprake van duurzame

economische groei. Het onderwijs levert daar een belangrijke bijdrage aan. De technologische ontwikkeling, vooral rond duurzame energietechnologie, gaat hard en automatisering en robotisering worden gemeengoed in alle sectoren.

In Nederland groeien de economie en de bevolkingsomvang hard. De bevolking zal de komende decennia nog blijven groeien dankzij het positieve migratiesaldo: in 2050 wonen in Nederland ruim 19 miljoen mensen, dat is 2 miljoen meer dan nu. De economie groeit met gemiddeld 2 procent per jaar. Vanwege demografische ontwikkelingen, onder andere de vergrijzing en lagere geboortecijfers, zal de groei echter achterblijven bij wat we de afgelopen decennia hebben gezien.

Om het doel van Parijs te kunnen halen wordt op alle terreinen ingezet op emissiereductie. Hernieuwbare energie van zon, wind, water en biomassa, maar ook koolstofopvang en ondergrondse opslag (CCS) spelen een cruciale rol in deze



Figuur 9. Scenariovariant DRUK-Parijs: Relatieve veranderingen in areaal stedelijk gebied (links boven), natuur (rechts boven) en landbouw (links onder) in 2050 ten opzichte van de referentie.



*transitie. Emissie door de industrie wordt in deze variant negatief en compenseert andere bronnen waar het veel lastiger is om tot een volledige reductie te komen. De emissie van de elektriciteitsopwekking, de warmtevraag (o.a. van kassen) en de energievraag van transport komen niet helemaal uit op nul. De emissiereductie van de landbouw, met name de veehouderij blijft steken op 50%. De emissie van landgebruik, nu netto een bron van CO<sub>2</sub>, gaat naar nul en kan zelfs negatief worden (het landgebruik legt dan meer CO<sub>2</sub> vast dan het uitstoot). Dit kan bereikt worden door minder ontwatering van veengebieden en toepassing van onderwaterdrainage aldaar, het tegengaan van ontbossing, productiever bosbeheer, bosaanplant en vastleggen van koolstof in landbouwbodems.*

*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 te handhaven. Bedrijven die bijvoorbeeld op energie-, milieu- en landbouwtechnologie gericht zijn groeien harder. Er ontstaat een steeds grotere behoefte om in aantrekkelijke compact gebouwde steden te wonen en te werken. De technologie maakt het mogelijk om de steden steeds efficiënter en zuiniger in te richten. Het internationale transport, zowel via het water als over de weg en door de lucht, wordt sterk verduurzaamd. Belangrijke natuur, zoals wetlands, krijgt meer aandacht. Natuur wordt meer klimaat-inclusief en draagt zo bij aan het meer vastleggen van koolstof.*

*Door de gematigde temperatuurstijging is er maar een beperkte zeespiegelstijging en blijven de veranderingen in het neerslagpatroon en de rivierafvoeren beperkt. Door de groei van de economie 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 beperkt toe. Het extra areaal bos en toepassing van onderwaterdrainage in veenweidegebieden leiden tot een verhoging van de water-vraag. Precisielandbouw neemt een vlucht en betekent ook efficiënter watergebruik. De productie per ha blijft toenemen en compenseert daarmee het afnemend landbouwareaal. Sectoren vragen wel grotere zekerheid rond zoetwaterbeschikbaarheid en stellen hogere eisen aan de waterkwaliteit. 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.*

## 10.2 | Uitgangspunten

De DRUK-Parijs variant is een onzekerheidsvariant van het

DRUK 2017 scenario, maar dan met als uitgangspunt dat er uitwerking wordt gegeven aan de gevolgen van het ondertekenen van het Akkoord van Parijs. Kort samengevat betekent dit dat de emissiereductieopgaven daarin zijn uitgewerkt. Maar het betekent ook dat de klimaatverandering gematigd zal zijn en gevolgen van klimaatverandering voor de samenleving minder omvangrijk.

Om emissiereductie te kunnen realiseren wordt een spectrum aan maatregelen ingezet, waarvan enkele (m.n. die leiden tot ander landgebruik en aangepast waterbeheer) invloed hebben op het waterbeheer en daarmee mogelijk op de Deltabeslissingen. Er wordt gestreefd naar 95% reductie van broeikasgassen t.o.v. het referentiejaar 1990. De inspanningen omvatten alle maatregelen: besparingen op energiegebruik, inzetten van hernieuwbare bronnen van energie (zon, wind, water, biomassa) en inzetten van CO<sub>2</sub>-opslagstechnologie. In dit rijtje passen ook aanpassingen in het landgebruik en bodembeheer om zo meer koolstof vast te houden en vast te leggen. Naast emissiereductie gaat het dus expliciet ook om het vastleggen van CO<sub>2</sub> in de ondergrond, in bodems en in vegetatie (waaronder bossen). Vanzelfsprekend wijkt deze DRUK-Parijs variant af van de vier andere Deltascenario's doordat deze variant beleidsrijk is en de vier scenario's beleidsarm. DRUK-Parijs is een beleidsrijk scenario waar alle denkbare maar ook realiseerbare maatregelen aan boord zijn genomen om de doelen van Parijs te halen. De kosten die samenhangen met emissiereductie zullen hoger zijn dan verondersteld in het WLO Hoog scenario. Kosteneffectiviteit van de maatregelen zal in de uiteindelijke beslissingen een belangrijke rol spelen. Er is onzekerheid over de vraag hoe nieuwe ontwikkelingen en innovaties de kosten om een ton CO<sub>2</sub>-equivalent te vermijden in de toekomst zullen beïnvloeden. De WLO-studie (CPB en PBL, 2015a) hanteert als kostprijs van CO<sub>2</sub> in het scenario WLO voor het jaar 2050 een prijs van 160 euro per ton CO<sub>2</sub>. In de onzekerheidsvariant van scenario WLO Hoog, waar 2 graden als klimaatdoel is gehanteerd, wordt een bandbreedte gehanteerd van 200 tot 1000 euro per ton CO<sub>2</sub>. De aanname is bij een CO<sub>2</sub>-prijs hoger dan 500 euro per ton het scenario niet meer valide en niet meer intern consistent is. Dit prijsniveau geldt daarom in dit scenario als maximum.

