



Planbureau voor de Leefomgeving

# REGIONALISERING EN KWANTIFICERING VERHAALLIJNEN DELTASCENARIO'S 2012

---

**ACHTERGRONDSTUDIE**

---



# **REGIONALISERING EN KWANTIFICERING VERHAALLIJNEN DELTASCENARIO'S 2012**

PBL, in samenwerking met LEI Wageningen UR

**Regionalisering en kwantificering verhaallijnen  
Deltascenario's 2012**

© PBL (Planbureau voor de Leefomgeving)  
Den Haag, 2014

ISBN: 978-94-91506-55-0  
PBL-publicatienummer: 1194

**Contact**

Bart Rijken (bart.rijken@pbl.nl)  
Nico Polman (Nico.Polman@wur.nl)

**Auteurs**

B. Rijken, A. Bouwman, A. van Hinsberg, B. van Bommel  
en G.J. van den Born (PBL)  
N. Polman, V. Linderhof, R. Michels en P. Rijk (LEI)

**Figuren**

Beeldredactie PBL

**Opmaak**

Martin Middelburg, VijfKeerBlauw

U kunt de publicatie downloaden via de website [www.pbl.nl](http://www.pbl.nl). Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijken, B. et al. (2013), *Regionalisering en kwantificering verhaallijnen Deltascenario's 2012*, Den Haag: PBL.

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



# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1	Aanleiding	4
1.2	Doel en afbakening	4
1.3	Methodiek	4
1.4	Leeswijzer	5
<b>2</b>	<b>De scenario's op hoofdlijnen</b>	<b>6</b>
2.1	De scenario's samengevat	6
2.2	Onzekerheid van toekomstig RO-beleid	6
<b>3</b>	<b>Het ruimtelijk modelinstrumentarium</b>	<b>10</b>
3.1	Het raamwerk	10
3.2	TIGRIS XL en PEARL	10
3.3	DRAM	11
3.4	RuimteScanner	11
<b>4</b>	<b>Stedelijk gebied</b>	<b>13</b>
4.1	Drijvende krachten	13
4.2	Ontwikkelingen per scenario	13
4.3	Nationale ontwikkelingen werkgelegenheid en demografie	14
4.4	Regionale doorwerking	16
<b>5</b>	<b>Natuur</b>	<b>22</b>
5.1	Inleiding	22
5.2	Regionale ontwikkelingen per scenario	22
<b>6</b>	<b>Landbouw en Tuinbouw</b>	<b>25</b>
6.1	Inleiding	25
6.2	Kwetsbaarheid en ontwikkelingen per regio	25
6.3	Ontwikkelingen per sector	26
<b>7</b>	<b>Verhardingsgraad</b>	<b>32</b>
<b>8</b>	<b>Bodemdaling</b>	<b>34</b>
8.1	Inleiding	34
8.2	Modellering van veenbodemdaling 2050	34
8.3	Modellering van veenbodemdaling 2100	36
<b>9</b>	<b>Onzekerheden</b>	<b>38</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>39</b>
	<b>Bijlagen</b>	<b>40</b>
I	Het TIGRIS XL model	40
II	De RuimteScanner	43
III	Uitgangspunten DRAM voor de inschatting akkerbouw en veehouderij	45
IV	Klassenindeling RuimteScanner uitvoer landgebruik per hectare in 2050	47
V	Koppeling DRAM, RuimteScanner en NHI	48
VI	Analyse verhardingsgraad	50
VII	Bodemdaling	58

# Inleiding

## 1.1 Aanleiding

In het voorjaar van 2011 werden eerste versies van de Deltascenario's uitgebracht, bestemd voor gebruik in het Deltaprogramma 2011-2012. In de loop van 2011 werd geïnventariseerd in hoeverre deze vier scenario's aansloten op gebruikerswensen, en op welke punten deze scenario's konden worden verbeterd. In februari 2012 kwam het consortium van CPB, Deltares, KNMI, PBL, WUR-LEI met een gezamenlijk plan van aanpak voor een nadere uitwerking van de 2010 scenario's. Met betrekking tot de kwantitatieve ruimtelijke uitwerking van de scenario's werden de volgende concrete verbeterpunten naar voren gebracht:

1. Extremen in hoge en lage rivierafvoeren; coincidentie met neerslag en stormopzet
2. Landgebruik in relatie tot sectorale ontwikkelingen
3. Bodemdaling in veengebieden
4. Aansluiting van de Deltascenario's op het Deltamodel

Na goedkeuring van het Plan van Aanpak is in 2012 door het consortium gewerkt aan de uitwerking van deze aandachtspunten. Deze achtergrondstudie gaat in op de nadere uitwerking van de laatste drie punten. Voor de uitwerking van punt 1 (extremen in hoge en lage rivierafvoeren; coincidentie met neerslag en stormopzet) wordt verwezen naar de rapporten *Rapportage KNMI voor het project Deltascenario's 2012* (KNMI 2013) en *Aftoppen extreme piekafvoeren Rijn door bovenstroomse overstromingen in Duitsland* (Deltares 2012).

Voor de nadere uitwerking van de verhaallijnen wordt verwezen naar *Verhaallijnen van de Deltascenario's voor 2050 en 2100* (Dammers et al. 2013). Het eindrapport van het consortium over de Deltascenario's is uitgebracht onder de titel *Deltascenario's voor 2050 en 2100. Nadere uitwerking 2012-2013* (Bruggeman & Dammers 2013).

## 1.2 Doel en afbakening

Het duiden van de methodiek en aannamen achter:

1. de mogelijke regionale ontwikkelingen in het stedelijke (wonen en werken) en landelijk gebied (landbouw en natuur);
2. de relevante indicatoren voor met name de effectmodules van het Deltamodel (bodemdaling, verhardingsgraad).

## 1.3 Methodiek

In alle vier de Deltascenario's wordt uitgegaan van de voortzetting van huidig beleid. Dit betreft in ieder geval de beleidsterreinen waarvoor het Rijk thans primair verantwoordelijk is. Dit betekent dat, veronderstelde klimaateffecten en sociaaleconomische ontwikkelingen ten spijt, de Rijksoverheid in deze scenario's niet ingrijpt in het watersysteem. Vigerende risiconormen voor dijkringen worden bijvoorbeeld gehandhaafd, en er komt geen peilopzet in het IJsselmeer. Deze belangrijke veronderstelling moet de gebruikers in staat stellen om

knelpunten en kansen te identificeren op basis van ontwikkelingen (klimaat, sociaaleconomisch) die zich mogelijk voordoen onder vigerend beleid. Hiermee wordt een eenduidig referentiekader geschetst waartegen strategieën helder kunnen worden afgezet.

Afhankelijk van de verhaallijn wordt daarentegen wel 'autonome adaptatie' (aanpassingen door private en particuliere partijen) verondersteld. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om een boer die, geconfronteerd met toenemende droogte, overgaat op de teelt van een minder gevoelige graansoort. In de verhaallijnen neemt deze autonome adaptatie een prominente plaats in. Het fenomeen valt echter buiten het toepassingsbereik van de methoden die in dit rapport centraal staan. De reden ligt in het hoge detailniveau waarop betreffende afwegingen spelen (de individuele boer, het huishouden enzovoort, en de specifieke lokale omstandigheden waarin deze zich bevindt). Op dit detailniveau wordt in bovengenoemde modellen niet gesimuleerd. De vertaling van de nationale verhaallijnen en kern-indicatoren voor Nederland naar regionale beelden en lokale indicatoren vindt plaats via een getrapte benadering: van nationaal naar regionaal niveau, en vervolgens van regionaal naar lokaal detailniveau. Voor de periode tot 2050 wordt hierbij gebruik gemaakt van modellen. De vertaling van nationaal naar regionaal schaalniveau gebeurt m.b.v. de modellen TRIGIS XL (wonen, werken, transport) en DRAM (grondgebonden landbouw). Voor de sectoren natuur, recreatie en tuinbouw is gebruik gemaakt van expert judgement. De doorvertaling van het regionale naar het lokale niveau (100 x 100 meter) is gemaakt met het RuimteScanner model. Dit ten behoeve van de nodige aansluiting op het Deltamodel. Deze methode wordt verder uitgewerkt in hoofdstuk 3.

stilgestaan bij de onzekerheid van de modelresultaten, en de implicaties daarvan op het toepassingsbereik.

## 1.4 Leeswijzer

Om deze notitie zelfstandig leesbaar te maken wordt in hoofdstuk 2 kort ingegaan op de scenario's. Welke onzekerheden staan centraal? Welke vooronderstellingen worden gedaan met betrekking tot ruimtelijk beleid? Hoofdstuk 3 buigt zich vervolgens over de belangrijkste modellen die worden ingezet om de vertaalslag te maken van nationale verhaallijn naar regionale en lokale indicatoren. De kern van deze notitie wordt gevormd door de hoofdstukken 4, 5 en 6. Hierin wordt ingegaan op de kwantificering en regionalisering van de verhaallijnen voor respectievelijk het stedelijke gebied, natuur en de landbouw. In hoofdstuk 7 en 8 worden respectievelijk bodemdaling en de verhardingsgraad nader toegelicht. In hoofdstuk 9 wordt tot slot

# De scenario's op hoofdlijnen

## 2.1 De scenario's samengevat

In de vier Deltascenario's 2011 wordt geprobeerd de grootste onzekerheden te vangen met betrekking tot het toekomstige verloop van autonome krachten. De twee sleutelonzekerheden:

- Demografische en economische groei (hoog of laag)
- Klimaatverandering (snel of langzaam)

Zie figuur 2.1 voor het bekende schematische overzicht van de positie van de vier Deltascenario's op deze sleutelonzekerheden.

Zie figuur 2.2 voor een overzicht van de vier scenario's. Zie de achtergrondstudie 'Verhaallijnen van de Deltascenario's voor 2050 en 2100' (Dammers et al. 2013) voor een uitgebreide verhandeling van deze scenario's.

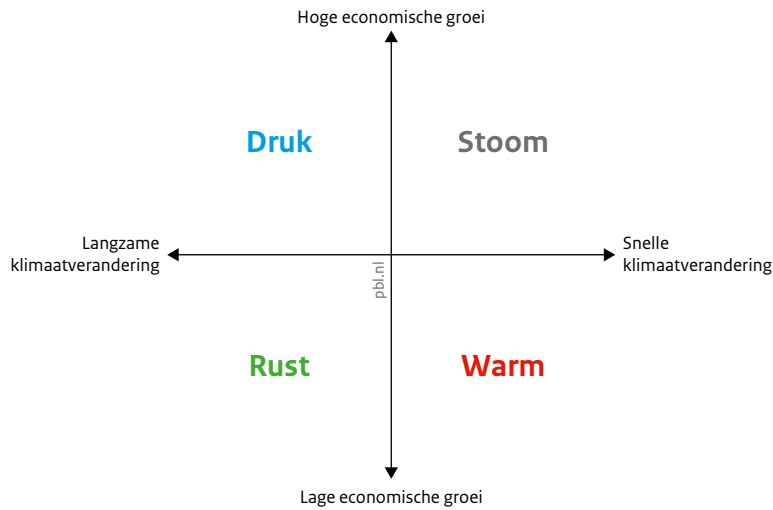
## 2.2 Onzekerheid van toekomstig RO-beleid

Uit gesprekken met deelprogramma's (met name Nieuwbouw en Herstructurering) bleek dat er naast bovengenoemde sleutelonzekerheden een derde onzekerheid is die relevant is om mee te nemen in dit kader. Het betreft de restrictiviteit van de ruimtelijke ordening. De aanleiding hiervoor is het recente proces van decentralisatie van rijkstaken en verantwoordelijkheden in het ruimtelijke domein. De onzekerheid betreft

de wijze waarop regionale en lokale overheden in hun structuurvisies en dergelijke invulling geven aan de structuurvisies die door het Rijk en provincies op hoofdlijnen zijn vastgesteld. Deze zijn slechts voor een beperkt deel bekrachtigd in AMvB's (kustfundament, Natura 2000). Binnen deze wettelijke kaders is de bewegingsruimte voor regionale en lokale partijen toegenomen. Hoe deze speelruimte precies wordt ingevuld is zeer onzeker. De Ruimtelijke Ordening in Nederland heeft van oudsher een sterk sturende werking gehad op de ruimtelijke dynamiek van functies (zoals verstedelijking, natuurontwikkeling). De invulling hiervan in de toekomst heeft daarmee mogelijk verstreckende gevolgen voor de vraagstukken die in het Deltaprogramma centraal staan.

In de Deltascenario's 2012 is daarom gekeken naar de mate van *restrictiviteit/sturing van overheden in het ruimtelijke domein*. In DRUK en in RUST wordt verondersteld dat deze sturing 'minimaal gedifferentieerd trendmatig' wordt voortgezet. Dit betekent concreet dat wordt aangenomen dat overheidsbeleid op deze dossiers wordt gecontinueerd 'in de geest van' het beleid zoals dat in de laatste jaren (de jaren 2000) is gevoerd. Nationale en regionale structuurvisies vormen het uitgangspunt. In grote lijnen moet hierbij worden gedacht aan de Nota Ruimte, de structuurvisie 'Randstad 2040', het ontwerp AMvB ruimte, de update van het Rijks Meerjaren Programma Vitaal Platteland (MJP2) 2007-2013, MIRT, enzovoort. In STOOM en WARM wordt een groot deel van deze overheidssturing losgelaten. Hierdoor ontstaat meer ruimte voor private partijen. Ruimtelijk beleid met

Figuur 2.1  
**Assenstelsel van Deltascenario's voor 2050 en 2100**



betrekking tot (water)veiligheid wordt in alle vier de scenario's gecontinueerd (kustfundament, Ruimte voor de Rivieren, geluidsnormen, externe veiligheid). Dit geldt ook voor ruimtelijk beleid waarvoor stringente Europese regels gelden ('Natura 2000'). Zie figuur 2.3 voor een illustratie van de belangrijkste ruimtelijke restricties (en stimuli) die in de scenario's met restrictiviteit worden verondersteld.

Figuur 2.2  
**Overzicht van de Deltascenario's**

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





**Figuur 2.3**  
**Beleidsruimte voor verstedelijking**

Bij ongewijzigd beleid




Ruimtelijke voorwaarden vanuit rijksbeleid aan verstedelijking


 Bundelingsgebieden

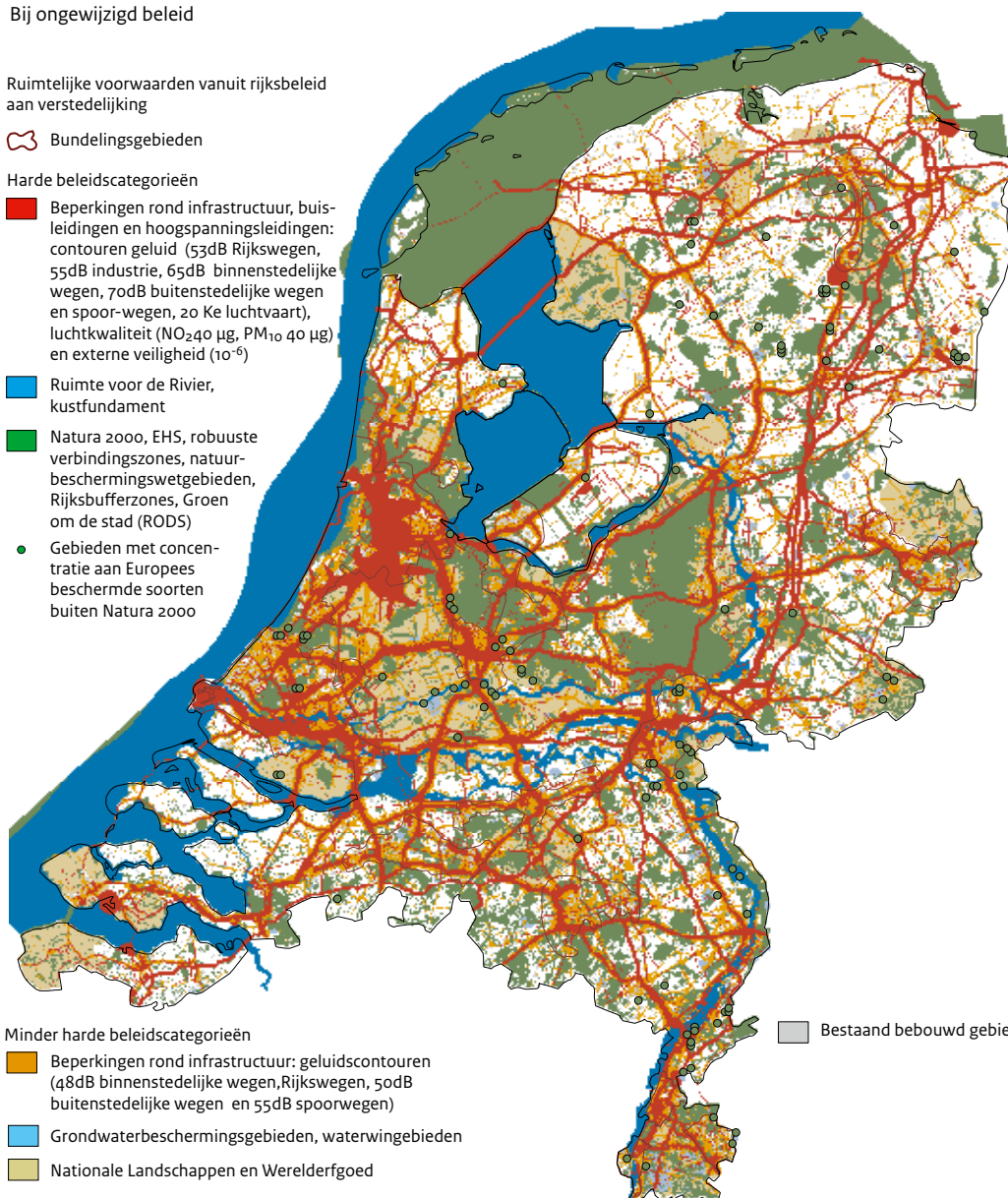
Harde beleidscategorieën

-  Beperkingen rond infrastructuur, buisleidingen en hoogspanningsleidingen: contouren geluid (53dB Rijkswegen, 55dB industrie, 65dB binnenstedelijke wegen, 70dB buitenstedelijke wegen en spoor-wegen, 20 Ke luchtvaart), luchtkwaliteit (NO<sub>2</sub> 40 µg, PM<sub>10</sub> 40 µg) en externe veiligheid (10<sup>-6</sup>)
-  Ruimte voor de Rivier, kustfundament
-  Natura 2000, EHS, robuuste verbindingzones, natuur-beschermingswetgebieden, Rijksbufferzones, Groen om de stad (RODS)
-  Gebieden met concentratie aan Europees beschermde soorten buiten Natura 2000

Minder harde beleidscategorieën

-  Beperkingen rond infrastructuur: geluidscontouren (48dB binnenstedelijke wegen, Rijkswegen, 50dB buitenstedelijke wegen en 55dB spoorwegen)
-  Grondwaterbeschermingsgebieden, waterwingebieden
-  Nationale Landschappen en Werelderfgoed

 Bestaand bebouwd gebied



# Het ruimtelijk modelinstrumentarium

## 3.1 Het raamwerk

Om de nationale verhaallijnen en kernindicatoren van de Deltascenario's te vertalen naar het regionale en lokale schaalniveau is een raamwerk van gekoppelde instrumenten gebruikt. In dit raamwerk – 'het integrale ruimtelijke modelinstrumentarium' – komt kennis samen die in verschillende sectoren binnen het PBL, LEI en andere samenwerkende instituten wordt ontwikkeld. Figuur 3.1 geeft een illustratie van het raamwerk dat wordt ingezet voor de integrale ruimtelijke modellering.