Scenario DRUK 2017 heeft de sociaaleconomische ontwikkeling die is geschetst in het scenario WLO Hoog als basis. Voor de verdere toelichting wordt verwezen naar de omschrijving van scenario DRUK. Hier gaan we specifiek in op de maatregelen die aanvullend worden genomen om te voldoen aan de nationale afspraken rond het Akkoord van Parijs. Deze maatregelen liggen buiten de invloedssfeer van de Deltabeslissingen, maar zijn daarop mogelijk wel van in-

vloed. Voor deze analyse is geput uit twee aan scenario WLO Hoog gelieerde varianten: onzekerheidsvariant 'centraal' en 'decentraal', waarin de ambitie is om de twee gradendoelstelling in 2100 te halen. De onzekerheid zit in de keuze tussen een centrale of een decentrale aanpak van de toekomstige energievoorziening (CPB en PBL, 2015b; CPB en PBL, 2015c). Daarnaast is geput uit het twee gradenscenario 'samen duurzaam', één van de vier scenario's waarmee het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) in samenwerking met HNS landschapsarchitecten de lange termijn ontwikkelingen op de Noordzee en de effecten daarvan op ruimtegebruik en ecologie verkent (PBL, 2017). Deze scenariostudie is uitgevoerd op verzoek van de ministeries van Infrastructuur en Milieu en Economische Zaken. Daarnaast is geput uit de verkenning klimaatdoelen (PBL en ECN, 2017), waarin aan de hand van een indeling in functionaliteiten is verkend welke maatregelen nodig zijn om het 1.5 gradendoel te bereiken.

De verkenning geeft aan langs welke paden de 95% reductie zou kunnen worden bereikt. Aan de besparingskant gaat het dan vooral over (nog) efficiëntere (huishoudelijke) apparaten, efficiëntere industriële pompen en compressoren en efficiëntere verlichting.

## 10.3 | Sectorale en thematische ontwikkelingen

In de variant DRUK-Parijs speelt koolstofopvang en opslag (CCS), al of niet in combinatie met biomassa (BECCS met een negatieve emissies), een essentiële bijdrage aan de emissiereductie. Daarnaast wordt heel fors in gezet op efficiencyverbetering. Deze lijn is al aan het begin van de scenarioperiode ingezet. Er is ook sprake van een verdergaande technische energiebesparing, maar in de meeste gevallen niet tot het maximale potentieel, want sommige besparingsopties zijn relatief duur. Er wordt gekozen voor robuuste opties zoals de elektrificatie van de energievraag en een grote inzet van windenergie, vooral op zee. Inzet op kernenergie lijkt qua kosteneffectiviteit niet veel uit te maken – hoewel de onzekerheden in de kosten op dat punt nadere analyse behoeven – maar zou wel de noodzaak tot inzet van hernieuwbare energie enigszins kunnen verminderen. In DRUK-Parijs ligt de keuze op hernieuwbare energie, waaronder wind, zon, water en biomassa.

Uit een verkenning van klimaatdoelen blijkt dat niet alle sectoren even gemakkelijk de emissie kunnen reduceren (PBL en ECN, 2017). Emissie van de warmtevraag door industrie wordt in deze variant negatief en compenseert zodoende emissie van andere bronnen waar het veel lastiger is om tot een volledige reductie te komen. In de industrie kan men dit bereiken door een combinatie van biomassa

en CCS. De emissie van de traditionele elektriciteitsvraag in huishoudens, diensten en industrie komen uit op nul en de warmtevraag in huishoudens, handel, diensten en overheid, en glastuinbouw en de energievraag van transport komen uit op 5 Mton. De resterende broeikasgasemissie van met name landbouw ligt rond de 10 Mton. Voor deze sector is het lastig naar nul te gaan door de emissie van methaan en lachgas door de veehouderij. Ook de sector landgebruik draagt bij door meer koolstof vast te houden in de veenbodems en meer koolstof vast te leggen in landbouwbodems. Dit kan vooral bereikt worden door een ander beheer en door meer gebruik te maken van organische grondstofstromen. De meeste potentie binnen landgebruik zit in de bosbouw. Door niet meer te ontbossen, door actiever en productiever bosbeheer, door hout duurzaam te gebruiken en door aanplant van bossen en houtwallen kan dit gerealiseerd worden. Daarmee is de sector landgebruik ook één van de sectoren die net als industrie een deel van de lastig te reduceren emissies, zoals van de landbouw, kan compenseren.