Het raamwerk wordt op nationaal niveau gevoed door scenario's of prognoses. Zoals in de inleiding al werd aangegeven gaat het in onderhavige exercitie om scenarioinvoer. Belangrijke invoer op dit Nationale schaalniveau bestaat onder andere uit de kernindicatoren die in de volgende paragraaf de revue zullen passeren (nationale bevolkingsontwikkeling, ontwikkeling werkgelegenheid, enzovoort). Ook aannamen m.b.t beleid (RO, woningbouw, natuur, mobiliteit) zijn onmisbaar.

Het schema laat drie integrale ruimtelijke modellen zien: het TIGRIS XL model (TXL), DRAM en de 'Land Use Scanner' of RuimteScanner (RS). Deze modellen spelen een centrale rol in de ruimtelijke uitwerking van de scenario's. De systemen hebben een duidelijk verschillende scope, en werken op verschillend ruimtelijk detailniveau: respectievelijk regionaal en lokaal. Hiermee vormen deze modellen een brug van de sociaal-

economische scenario's naar het Deltamodel. De uiteindelijke schakel wordt gevormd door de gesimuleerde ruimtelijke dynamiek van functies op celniveau (100 bij 100 meter ofwel 1 hectare) die plaatsvindt binnen de RuimteScanner.

Voor natuur, tuinbouw en recreatie vormt expertkennis belangrijke input. Deze zijn in de RuimteScanner opgenomen via de inschatting van locatiefactoren voor grondgebruik. Zo is voor glastuinbouw de bereikbaarheid een belangrijke locatiefactor.

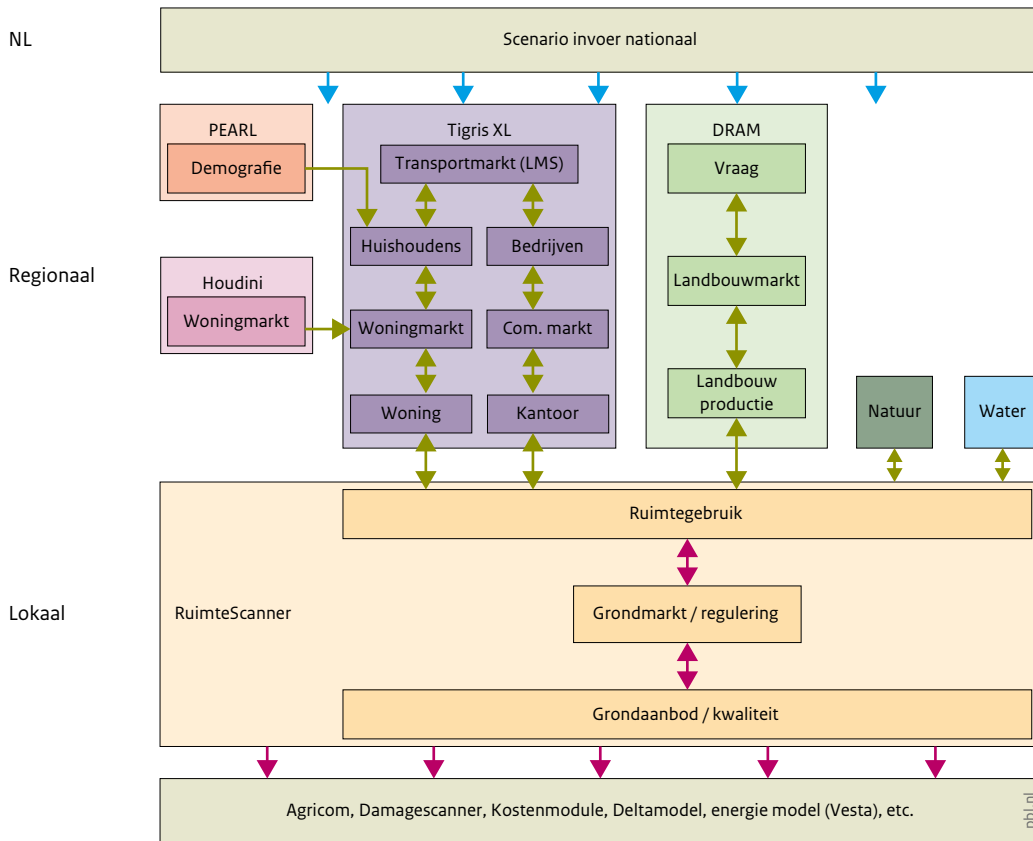
Hieronder volgt per model een korte toelichting. Ook wordt kort ingegaan op de belangrijkste sectorale modellen die in de figuur worden onderscheiden.

## 3.2 TIGRIS XL en PEARL

Het TIGRIS XL (TXL) model is het integrale wonen, werken en transport model van de Dienst Verkeer en Scheepvaart (RWS-I&M) en het PBL. Het model berekent in samenhang de toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen van de functies wonen, werken en transport. Het PEARL model is het regionale bevolking- en huishoudensprognose model van het PBL en CBS. Het model wordt binnen TIGRIS XL gebruikt als demografische module. Het levert en registreert data over geboorte, sterfte, internationale migratie en veranderingen in huishoudensamenstelling. Samen vormen TIGRIS XL en PEARL een modelraamwerk waarin dynamiek in



Figuur 3.1  
Raamwerk ruimtelijke modellering



Bron: PBL, 2013

verschillende markten (grondmarkt, vastgoedmarkt, arbeidsmarkt, woningmarkt, mobiliteitsmarkt) nauw interacteert. Dit gebeurt in tijdstappen van één tot vijf jaar, waarbij de uitkomsten van tijdstap 1 invoer vormen voor tijdstap 2, enzovoort. Het gaat hiermee om een incrementeel, dynamisch model. Het ruimtelijk detailniveau waarop wordt gerekend is het Corop niveau.

In het bredere raamwerk levert het model de regionale opgaven op het gebied van wonen, werken en transport als invoer aan richting de RuimteScanner. Voor de Deltascenario's zijn de regionale opgaven gebruikt zoals met TIGRIS XL-PEARL berekend voor het project Ruimtelijke Verkenning 2011 (PBL 2011). Zie bijlage I voor een meer uitgebreide beschrijving van deze modellen

raamwerk levert het DRAM model informatie over de regionale agrarische vraag naar ruimte uit aan de RuimteScanner. Agrarische productie in DRAM is gespecificeerd op het niveau van landbouwactiviteiten per regio. In de hier gebruikte versie van DRAM bestaat de regionale akkerbouwsector uit de volgende gewassen of gewasgroepen: zachte tarwe, rogge, gerst, haver, korrelmais, andere granen, oliehoudende gewassen, peulvruchten, suikerbieten, andere handelsgewassen, groenten akkerbouwmatig (waaronder uien), pootaardappelen, consumptieaardappelen, zetmeelaardappelen, overige akkerbouwgewassen en groenbemesting. In totaal worden 66 regio's onderscheiden. Zie Polman et al. (2012) voor meer informatie over dit model.

### 3.3 DRAM

Het DRAM model is het regionale agrarische model van het Landbouw Economisch Instituut (LEI). Hiermee worden veranderingen in agrarische factor- en (deel) productmarkten geregionaliseerd. In het bredere

### 3.4 RuimteScanner

Het RuimteScanner (RS) model is sinds midden jaren negentig in gebruik bij het PBL. Aan de ontwikkeling van het model wordt binnen het zogenaamde LUMOS consortium gewerkt. Partners hierbinnen zijn o.a. de Vrije

Tabel 3.1

**Algemene karakteristieken Land Use scanner**

Grid based	Het model beschrijft voor elke grid in het system de relatieve aandelen van grondgebruik voor verschillende functies. Het huidige model maakt gebruik van grids van 100 bij 100 meter.
Geïntegreerd	Het model is geïntegreerd in de zin dat het allerlei vormen van grondgebruik combineert. Het model integreert sector specifieke databases en beleid. Deze worden met elkaar verbonden in een ruimtelijke context. Hiermee kan de RuimteScanner ook dienen als een communicatietool tussen verschillende beleidsterreinen. Hiermee wordt bijgedragen aan consistentie tussen verschillende beleidsterreinen.
Uitgebreid	Het model neemt alle grids in een gebied mee. Er zijn geen restcategorieën van grondgebruik die niet worden meegenomen. Het is mogelijk om verschillende vormen van grondgebruik in elkaar om te zetten.
Dynamisch	Het model start vanuit het huidige grondgebruik. De geschiktheid van een grid voor een specifieke vorm van grondgebruik is niet contant, maar kan veranderen als gevolg van veranderingen in grondgebruik in de loop van de tijd.
Satelliet structuur	Een satellietstructuur betekent dat het model gebruik maakt van specifieke scenario's, (sectorspecifieke) modellen en expertkennis die extern zijn voor het model zowel op nationaal en regionaal niveau. Het gaat dan om variabelen zoals bevolkingsgroei, agrarische productie en infrastructuur.
Beleidsgericht	Beleid gericht op sectoren kunnen sterke ruimte implicaties hebben. De Land Use Scanner laat deze gevolgen ruimtelijk expliciet zien.

Universiteit Amsterdam (VU), Object Vision B.V. en het Landbouw Economisch Instituut (LEI).

Net als TIGRIS XL is de RuimteScanner gericht op toekomstverkenningen voor de middellange termijn (2050). Het simuleert mogelijk toekomstig ruimtegebruik per functie, per hectare. Hiertoe brengt het model regionale ruimtevraag van verschillende functies (wonen, werken, landbouw, natuur, recreatie) bij elkaar, en confronteert deze met het aanbodinformatie van de grond in de regio (bijvoorbeeld afbraakkosten bestaand ruimtegebruik, fysieke geschiktheid ondergrond, vigerend beleid). Zie bijlage II voor een verdere toelichting.

De regionale vraag van sectoren (functies) wordt buiten het model bepaald, o.a. door de modellen TIGRIS XL (wonen, werken) en DRAM (landbouw). De lokale aanbodinformatie wordt per cel (ha) gespecificeerd. Deze wordt uitgedrukt in termen van biedprijzen per sector. Beleidsrestricties (bijvoorbeeld Natura 2000 gebieden) en –stimuli (bijvoorbeeld de zogenaamde 'Bundelingsgebieden' voor verstedelijking uit de Nota Ruimte) worden geïnterpreteerd als respectievelijk heffingen en premies op deze biedprijzen.

Op basis van deze vraag- en aanbodinformatie simuleert de RuimteScanner vervolgens het mogelijke toekomstig ruimtegebruik per sector per hectare. Het systeem is zo ingesteld dat het hierbij toewerkt naar een situatie waarin totaal nut (utiliteit) wordt gemaximaliseerd. Dit betekent concreet dat de beschikbare ruimte zoveel mogelijk wordt 'toegewezen' aan de hoogste bidder.

Gemiddelde biedprijzen variëren sterk per sector. Dit correspondeert met de segmentatie die grondmarkten in Nederland laten zien. Zo zal de ruimtevraag van stedelijk gebied of natuur bijna altijd ten koste gaan van de grondvraag van agrarische activiteiten. Endogeen berekende schaduwrijzen zorgen dat vraag en aanbod in

balans worden gebracht. De RuimteScanner is hiermee een typisch economisch evenwichtsmodel.

Voor een overzicht van de algemene karakteristieken van de Land Use scanner zie tabel 3.1.

# Stedelijk gebied

## 4.1 Drijvende krachten

De belangrijkste drijvende krachten achter de ruimtelijke ontwikkeling van het stedelijke gebied in Nederland zijn:

- Bevolkings- en huishoudensontwikkeling (op basis van geboorte, sterfte, immigratie, emigratie, huishoudensvorming)
- Economische groei (BNP (per hoofd van de bevolking)
- (Sectorale) ontwikkeling werkgelegenheid
- Beleid (woningmarkt, vastgoedmarkt, grondmarkt, RO, natuurbeleid, enzovoort)

Hoe hoger de bevolkingsgroei en hoe kleiner de huishoudens, hoe hoger de vraag naar nieuwe woningen. En hoe hoger de economische groei, hoe hoger de werkgelegenheid. Meer woningen en hogere werkgelegenheid betekenen meer ruimtevrage voor stedelijk gebied. Dit geldt vooral wanneer in lage dichtheden wordt gebouwd, buiten bestaand stedelijk gebied. Lagere dichtheden en dito verdichting (bouwen binnen bestaand stedelijk gebied) doen zich vooral voor wanneer sprake is van:

- Hoge economische groei (waardoor veel geld voor ruimere woningen, kavels, openbare ruimte)
- Minder restrictief RO-beleid (waardoor ruimere grondmarkt en, dus, goedkopere grond)

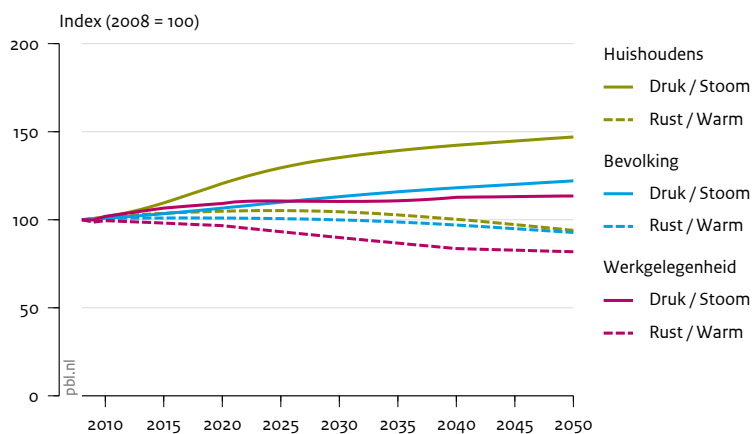
Het ruimtebeslag van werken (bedrijventerreinen, kantoorlocaties) wordt daarnaast sterk bepaald door sectorale verschuivingen. Hoe hoger de groei van

sectoren met een klein ruimtebeslag per werknemer dan wel kapitaal (bijvoorbeeld zakelijke dienstverlening) t.o.v. sectoren met een groter ruimtebeslag per werknemer of kapitaalgoed (bijv.: nijverheid), hoe lager de toename van de ruimtevrage voor deze functies.

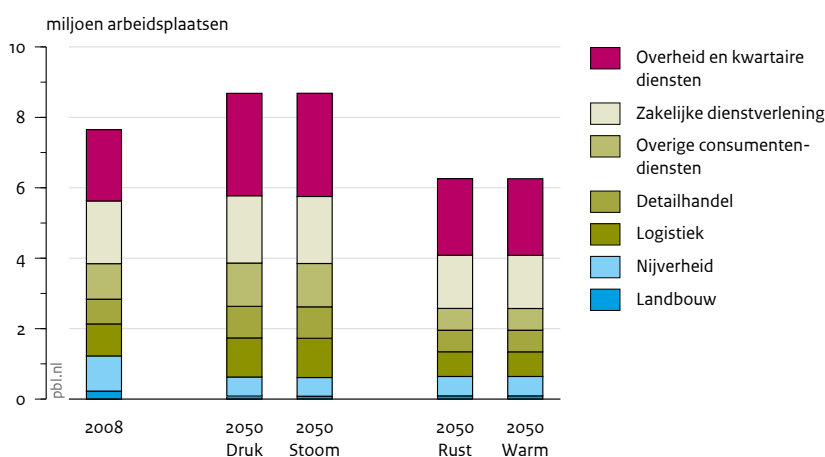
## 4.2 Ontwikkelingen per scenario

Zie hoofdstuk 2 en figuur 4.1 voor een overzicht van de variatie van de vier scenario's op bovengenoemde variabelen. Hieruit volgt al dat het minder restrictieve, hoge groei scenario STOOM de grootste toename van stedelijk gebied zou moeten laten zien. Het restrictieve, lage groei scenario RUST zou daarentegen de laagste groei van stedelijk gebied moeten voortbrengen. Voor stedelijke dichtheden geldt het tegenovergestelde. Hieronder wordt voor ieder scenario eerst kort ingezoomd op de nationale ontwikkelingen met betrekking tot werkgelegenheid en demografie en vervolgens afgedaald naar de regionale ruimtelijke uitwerking hiervan. Beide paragrafen gaan uit van de ontwikkelingen op deze domeinen zoals beschreven in *Nederland in 2040: een land van regio's. Ruimtelijke Verkenning 2011* (PBL 2011).

Figuur 4.1  
Kernindicatoren in Nederland per scenario



Figuur 4.2  
Werkgelegenheid in Nederland per scenario naar sector



### 4.3 Nationale ontwikkelingen werkgelegenheid en demografie

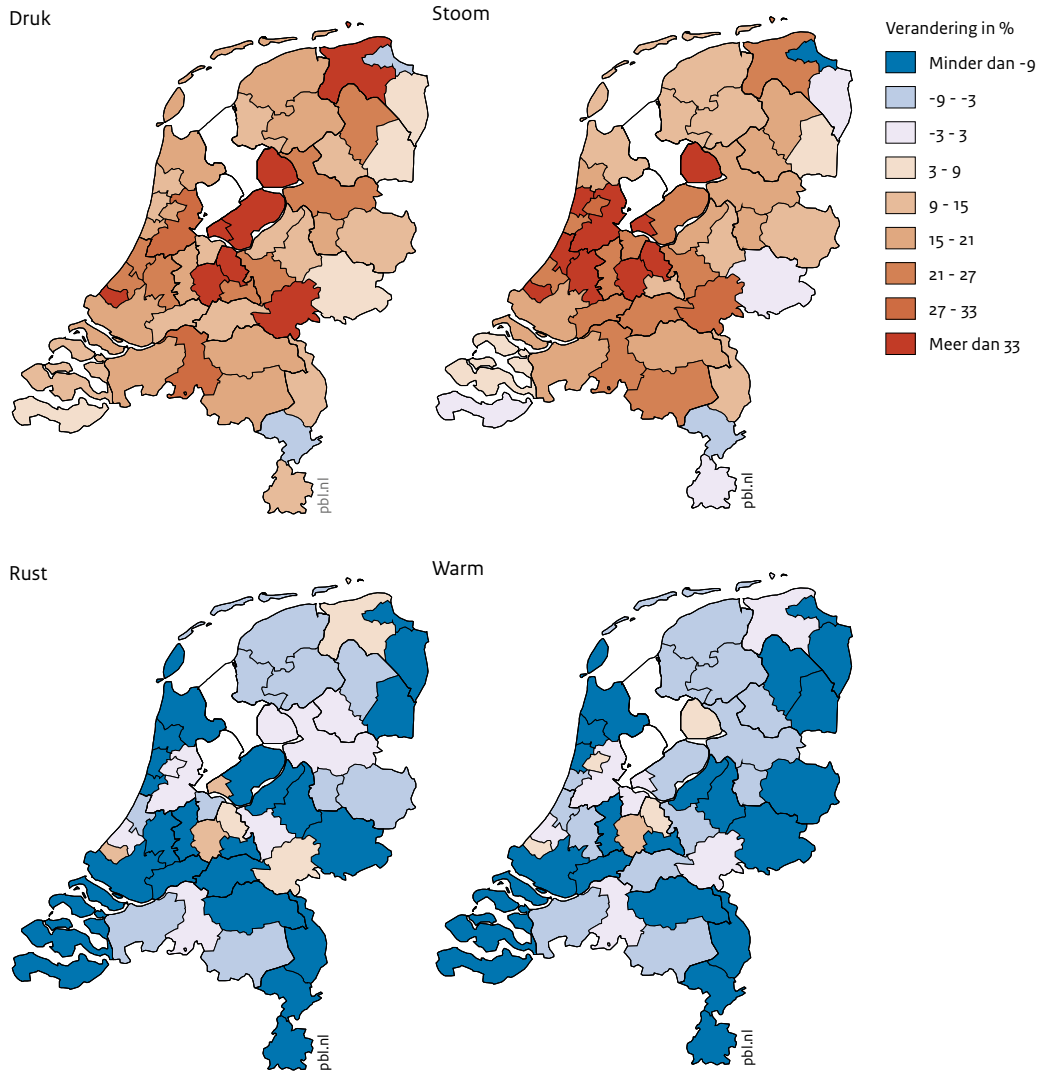
Zoals figuur 4.1 en 4.2 laten zien wordt met betrekking tot de nationale kernindicatoren voor demografie en werkgelegenheid geen variatie verondersteld tussen de hoge groei scenario's DRUK en STOOM en de lage groei scenario's RUST en WARM. Op hoofdlijnen kunnen deze scenario's daarom per 'paar' worden behandeld.