## De stedelijke omgeving

In scenario DRUK 2017 is er al veel aandacht voor compacte steden met een efficiënte infrastructuur. Compactheid helpt om tot een laag en efficiënt energiegebruik te komen. Extra inspanningen om energiezuinig te bouwen vinden we wel terug in de aannamen rond reductie in de warmtevraag en energievraag voor transport, zoals hierboven beschreven, maar dit komt niet terug in de ruimtelijke beelden. Indirect zien we deze ook terug in het gebruik van meer hernieuwbare grondstoffen zoals bouwmaterialen afkomstig van inlands hout. Hout is daarbij deels de vervanger van staal en beton. Compactheid van een stad en infrastructuur leidt tot over het algemeen tot een hogere verhardingsgraad. Een direct gevolg daarvan is een extra wateropgave om het water in de steden snel te kunnen afvoeren. Dit is overigens niet altijd even goed mogelijk in de Randstad omdat in de omliggende veengebieden een hoger waterpeil wordt aangehouden ter voorkoming van emissie van CO<sub>2</sub> uit veengronden. Niet alleen in de stedenbouw is sprake van vergroening door het gebruik van duurzame grondstoffen maar ook de groenvoorziening in de stad is rijker dan voorheen. Concreet betekent dit dat er veel meer bomen worden aangeplant in parken en langs lanen en wegen, mede om koolstof op te slaan. In de jongere wijken zullen de daken voorzien zijn van zonnepanelen en groene sedum-daken. De daken dragen bij aan het vasthouden van het regenwater. In de historische binnensteden liggen deze opties minder voor de hand.

## Landgebruik

Landgebruik gaat een grotere rol spelen in de mitigatieopgave. Vanaf 2021 gaat de emissiereductie door slim land-



gebruik *credits* opleveren, die binnen een vastgestelde grens gebruikt kunnen worden om emissies elders te compenseren. Landgebruik is één van de sectoren die in staat zijn om koolstof vast te leggen en zodoende negatieve emissie te realiseren. Binnen landgebruik zijn de drie belangrijkste sub-sectoren: landbouwbodems - zowel de minerale als moerige bodems -, de ontwaterde veengronden en de bossen. In bossen kan meer koolstof worden vastgelegd, in landbouwbodems kan koolstof worden vastgelegd door wijzigingen in het beheer, door minder verandering in landgebruik en door slimmer graslandbeheer. De emissie van veengronden kan door diverse maatregelen in waterbeheer en in de bedrijfsvoering worden gereduceerd.

## Bossen, bomen en houtwallen

In deze DRUK-Parijs variant gaan de bossen bijdragen aan een fors grotere vastlegging van koolstof. Dat is niet altijd primair vanuit het doel van koolstofvastlegging maar ook gericht op de productie van duurzame bouwmaterialen, natuur en landschap en functies zoals water- en luchtzuivering. In deze variant wordt niet meer ontbost en worden bestaande bossen actiever en productiever beheerd ('slim bosbeheer') waardoor de neergaande vastleggingsspiraal wordt doorbroken en de bestaande bossen weer netto steeds meer koolstof gaan vastleggen. Ook wordt er meer aangeplant, ook in bestaande natuurgebieden, en wordt er meer ruimte gegeven aan natuurlijke successie in bestaande natuurgebieden. Ook de natuuruitbreidingen die al waren voorzien in scenario DRUK 2017 zullen meer dan in DRUK uit bos bestaan. In deze variant wordt vooral slimmer omgegaan met de bestaande bossen en natuur en worden de natuurdoelen en klimaatdoelen integraler opgepakt. Ten opzichte van DRUK 2017 is er dus alleen sprake van meer bos binnen de bestaande contouren van het natuureengebied (inclusief de natuuruitbreiding die conform het WLO hoog scenario in DRUK 2017 is voorzien). In totaal is de extra bosbedekking 40.000 ha. Dat is ruwweg 7% meer bos binnen de natuureengebieden. De aanplant zal voornamelijk bestaan uit loofbos. Deze bossen worden beheerd als natuurbos, maar wel met oog voor de betekenis van hout als duurzame grondstof voor de bouw en met oog voor de noodzaak om koolstof vast te leggen. In natuurbossen zal dan ook een hoger aandeel van de jaarlijkse bijgroei in bossen worden onttrokken dan nu het geval is. Daarbij wordt de biodiversiteit in bossen niet geschaad. Mede ook omdat er meer verschillende stadia van successie in de bossen zullen zijn vindt ook verrijking plaats.

Naast de bosaanplant in bestaande natuur zal er ook productiebos worden aangeplant op bestaande landbouwgrond. Dit zullen waarschijnlijk graslanden zijn, die beplant worden met diverse snelgroeiende soorten die goed passen bij de fy-

sieke condities van de bodem en het watersysteem. Op de rijkere zandgronden zal dat voornamelijk douglas spar zijn, op de arme zandgronden dennen, en op de nattere kleirijke gronden voornamelijk snelgroeiende populieren. De bossen die worden aangeplant zijn multifunctionele bossen die bij voorkeur komen in bosrijke gebieden. Door de hoge grondprijs in de stedelijke omgeving zal het aandeel nieuwe bossen nabij de Randstad relatief gering zijn, hoewel bos een hoge recreatieve functie heeft. De hogere kosten en het relatief grote areaal veengronden, dat voor productiebos minder geschikt is, zijn daar bepalende factoren in. De nieuwe aanplant van productiebos is 40.000 ha. Dit gaat ten koste van landbouwgrond.

Aanplant van bomen en bossen heeft gevolgen voor de verdamping. Met name de donkere naaldboutsoorten zoals bijvoorbeeld douglasspar zullen leiden tot meer verdamping, lagere grondwaterstanden en minder afspoeling. Voor loofhout geldt dit in mindere mate. Dit betekent dat waar bossen worden aangeplant er verandering op gaat treden in de waterhuishouding.