#### DRUK en STOOM

Relatief hoge geboortecijfers, lage sterfte, en hoge immigratie zorgen in deze groeiscenario's voor een

bevolkingsgroei van meer dan 20 procent. Hiermee neemt de bevolking toe van ruim 16 miljoen in 2008 tot meer dan 20 miljoen in 2050. Door individualisering en vergrijzing is de groei van het aantal huishoudens in deze periode met 47 procent zelfs twee maal zo hoog. Dit betekent dat er in deze periode flink woningen moet worden bijgebouwd in Nederland. Hoewel lager dan de bevolkingsgroei, laat ook het arbeidsaanbod een groei van ruim 17 procent zien. Vooral het aantal banen in de dienstensector stijgt. De werkgelegenheid in de meer extensieve (qua ruimtebeslag) nijverheid laat tegelijkertijd krimp zien.

**Figuur 4.3**  
**Bevolkingsontwikkeling per scenario, 2008 - 2050**



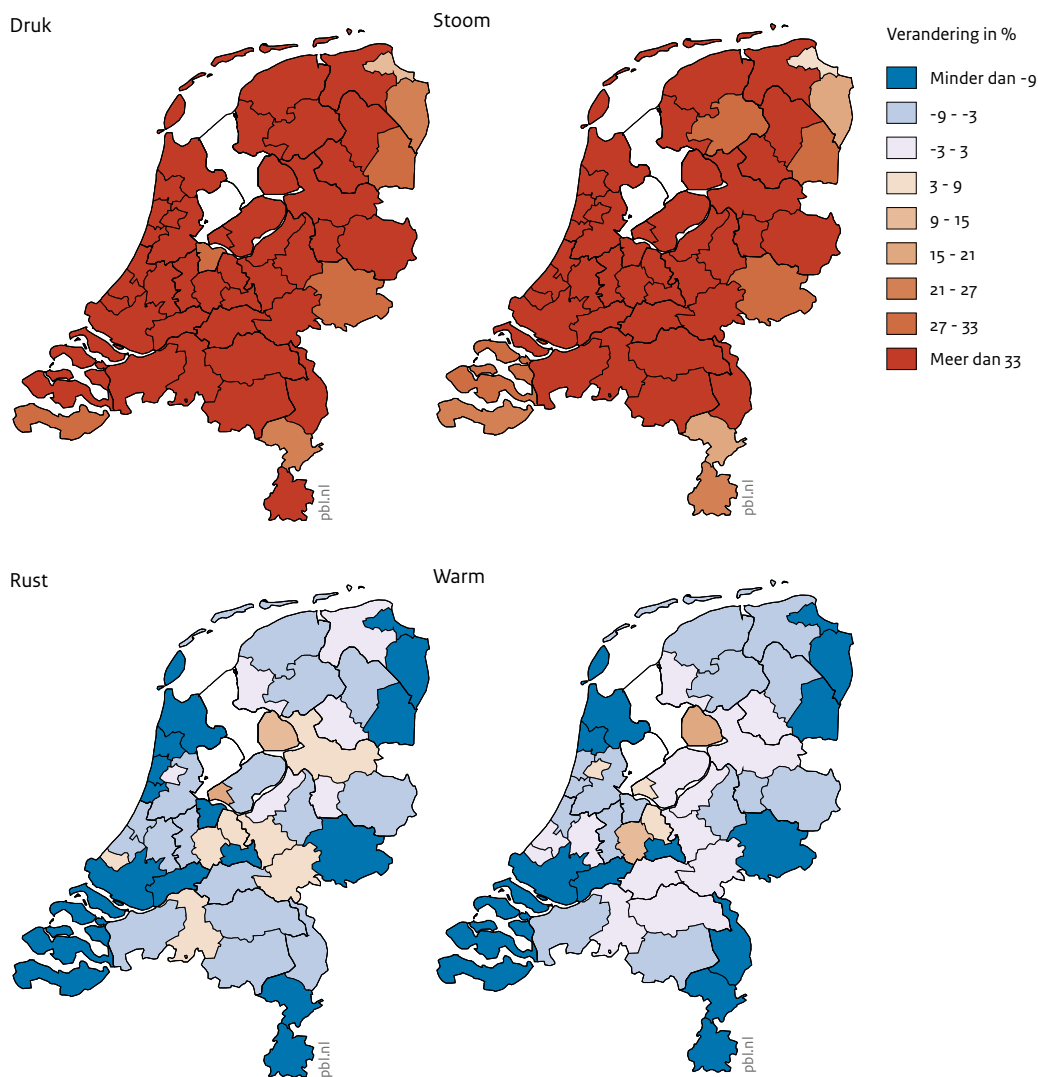
De stijging van de werkgelegenheid, maar vooral het groeiende aantal huishoudens, zetten druk op woning- vastgoed- en grondmarkten. Dit komt tot uiting in de vorm van een sterke groei van het totale ruimtegebruik van stedelijke functies. Door de combinatie van een toenemende ruimtedruk op het buitengebied en een relatief hoge groei van het aandeel kleine huis- houdens (ouderen, alleenstaanden), neemt in een aantal stedelijke gebieden ook de woningdichtheden toe.

**RUST en WARM**

De naderende vergrijzinggolf, lage geboortecijfers en zeer beperkte immigratie maken dat de bevolking van Nederland in deze scenario's met ruim 7 procent krimpt. Nederland telt hiermee in 2050 nog slechts 15,2 miljoen inwoners. Na een bescheiden toename tot 2020, neemt

vanaf dit jaar ook het aantal huishoudens af. Deze afname is echter kleiner dan de bevolkingskrimp. De reden hiervoor is de relatief hoge gemiddelde huishoudengrootte die deze lage groeiscenario's vanaf 2020 kenmerkt. Al met al is hiermee de vraag naar nieuwe woningen in dit scenario zeer klein. Hetzelfde geldt voor de vraag naar ruimte op bedrijventerreinen, kantoorlocaties enzovoort. De economische groei is immers laag, en, geheel in lijn met bovenstaande demografische ontwikkelingen, daalt ook het arbeidsaanbod.

**Figuur 4.4**  
**Huishoudensontwikkeling per scenario, 2008 - 2050**



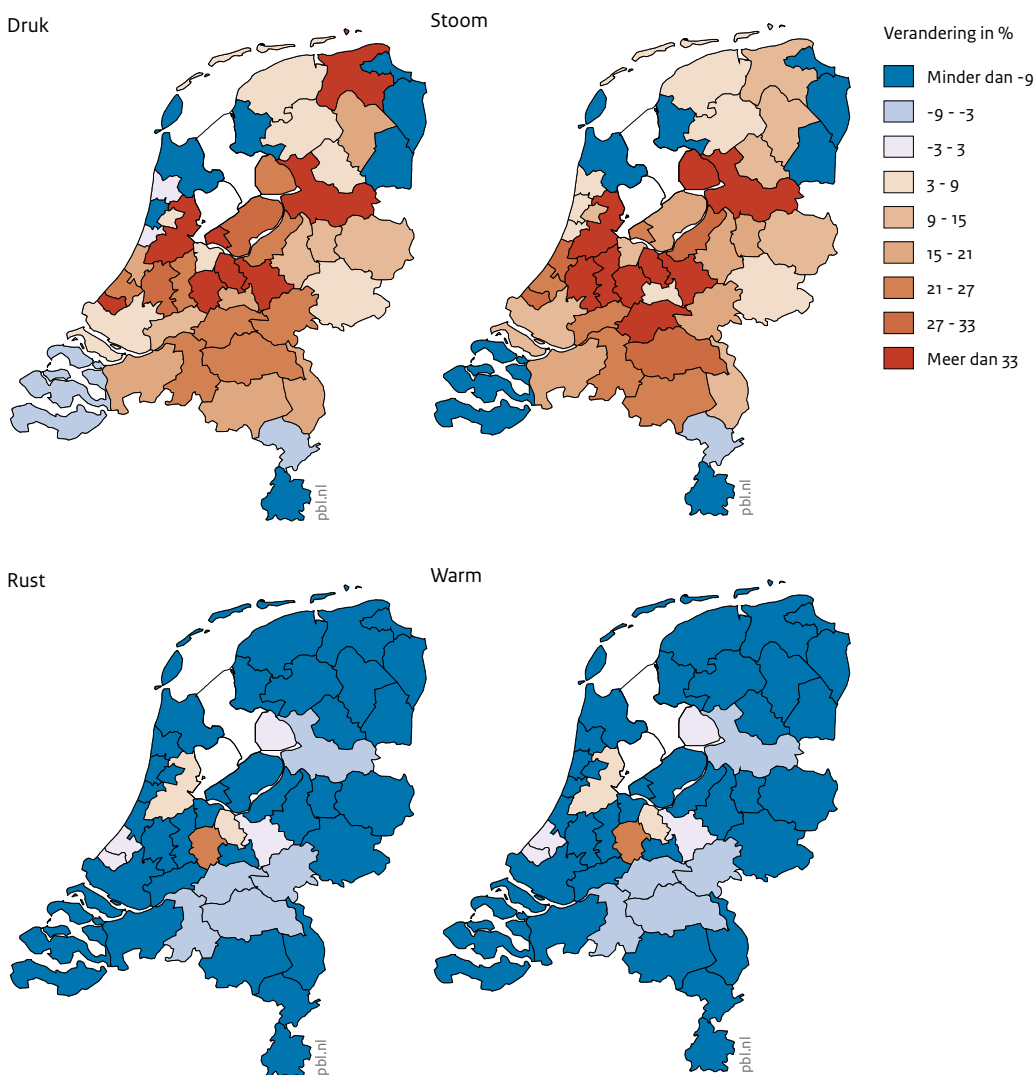
## 4.4 Regionale doorwerking

### DRUK

De groei van bevolking, huishoudens en, daarmee, de woningvraag zet zich dus voort. Tot 2020 groeit het aantal huishoudens in vrijwel alle regio's met meer dan 14 procent. Woningmarkten worden krappere, en de woningbouw trekt flink aan. In veel regio's zet deze groei tot 2030 onverminderd door, om pas na 2030 af te remmen. Na 2030 wordt alleen in de regio Utrecht nog stevig gebouwd. Over de gehele periode 2008-2050 bezien is alleen in de meest perifere regio's van Nederland sprake van een huishoudensgroei die lager is dan 20 procent. Nergens is sprake van een netto krimp van huishoudens (zie ook figuur 4.3 en 4.4).

De ontwikkeling van de beroepsbevolking laat een heel ander beeld zien. Dit heeft alles te maken met de hierboven genoemde vergrijzing. Na een aantal decennia van een groeiend arbeidsaanbod, krimpt de potentiële beroepsbevolking in een aantal regio's hierdoor vrij fors – vooral in de eerstkomende tien jaar. Zoals figuur 4.5 laat zien, daalt hiermee in een aantal van deze regio's ook de werkgelegenheid. Met name door immigratie doet zich in een aantal regio's echter ook groei voor. Deze groeiregio's bevinden zich vooral in de Randstad, met name rond de grote steden Den Haag, Amsterdam en Utrecht. Hieraan is ook de sectorale structuur van deze regio's debet. Het gaat hier om regio's met een relatief hoog aandeel overheid en kwartaire diensten, en het is, zoals figuur 4.5 laat zien, juist de dienstensector die groeit.

**Figuur 4.5**  
**Ontwikkeling aantal arbeidsplaatsen per scenario, 2008 - 2050**

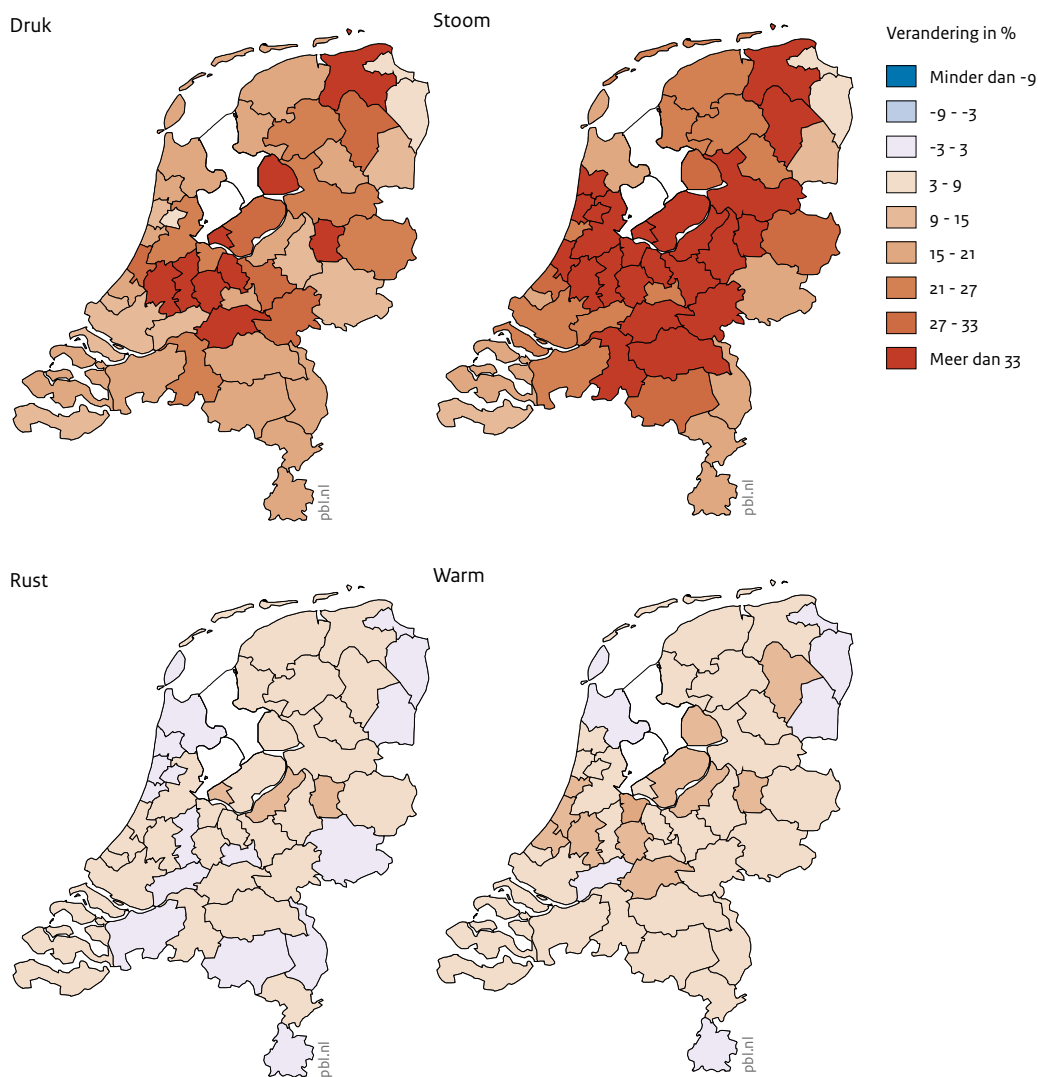


Maar het zijn niet alleen de regio's binnen de Randstad die een groeiende werkgelegenheid laten zien. Toenemende congestie en, vooral, beperkte ruimte voor stedelijke uitbreiding maakt dat de groei al snel 'overloopt' naar de 'intermediaire zones' rondom de Randstad. Denk hierbij aan Flevoland, Arnhem-Nijmegen en de regio rondom Zwolle. Vooral Almere doet het in dit opzicht goed. De regio rond Rotterdam blijft achter. De perifere regio's van Nederland laten vooral stabilisatie en krimp zien. Het gaat dan vooral om Groningen, de Achterhoek, de Kop van Noord-Holland en Zeeland. De regio rond de stad Groningen vormt hierop een uitzondering.

Het RO-beleid is in dit scenario gericht op bundeling en verdichting. Het beleid stuurt aan op een hoge mate van

bouwen binnen bestaand gebied en relatief weinig nieuwe uitleg, zowel voor woningbouw als bedrijventerreinen. Het vigerende ruimtelijk beleid leunt daarbij sterk op verstedelijkingsafspraken. Met name (bestaande) woningbouwafspraken spelen een sterk sturende rol. Dit alles conform de hoofdaanname dat de ruimtelijke ordening in dit 'restrictieve' scenario qua ruimtelijke uitwerking op de kaart 'minimaal gedifferentieerd trendmatig' wordt voortgezet. Zoals te zien is in figuur 4.6 stijgt het aandeel van stedelijk grondgebruik, gegeven bovenstaande, vrij fors in het scenario DRUK. De belangrijkste groeiregio's zijn logischerwijs dezelfde als de regio's die de hoogste groei van huishoudens en werkgelegenheid laten zien. Merk op dat er nergens krimp plaatsvindt van het totale regionale areaal stedelijk gebied. Regionale krimp van

**Figuur 4.6**  
**Ontwikkeling areaal stedelijk per scenario, 2008 - 2050**



huishoudens en banen gaat blijkbaar nergens gepaard met een (even hoge) sloop van woningen en bedrijfsruimte en ontmanteling van buurten en werklocaties. Structurele leegstand en verloedering van wijken en bedrijven-terreinen komen in dit scenario dan ook niet of nauwelijks voor. Er wordt in deze een pro-actieve rol van (regionale en lokale) overheden verondersteld. Dit betekent actief beleid met betrekking tot herstructurering en functieverandering. Economische groei maakt dit financieel haalbaar. Daar een regionale krimp van woningvraag meestal gepaard gaat met een navenante krimp van de vraag naar ruimte voor werken, komt functieverandering van woongebied naar werklocatie (en vice versa) beperkt voor. In plaats daarvan wordt overbodige ruimte benut voor de aanleg van binnenstedelijke groen-blauw structuren. Dat het

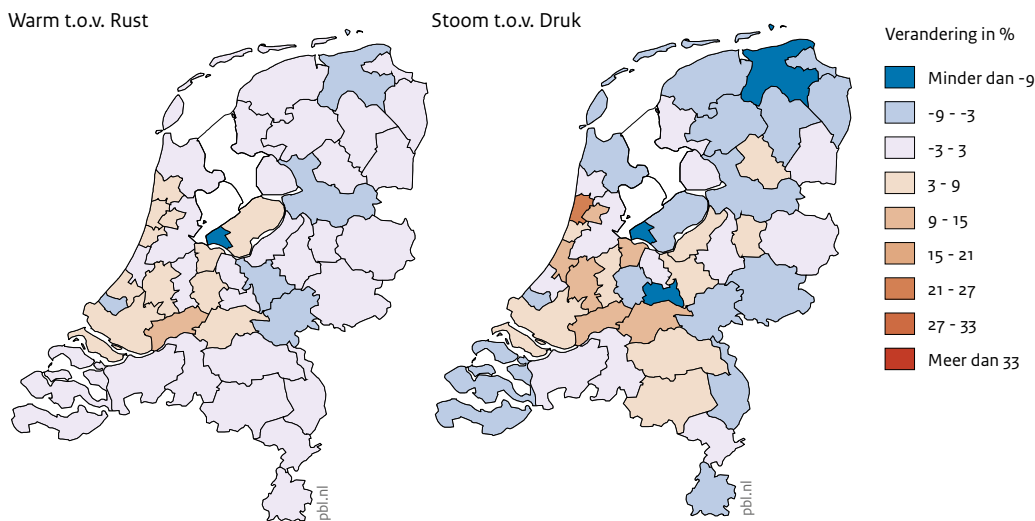
areaal stedelijk gebied hiermee constant blijft is een definitiekwestie. Lokaal nemen woningdichtheden af.