In scenario DRUK-Parijs worden ook nieuwe houtwallen aangeplant in agrarische gebieden. Door Europese regelingen o.a. vanuit het GLB en Europese bossubsidies is het mogelijk meer houtwallen in bestaande landbouwgebieden aan te planten. Deze hebben meerdere functies w.o. biomassa-week, koolstofvastlegging, afrastering en schaduw voor het vee, maar betekenen ook nieuwe waarden voor natuur, landschap en recreatie. In totaal zal er 20.000 ha 'bos' aan houtwallen worden geplant. Het hout draagt bij aan de productie van biomassa voor lokale energiecentrales. De houtwallen worden diffuus in het landschap geplaatst: langs wegen, als solitaire bomen in weilanden, als houtwallen en windsingels. Ook in uiterwaarden, voor zover daar ruimte is voor struiken en bomen en er geen negatieve gevolgen zijn voor waterveiligheid, zullen deze zich ontwikkelen.

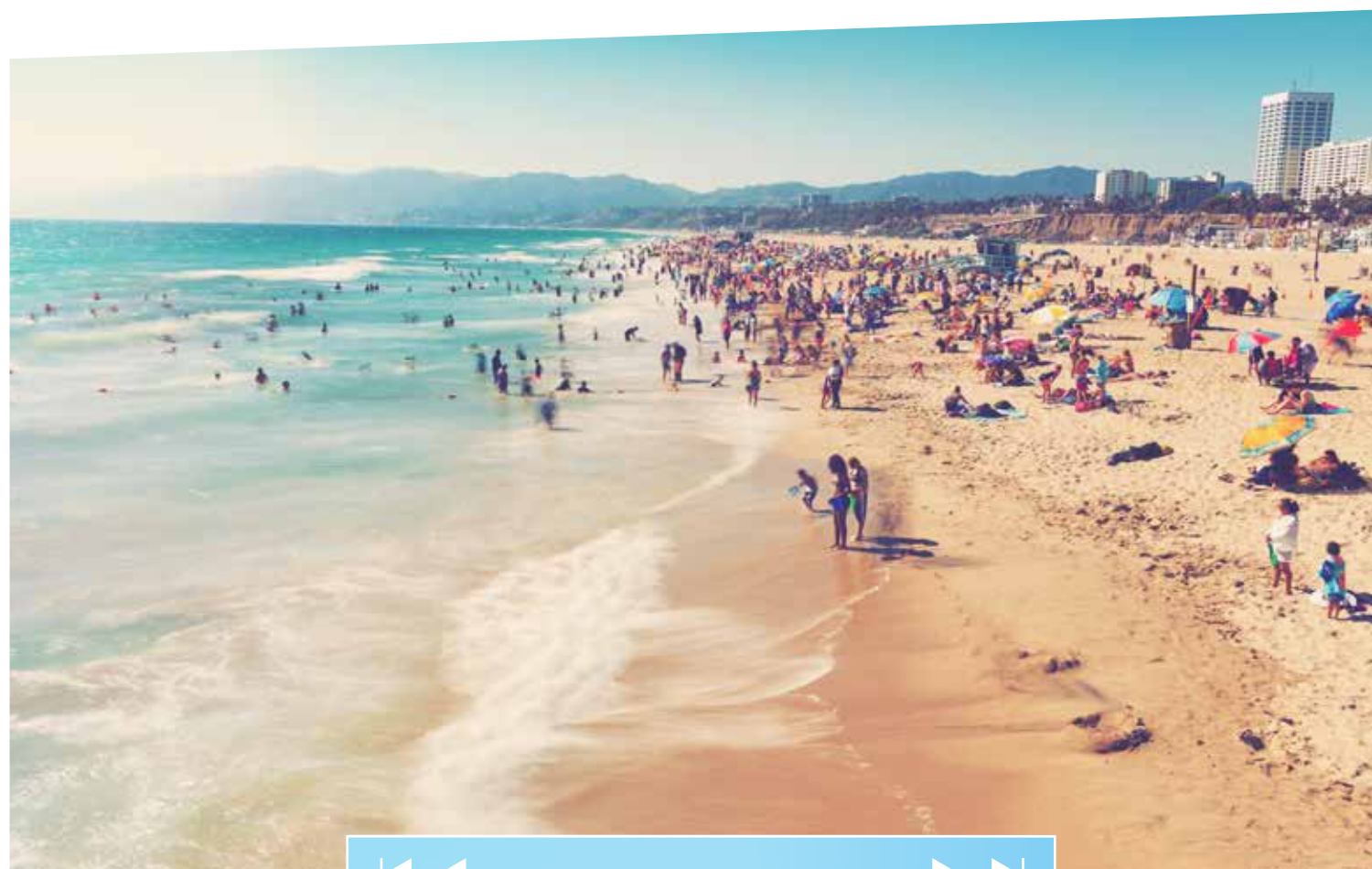
De houtwallen zullen vooral uit loofhoutsoorten en struiken bestaan. De houtwallen zijn niet op kaart of in de modellen zichtbaar te maken, maar vormen een onderdeel van het mozaïek van het agrarische landschap.