**STOOM**

Zoals in voorgaande paragrafen werd aangegeven zijn de nationale demografische en economische ontwikkelingen in STOOM gelijk aan de ontwikkelingen in DRUK. Dit geldt niet voor de onzekerheden 'klimaat' en 'RO-beleid'. In STOOM verandert het klimaat sneller; het RO-beleid is liberaal. De snellere klimaatverandering heeft in dit scenario echter geen significante invloed op de ruimtelijke ontwikkeling van stedelijk gebied, zeker niet op regionaal niveau. Overstromingen, wateroverlast, hittestress worden in dit hoge groei scenario snel en eenvoudig met



**Figuur 4.7**  
**Effect op bevolking van minder restrictief woningbouwlocatiebeleid ten opzichte van ongewijzigd beleid, 2050**



technische maatregelen (gebouwniveau, wijkniveau) opgelost.

Wat wel duidelijke ruimtelijke implicaties heeft voor de ruimtelijke ontwikkeling van het stedelijke gebied in STOOM is het minder restrictieve RO-beleid dat in dit scenario wordt gevoerd. Het loslaten van doelen rond verdichting en bescherming van de Rijksbufferzones, Nationale Landschappen enzovoort leidt tot twee verschuivingen in de ontwikkeling van bevolking en huishoudens. Op het niveau van landsdelen komt de liberalisering van de RO vooral tot uiting in de vorm van een grotere concentratie van bevolking, huishoudens, arbeidsplaatsen en, dus, verstedelijking in de Randstad en Az zone (zie figuur 4.7, 4.8 en 4.9). Dit gaat vooral ten koste van groei in de meest perifere zones van Nederland (Zeeland, Zuid Limburg, Achterhoek, Kop van Noord Holland, Groningen). Ten tweede neemt de suburbanisatie toe. Hiermee valt de groei van een aantal stedelijke kernen (Amsterdam, Utrecht, Delft, Groningen, Arnhem/Nijmegen) relatief laag uit, en is de groei in het stedelijke ommeland juist relatief hoog. Vooral het Groene Hart laat hierdoor een relatief hoge groei zien. Maar ook het Gooi en enkele kustregio's groeien relatief sterk. Verder valt vooral de relatief lage groei van Almere en Groningen op.

**RUST**

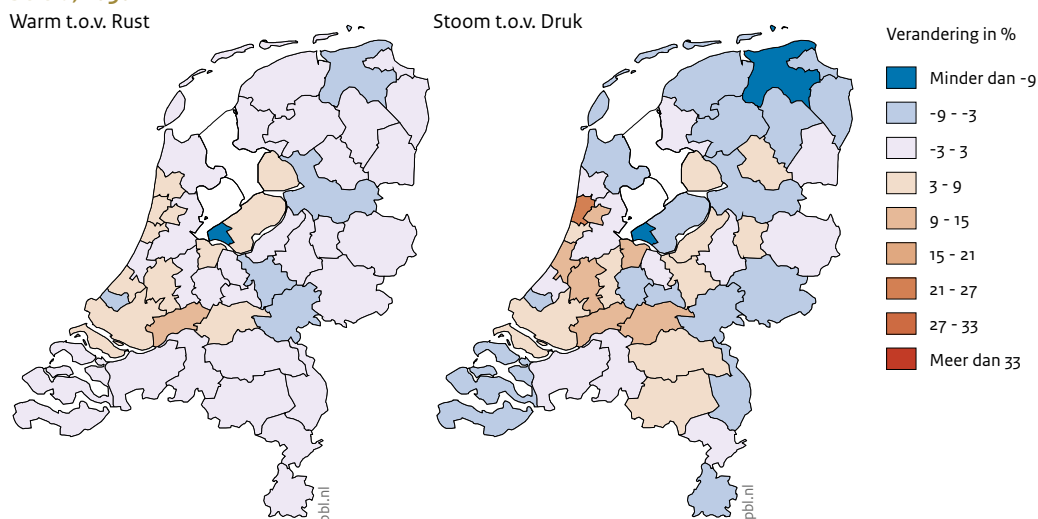
In RUST is het regionale beeld voor de toekomstige bevolkingsontwikkeling zeer divers. Hetzelfde geldt voor de huishoudensontwikkeling. Dit geldt vooral voor het komende decennium. Veel meer dan in de hoge groei

scenario's komen de drie perifere regio's van Nederland in deze periode al duidelijk naar voren als echte concentraties van krimp. Het gaat hier om het oosten van Groningen en Drenthe, de Achterhoek en de provincie Limburg. De bevolking in deze regio's wordt ouder, sterftecijfers overtreffen al snel de natuurlijke aanwas, en jongeren trekken naar de Randstad en de stad Groningen – op zoek naar banen, of het volgen van een opleiding. Immigratie is in deze regio's nihil. Na 2020 voegen ook de overige perifere regio's zich in het rijtje van krimpregio's. Vooral de provincie Zeeland laat in deze periode vrij forse krimp zien. Ook in de Randstad is echter sprake van negatieve bevolkingsgroei. In de periode tot 2020 gaat het hierbij alleen nog om de regio's rondom Utrecht. Na 2020 verschuift het zwaartepunt van krimp naar Zuid Holland. Groeiregio's zijn: Utrecht, Amsterdam, Den Haag, Arnhem-Nijmegen en Almere. Maar ook deze groei vakt na 2030 af. Zie ook figuur 4.3 en 4.4 voor de netto gevolgen hiervan voor de gehele periode 2008- 2050.

Net zoals in de hoge groei scenario's is het beeld wat betreft arbeidsaanbod en banen beduidend anders: de groei hiervan is lager, en de krimp hoger. De regionale patronen van huishoudens (figuur 4.4) en banen (figuur 4.5) zijn wederom vergelijkbaar. De ontwikkelingen in arbeidsaanbod en banen worden dan ook goeddeels gedreven door dezelfde demografische krachten: ontgroening, vergrijzing en (binnenlandse) migratie. Door ontgroening loopt de instroom van jongeren in de beroepsbevolking terug, terwijl vergrijzing ervoor zorgt dat de uitstroom van ouderen toeneemt. In tegenstelling tot het groeiscenario wordt deze uitholling niet

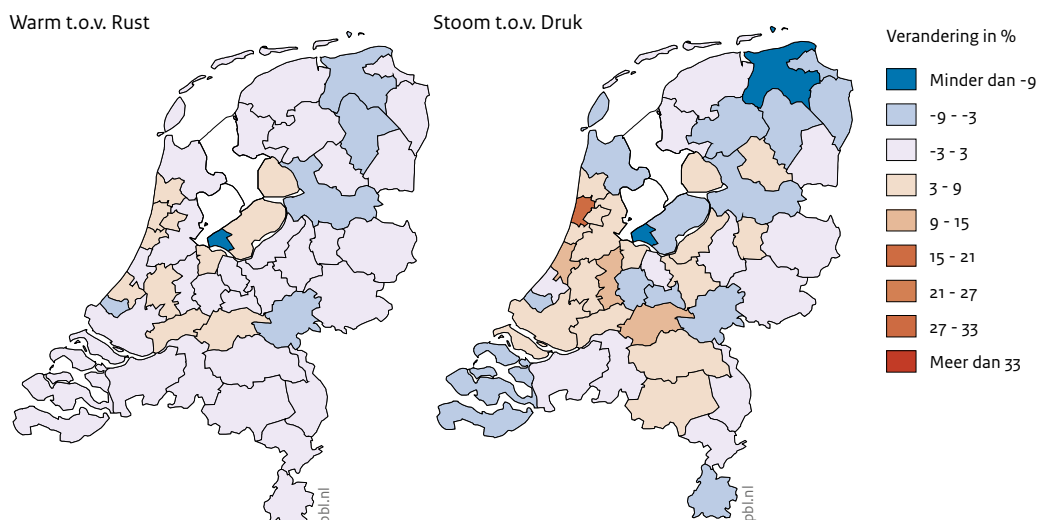
Figuur 4.8

Effect op huishoudens van minder restrictief woningbouwlocatiebeleid ten opzichte van ongewijzigd beleid, 2050



Figuur 4.9

Effect op aantal arbeidsplaatsen van minder restrictief woningbouwlocatiebeleid ten opzichte van ongewijzigd beleid, 2050



of zeer beperkt gecompenseerd door de instroom van nieuw arbeidsaanbod uit het buitenland. Binnenlandse migratie van studenten en jonge arbeidskrachten werkt als een katalysator op deze verschillen. Hierboven werd al aangegeven dat de perifere regio's op alle drie deze criteria ongunstig scoren ten opzichte van de Randstad en de intermediaire zone.

Zie figuur 4.6 voor de gevolgen van de regionale ontwikkeling van bevolking en banen op het ruimtebeslag van het stedelijk gebied. Deze groei is

duidelijk lager dan in de hoge groei scenario's. Zowel deze lagere groei als de regionale patronen zijn grotendeels conform bovenstaande ontwikkelingen met betrekking tot bevolking en banen. Ook in dit scenario wordt een effectief management van stagnatie en krimp verondersteld. De financiële armslag hiervoor is in dit lage groei scenario echter lager dan in DRUK. Waar herstructurering en functieverandering niet genoeg renderen wordt structurele leegstand verwacht.

**WARM**

Wat betreft nationale en economische en demografische ontwikkelingen is dit scenario gelijk aan RUST. Klimatologisch en beleidsmatig gelden in dit scenario juist dezelfde krachten als in STOOM. Zie figuur 4.3 tot en met 4.5 voor de uitwerking hiervan in termen van sociaaleconomische dynamiek en figuur 4.6 voor de resultante regionale verstedelijkingspatronen. Hieruit blijkt dat WARM patronen laat zien die sterk vergelijkbaar zijn met de hierboven geschetste regionale dynamiek in RUST. Hoewel kleiner, is de afwijking van het liberale WARM t.o.v. het restrictieve RUST wat deze ruimtelijke patronen betreft vergelijkbaar met de hierboven geschetste afwijking van STOOM t.o.v. DRUK. Dit geldt ook voor de verklaringen achter deze verschillen.