## Veenweidegebieden

Een andere verandering in deze variant is de wijze waarop de Nederlandse veenweidegebieden worden beheerd. Het beleid richt zich op een forse vermindering van de bodemdaling. Daarmee wordt gestreefd naar een halvering van de emissie uit veenweidegebieden. Dit wordt gedaan door in te zetten op onderwaterdrainage en door aanpassingen in het peilbeheer. De keuze hangt deels af van bestaande situatie. In gebieden waar onderwaterdrainage kosteneffectief is zal deze techniek worden toegepast. In de overige gebieden zal het peil meer flexibel worden beheerd, al dan niet met een aanpassing van de mate van ontwatering. De grondgebonden melkveehouderij zal meebewegen en inspelen op deze verandering. Dat kan door ander grasland- en slootbeheer of andere veerassen. De waterbeheerders staan voor de opgave deze aanpassing te faciliteren. Dat betekent dat in polders met onderwaterdrainage de watervoorziening geoptimaliseerd zal worden: meer precisie in de aanvoer van water en grotere infrastructuur en buffers om die aanvoer te garanderen. De verminderde bergingsfunctie als gevolg van hogere slootpeilen heeft gevolgen voor het waterbeheer in aanpalende steden. In gebieden met flexibel peilbeheer zal de impact niet zo groot zijn, maar vergt wel een andere aanpak. De verminderde bodemdaling heeft in de veenweidegebieden ook een positief effect op de uitspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater. De aanpassingen in het waterbeheer zullen leiden tot herinrichting van bestaande polders. De meest laaggelegen landbouwgebieden zullen sterk vernateten en deels hun functie voor de melkveehouderij verliezen en in transitie gaan naar natte landbouw of, nabij steden, naar natuur- en/of recreatiegebied.

## Landbouwbodems

Ook de minerale landbouwbodems gaan een rol spelen in het vastleggen van koolstof. Door meer gebruik te maken van vanggewassen, meer permanente gewasbedekking, minder scheuren van grasland, aanvoer van organisch materiaal (compost, reststromen uit natuurgebieden) en grotere retourstroom van afgevoerde biomassa van landbouwgewassen zal de bodem geleidelijk een hoger koolstofniveau bereiken. Dit heeft niet alleen een positief effect op de bodemkoolstofgehalte maar ook op de vochtvashouding. Minerale gronden met een hoger organisch stofgehalte hebben een beter doorlatendheid en een groter vochtvasthoudend vermogen. In een periode van droogte zal beregning minder snel nodig zijn. Daarentegen zal de meer continue bedekking van de bodem ook zorgen voor meer gewasverdamping, met name in het naseizoen. Kijken we naar de ontwikkeling in bodemgebruik dan is er een sterke toename in precisielandbouw. De tuinbouw en bollen- en boomteelt zijn zodanig geoptimaliseerd dat minder bodembewerking plaats vindt,





waardoor niet alleen minder energie wordt verbruikt maar ook de bodemkoolstofvoorraad kan toenemen naar een hoger nieuw optimum.

## *De ontwikkeling van de landbouw*

In deze variant zal het effect van klimaatverandering op de landbouw tot 2050 beperkt zijn omdat de temperatuurstijging beperkt is en de neerslagpatronen door de geringere temperatuurverandering niet fors zullen veranderen. De blijvende aandacht voor het ontwikkelen van optimale genetische rassen zal ervoor zorgen dat de soorten optimaal afgestemd zijn op het klimaat en de teeltomstandigheden in de toekomst. Dit betekent dat droogteresistentie meer dan voorheen zal worden meegenomen als die situatie in de toekomst vaker zal optreden. Innovaties op dit terrein nemen een grote vlucht. Nederland is daarin een koploper.

Met de dalende vleesconsumptie in Nederland neemt het productieniveau van de Nederlandse veehouderij licht terug, en neemt daarbij iets af in ruimtebeslag. De vraag naar vlees en melkproducten vanuit het buitenland, met name in de grote steden in N-W Europa, maar ook landen als China blijft onverminderd hoog. Door technische maatregelen als mestoxidatie, mestvergisting, de langere levensduur van het vee en dus minder jongvee en slimmer voeren worden er uiteindelijk minder broeikasgassen geëmitteerd, maar het lukt uiteindelijk niet de emissie te halveren. Verondersteld is dat volumebeleid niet nodig is en maatregelen in landgebruik de emissie kunnen compenseren. De uitbreiding van het bosareaal heeft lokaal geleid tot een iets kleinere melkveestapel. Er zijn geen veronderstellingen over minder vervoersstromen van grondstoffen voor veevoer vanuit Midden-Amerika. De internationale scheepvaart en luchtvaart zijn vooraan nog niet opgenomen in de het klimaatakkoord van Parijs. De omvangrijke agrarische grondstofstromen vormen een grote onzekerheid. Veranderingen in deze stromen hebben grote consequenties voor met name de intensieve niet-grondgebonden veehouderij.

In scenario DRUK is al sprake van een verschuiving naar meer hoogwaardige groenteteelten en teelt in kassen. De vollegrondstuintbouw, boom-, sier- en bollenteelt volgt het spoor van DRUK 2017. Kassenteelt wordt belangrijker, niet zozeer door toename van het areaal, maar meer door een sterke productiviteitstoename. Deze zal in deze variant verder doorzetten richting meer verticale landbouw. Dat kan zijn meerlaagsteelten in kassen of verticale teelten in gebouwen met vele verdiepingen voorzien van hoogwaardige led-verlichting. Dit zullen gesloten systemen zijn waar optimaal met nutriënten, energie en water wordt opgespongen. De rode draad is dat hightech systemen, meer nog dan



in scenario DRUK, bijdragen aan de productie van voedsel. De noodzaak tot duurzaam grondstoffengebruik is in deze variant nog belangrijker dan in DRUK. Dit houdt ook in dat water optimaal wordt benut en dat er een grote focus is op duurzaam watergebruik en schone retourstromen van water. De investering in toekomstige innovaties is binnen de landbouw gericht op een circulaire samenleving die zuinig omgaat met grondstoffen, waaronder water.

De grote lijn binnen deze variant is een sterke vergroening van het agrarische landschap. Die uit zich in een hogere gewasbedekking, meer landschapselementen en nieuwe bosplantages. In de open veengebieden is sprake van een gemiddeld veel hoger waterpeil en minder bergingsopties. De natuurgebieden worden relatief groener doordat de bos- en boomdichtheid toeneemt. Deze vergroening lijkt forse impact te gaan hebben op de waterhuishouding. Meer bossen, meer biomassa op de akkers, meer verdamping van gras en gedurende een langere periode minder bergingsopties in het veenweidegebied zijn vier voorbeelden van manieren waarop deze variant nieuwe en mogelijk grotere opgaven voor het waterbeheer met zich meebrengt. De kassenteelt wordt steeds meer circulair, maar de vollegrondsteelten, m.n. tuintbouw en boom-, sier- en bollenteelt gaan meer eisen stellen aan aanbod en kwaliteit van het water.

## **10.4 | Effecten op zoetwatervoorziening, wateroverlast en waterveiligheid**

De effecten van de variant DRUK-Parijs zijn in de meeste opzichten goed vergelijkbaar met die van scenario DRUK. De verschillen hangen samen met de verschillen in landgebruik en beheerpraktijken. Die zijn in variant Parijs mede gericht op het vastleggen van koolstof in landbouw- en natuurgebieden. De verschillen tussen DRUK en DRUK-Parijs zijn daardoor vooral terug te zien in de opgave voor zoetwatervoorziening. De opgaven voor wateroverlast en waterveilig-

heid zijn gelijk aan die in scenario DRUK.

De totale zoetwatervraag van de landbouw neemt in deze variant af, als gevolg van de afname van het landbouwareaal. De afname van het areaal is sterker dan in scenario DRUK omdat een deel van het landbouwareaal wordt gebruikt om ruimte te maken voor bos. Per ha neemt de waterbehoefte van de landbouw wel toe ten opzichte van de referentie, zij het slechts in geringe mate. Dit is het resultaat van enerzijds beperkte klimaatverandering, intensivering van de landbouw en een beperkte toename van het potentieel beregende areaal, en anderzijds van de maatregelen die de sector neemt om de zelfvoorziening te vergroten. Het streven naar vastleggen van koolstof in de bodem zal in deze variant een beperkt positief effect hebben op het vochthoudend vermogen van de bodem.

De waterbehoefte van natuur neemt in deze variant toe doordat het areaal natuur toeneemt en doordat een deel van de bestaande natuurgebieden wordt omgezet in bos (met een hogere verdamping). Voor het nieuwe bosareaal op de hoge zandgronden, waar geen wateraanvoer plaats vindt, is geen hogere watervraag te verwachten.

In de veenweidegebieden worden maatregelen genomen om het uitzakken van de grondwaterstand tegen te gaan om daarmee de bodemdaling en CO<sub>2</sub>-uitstoot te beperken. Dit zal in die gebieden een forse verhoging met zich meebrengen van de vraag naar wateraanvoer in droge perioden.

Door de beperkte zeespiegelstijging neemt de verzilting in de laaggelegen gebieden in West- en Noord-Nederland licht toe. Het blijft voor de landbouw belangrijk dat er doorspoeling met zoet water plaatsvindt en de waterbeheerder inspeelt op een eventuele toenemende behoefte aan doorspoeling.

De variatie in de rivierafvoeren is gelijk aan die in scenario

DRUK. Net als in DRUK blijft er bovenstrooms in de buurlanden voldoende ruimte voor de rivieren en worden er retentiegebieden ingericht. Hierdoor worden extreme rivierafvoeren, die wel vaker zullen voorkomen, afgevlakt voordat ze Nederland bereiken. Het gebruik van zoet water in bovenstroomse landen neemt niet sterk toe. Als gevolg hiervan kunnen droogteperioden, die beperkt toenemen, goed worden opvangen, en dalen de extremen in de lage rivierafvoeren niet sterk.

De binnenvaart en de eisen die deze stelt aan de vaardiepte zijn gelijk aan die in scenario DRUK. De vraag naar koelwater neemt in deze variant in gelijke mate af als in de overige scenario's.

De behoefte aan bescherming tegen overstromingen en wateroverlast is gelijk aan die in scenario DRUK. Deze behoefte neemt toe ten opzichte van de referentie, vooral door de toenemende vraag naar wonen en werken in compacte stedelijke gebieden, waardoor de bevolkingsdichtheid en de kapitaalgoederen in deze gebieden sterk toenemen. Dit levert geen grote problemen op doordat de zeespiegelsstijging, de rivierafvoer en extreme weersomstandigheden maar weinig toenemen.





## 11 | Toelichting op het gebruik van scenario's

De Deltascenario's zijn in de eerste plaats bedoeld voor gebruik binnen het Deltaprogramma. Dit sluit toepassing in andere verbanden, zoals regionale gebiedsontwikkeling met wateropgaven, echter niet uit. 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 Deltascenario's 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 afvoer 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 NWM, de effectmodules en een economisch instrumentarium. 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 scenario's een plausibele bandbreedte van mogelijke autonome, externe ontwikkelingen verkennen. Zo gaan zij uit van een zeespiegelstijging tussen de 25 en 80 centimeter tot het einde van de eeuw bij een veronderstelde mondiale temperatuurstijging 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 wetenschappelijk debat.

## Referenties

- Biermann, F. (2012) 'Greening the United Nations Charter'. Environment. nr. 3, p. 6-17.
- Bruggeman, W. en E. Dammers (2013) Deltascenario's voor 2050 en 2100 - Nadere uitwerking 2012-2013
- Bruggink, J.J.C. The next 50 years: four European energy futures. Petten, Energie Onderzoek Centrum.
- Claassens, J., E. Koomen en B. Rijken (2017) Actualisering landgebruiksimulatie Deltascenario's; Achtergronddocument bij Ruimtescanner inzet. VU Amsterdam / PBL
- Clingendael en PBL (2009) Adapting EU governance for a more sustainable future. Den Haag / Bilthoven, Clingendael / Planbureau voor de Leefomgeving.
- CPB (2012) Invulling macrobeeld Deltascenario's. Den Haag, Centraal Planbureau.
- CPB, MNP en RPB (2006) Welvaart en leefomgeving. Den Haag / Bilthoven, Centraal Planbureau / Ruimtelijk Planbureau / Milieu en Natuur Planbureau.
- CPB en PBL (2015) Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving. Nederland in 2030 en 2050: twee referentie scenario's. Planbureau voor de Leefomgeving en Centraal Planbureau, Den Haag, PBL-publicatienummer: 1689
- Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden (2011<sup>a</sup>) Verkenning Deltascenario's voor het stedelijke gebied Rijnmond-Drechtsteden. Rotterdam, Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden.
- Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden (2011<sup>b</sup>) Verkenning Deltascenario's voor het havengebied Rijnmond-Drechtsteden. Rotterdam, Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden.
- Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden (2011<sup>c</sup>) Verkenning Deltascenario's voor het landelijke gebied Rijnmond-Drechtsteden. Rotterdam, Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden.
- Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden (2011<sup>d</sup>) Regionale Deltascenario's Rijnmond-Drechtsteden. Rotterdam, Deltaprogramma Rijnmond-Drechtsteden.
- Deltaprogramma Rivieren (2011) Situaties 2100 Rivierengebied. Nijmegen, Deltaprogramma Rivieren.
- Deltaprogramma Werkplaats Zuidwestelijke Delta (2011) Regionale deltasenario's. Den Haag, Ministerie van Infrastructuur en Milieu / Ministerie van Economie, Landbouw en Innovatie.
- Deltares (2012) Zoetwatervoorziening in Nederland. Utrecht, Deltares.
- Deltares en KNMI (2015) Wat betekenen de nieuwe klimaatscenario's voor de rivierafvoeren van Rijn en Maas? Frans Klijn, Mark Hegnauer, Jules Beersma, Frederiek Serna Weiland
- Deltares en PBL (2011) Deltascenario's. Utrecht / Den Haag, Deltares / Planbureau voor de Leefomgeving.
- Deltares (2018) De Referentie2017 voor gebruik in de Deltascenario's. In prep.
- Dorsser, J.C.M. van (2012) Scheepvaartscenario's voor delta-programma. Den Haag, Rijkswaterstaat.
- Hegnauer, M., Beersma, J.J., Van den Boogaard, H.F.P., Buisland, T.A., Passchier, R.H., (2014) Generator of Rainfall and Discharge Extremes (GRADE) for the Rhine and Meuse basins: Final report of GRADE 2.0. Deltares report 1209424-004-ZWS-0018, Delft, The Netherlands
- Hunink, J. en M. Hegnauer (2015). Update Deltascenario's Nationaal Water Model. Deltares rapport 1220056-000-ZWS-0015.
- IEA (2012) World Energy Outlook. <http://www.worldenergyoutlook.org>
- IGEAT et al. (2006) ESPON 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<sup>e</sup> 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.
- KNMI (2014) KNMI'14: Climate Change scenarios for the 21st Century - A Netherlands perspective. De Bilt, Version 26 May 2014, KNMI WR 2014-01
- Linde, A. te, (2012) Aftoppen extreme piekafvoeren Rijn door bovenstroomse overstromingen in Duitsland. Utrecht, Deltares.
- Manders, T. en R.S.J. Tol (2003) 'Challenges for future climate policy: what can be expected?'. In E. van Ierland, J. Gupta en M. Kok (red.) Issues in International Climate Policy. Cheltenham, Edward Elgar.
- Matthijssen, J., E. Dammers en H. Elzenga (2018) 'De toekomst van de Noordzee - De Noordzee in 2030 en 2050: een scenariostudie'. PBL publicatienummer 2728.
- 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.
- PBL en ECN (2017) Verkenning van klimaatdoelen: van lange termijn beelden naar korte termijn actie, Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag, PBL-publicatienummer: 2966
- Polman, N., V. Linderhof, R. Michels, K. van der Sandt en 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 (2013) Ruimte voor duurzame landbouw, Advies van de Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur. Den Haag. Römgers, B. (2011). Scenarioset voor voorstudies en routekaarten. Utrecht, Agentschap NL.
- RPB (2003) SCENE. Den Haag / Rotterdam, Ruimtelijk Planbureau, NAI Uitgevers.
- Turrall, H., J. Burke en 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.
- Wolters, H.A., J. Hunink, J. Delsman, G. de Lange, G.J. van den Born, E. Dammers, S. Reinhard (2018). Actualisering van de Deltascenario's - Achtergrondinformatie over gebruiksfuncties en sectoren. Deltares, PBL, WER.



## Lijst van gebruikte afkortingen

|        |                                                        |
|--------|--------------------------------------------------------|
| ARA    | Antwerpen Rotterdam Amsterdam                          |
| BBP    | Bruto Binnenlands Product                              |
| CAS    | Climate Adaptation Services                            |
| CCS    | Carbon Capture and Storage                             |
| CPB    | Centraal PlanBureau                                    |
| DPRA   | Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie                   |
| DPZ    | Deltaprogramma Zoetwatervoorziening                    |
| HLH    | Hamburg-le Havre havenrange                            |
| KRW    | Kaderrichtlijn Water                                   |
| LHM    | Landelijk Hydrologisch Model                           |
| LNG    | Liquified Natural Gas                                  |
| MIRT   | Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport |
| MKBA   | Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse                  |
| NHI    | Nederlands Hydrologisch Instrumentarium                |
| NMCA   | Nationale Markt- en CapaciteitsAnalyse                 |
| NWM    | Nationaal Water Model                                  |
| PBL    | PlanBureau voor de Leefomgeving                        |
| SSP    | Shared Socio-economic Pathway                          |
| STRONG | STRuctuurvisie ONderGrond                              |
| WLO    | Welvaart en Leefomgeving                               |
| WTO    | World Trade Organization                               |

## BIJLAGE 1

Kengetallen van de doorvertaling van de scenario's naar waterafhankelijke functies.

|                                        | Referentie-waarde*                      | Relatieve verandering in 2050 t.o.v. de Referentie in scenario: |       |      |      |             |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------|------|------|-------------|
|                                        |                                         | DRUK                                                            | STOOM | RUST | WARM | DRUK-Parijs |
| landbouwareaal                         | 2009 kha                                | -9%                                                             | -11%  | -3%  | -3%  | -11%        |
| potentieel beregend landbouwareaal     | 424 kha                                 | +4%                                                             | +55%  | +8%  | +60% | +3%         |
| wateropgave landbouw                   |                                         |                                                                 | +++   | +    | +++  |             |
| areaal natuur                          | 615 kha                                 | +17%                                                            | +13%  | +8%  | +8%  | +24%        |
| wateropgave natuur                     |                                         |                                                                 |       |      |      | + 1         |
| stedelijk areaal                       | 592 kha                                 | +10%                                                            | +18%  | +2%  | +3%  | +10%        |
| wateropgave stedelijk                  |                                         | + 2                                                             | ++ 3  |      |      | +2          |
| watervraag drinkwater                  | 1100 Mm <sup>3</sup> /j                 | +10%                                                            | +35%  | -10% | 0    | +10%        |
| koelwatervraag elektriciteitsproductie | per innamepunt                          | -80%                                                            | -80%  | -80% | -80% | -80%        |
| watervraag industrie                   | per innamepunt                          | -30%                                                            | +15%  | -40% | -10% | -30%        |
| vervoersvraag over water               | 340 Mton/j                              | +50%                                                            | +35%  | +20% | 10%  | +50%        |
| wateropgave scheepvaart                |                                         | + 4                                                             | + 4   |      |      | + 4         |
| wateropgave veenweidegebieden          |                                         |                                                                 |       |      |      | ++ 5        |
| watervraag doorspoeling                | ca 15% van watervraag in droge perioden | -25%                                                            | +100% | -10% | +20% | -25%        |

Tabel A. Kengetallen van de doorvertaling van de scenario's naar waterafhankelijke functies. Cellen in oranje geven de scenario's aan waarin de sterkste toename van de vraag ten opzichte van de Referentie2017 optreedt of waar de grootste opgave wordt verwacht. Dit zijn inschattingen op basis van expert judgement, uit te werken in de loop van 2018.

\* De referentiejaar van de oude en geactualiseerde Deltascenario's zijn omwille van de eenvoud gesteld op 2017 en 2010. Veel van de gebruikte gegevens zijn verzameld in de jaren voorafgaand daaraan.

<sup>1</sup> Referentieverdamping en waterbehoefte hoger door groter areaal bos in bestaande natuurgebieden

<sup>2</sup> toename vanwege grotere opgave voor waterveiligheid

<sup>3</sup> toename vanwege grotere opgave door verweving van functies en voor waterveiligheid

<sup>4</sup> ter beperking van schut- en lekverliezen

<sup>5</sup> verhoogd door onderwaterdrainage en aangepast peilbeheer

De rijen in tabel A zijn niet gewogen, met andere woorden de zwaarte van de opgave varieert van rij tot rij. Vermoedelijk zal de sterke toename van het potentieel beregende areaal in STOOM en WARM sterk bepalend zijn voor de totale zoetwateropgave. STOOM zal naar verwachting de grootste opgave opleveren voor waterveiligheid.

Tabel B. Corresponderende gegevens van de Deltascenario's van 2013.

|                                        | Referentie-waarde                       |      |       |      |      |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|------|-------|------|------|
|                                        |                                         | DRUK | STOOM | RUST | WARM |
| landbouwareaal                         | 2260 kha                                | -14% | -14%  | -5%  | -5%  |
| potentieel beregend landbouwareaal     | 410 kha                                 | +0%  | +0%   | +0%  | +0%  |
| areaal natuur                          | 573 kha                                 | +22% | +11%  | +11% | +25% |
| stedelijk areaal                       | 540 kha                                 | +15% | +25%  | +5%  | +5%  |
| watervraag drinkwater                  | 1140 Mm <sup>3</sup> /j                 | +10% | +40%  | -20% | +0%  |
| koelwatervraag elektriciteitsproductie | per innamepunt                          | +20% | +80%  | -40% | +0%  |
| twatervraag industrie                  | per innamepunt                          | +0%  | +60%  | -40% | +0%  |
| vervoersvraag over water               | 300 Mton/j                              | +70% | +50%  | +10% | +0%  |
| watervraag doorspoeling                | ca 15% van watervraag in droge perioden | +0%  | +0%   | +0%  | +0%  |