# Natuur

## 5.1 Inleiding

Voor de ontwikkeling van natuur worden de volgende drijvende krachten onderscheiden:

- economische groei
- verstedelijking
- productiviteit landbouw (in STOOM)
- maatschappelijke/economische behoefte aan type natuur en aan de plekken waar deze natuur wordt gerealiseerd/behouden
- klimaat(effecten)

Anders dan in vroegere uitwerkingen van de Delta-scenario's en de WLO-scenario's is verondersteld dat variatie in bovenstaande drijvende krachten leidt tot een ander areaal natuur in 2050. Waar eerder werd aangenomen dat de EHS in alle scenario's in ongewijzigde vorm en omvang gerealiseerd zou worden, is nu uitgegaan van een gedifferentieerde ontwikkeling.

## 5.2 Regionale ontwikkelingen per scenario

Zoals in hoofdstuk twee al werd aangegeven wordt in alle vier de scenario's de ruimtelijke bescherming van Natura 2000 gebieden tot 2050 voortgezet. Op de overige hierboven genoemde variabelen scores de verschillende scenario's wel verschillend. Zo is uitgegaan van

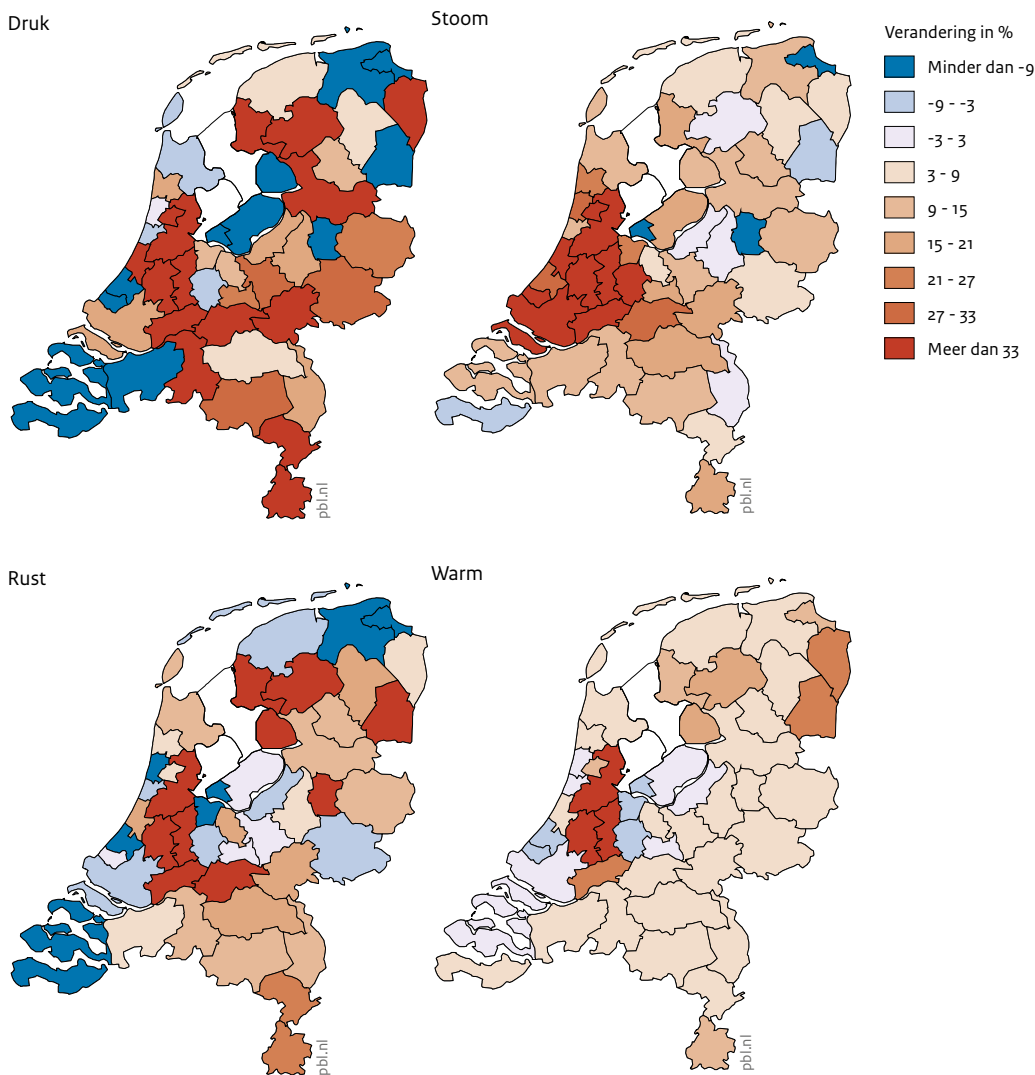
historische analyses dat ook in de toekomst bij hoge economische groei meer geld beschikbaar is of wordt gemaakt voor beheer en ontwikkeling van groen en natuur. In DRUK en STOOM is derhalve meer geld beschikbaar dan in RUST en WARM. Echter niet alleen de hoeveelheid beschikbaar geld bepaald waar en hoeveel natuur en groen ontwikkeld wordt. Zo zijn de kosten van beheer en inrichting van recreatiegroen en groen in de directe woonomgeving relatief hoog. Daardoor kan minder natuurareaal gerealiseerd worden dan via beheer en inrichting van donkergroene natuurgebieden. Met de aanleg en exploitatie van sommige natuurtypen kan echter ook geld worden terugverdiend. Dit is vooral interessant in lage groei scenario's. Zowel de economische groei als de waardering van verschillende natuurtypen verschillen per scenario. E.e.a. resulteert in sterk uiteenlopende ruimtelijke beelden van de natuur in 2050. Zie figuur 5.1 voor een regionale uitwerking hiervan. In de volgende paragrafen worden deze verschillen per scenario kort toegelicht.

### DRUK

In DRUK is de economische groei hoog. In dit scenario is daarom relatief veel geld beschikbaar voor natuur. Het natuurareaal groeit met 140.000 hectare.

Natuurontwikkeling vindt plaats om te komen tot een robuuste ecologisch netwerk, zodat elders ander grondgebruik kan intensiveren. Natuurgebieden worden vergroot en verbonden. Met name die gebieden die belangrijk zijn om de Europees beschermde soorten en

**Figuur 5.1**  
**Ontwikkeling areaal natuur per scenario, 2008 - 2050**



ecosystemen te behouden. Waar natuurgebieden minder belangrijk zijn voor behoud van Europese beschermde natuur kan natuur verdrongen worden door intensievere, hoger renderende grondgebruiksfuncties. Zowel natte als droge natuur gebieden worden versterkt. Tegelijkertijd met aaneengesloten gebieden met woonfunctie en landbouwfunctie ontstaat een 'groene ruggengraat'. Dit natuurscenario is hiermee vergelijkbaar met respectievelijk de 'Robuuste Natuur' uit de studie 'Nederland Later' (MNP 2007) en de kijkrichting 'Vitale natuur' uit de Natuurverkenningen 2010-2040 (PBL 2011). Het type natuur in de nieuwe gebieden dat wordt nagestreefd past bij de eisen van Europees beschermde soorten en ecosystemen.

**STOOM**

Ook in STOOM is de economische groei hoog en is relatief veel geld beschikbaar voor natuur. Het natuurareaal neemt toe met circa 80.000 hectare. Nieuwe parkachtige natuur wordt met name ontwikkeld rond bebouwing. Door de relatief hoge kosten van beheer en ontwikkeling van natuur en groen rond de stad ontstaat er minder natuur dan in DRUK. De bebouwing vindt door het minder restrictieve RO beleid ook plaats in aantrekkelijk gevonden locaties in het agrarisch gebied en de natuurgebieden. In de natuurgebieden buiten de Natura 2000 ontstaat er zo verspreide bebouwing t.b.v. wonen, werken, en dag- en verblijfsrecreatie. In het agrarisch gebied wordt die bebouwing verfraaid met nieuw groen. Als compensatie van natuurverlies door groei van andere grondgebruiksfuncties wordt her en der gewerkt aan

natuurontwikkeling elders. Als zoekruimte hiervoor is uitgegaan van de EHS uit de Nota Ruimte. De meeste natuurontwikkeling vindt echter plaats in de Randstad waar de vraag voor recreatiegroen belangrijk is.

### **RUST**

In RUST is de economische groei beperkt. In dit scenario is daarom relatief weinig geld beschikbaar voor natuur. Het natuur areaal stijgt desondanks met 70.000 hectare. Dit is mogelijk omdat natuurontwikkeling zich richt op vergroting van natuurkwaliteit op gronden die minder bruikbaar zijn voor overige grondgebruiksfuncties. Daarnaast wordt ingezet op natuurontwikkeling ten behoeve van maatschappelijke en economische baten. Zo vindt natuurontwikkeling plaats op plekken waar ecosysteemdiensten geleverd kunnen worden. Hiermee kunnen actoren (vooral agrariërs) geld verdienen. Gebieden worden bijvoorbeeld ingericht voor lokale extensieve recreatie of het verbouwen van regionale producten. Als zoekruimte voor natuurontwikkeling is uitgegaan van de kaart van de kijkrichting 'functionele natuur' uit de Natuurverkenningen 2010-2040 (PBL, 2011).

### **WARM**

Ook in WARM is de economische groei beperkt. Het natuur areaal stijgt met slechts 40.000 hectare. Ook hier vindt de toename plaats op agrarische gebieden die minder productief zijn geworden als gevolg van relatief sterke klimaatverandering in dit scenario. Het gaat dan met name om de veengebieden waar de grondwaterstanden en bodemkwaliteit niet langer optimaal zijn voor landbouw. Ook in de oude veenkoloniën vindt ontwikkeling van natuur plaats. De gronden worden zo ingericht dat de gebieden geschikt zijn voor recreatiefuncties. Dat geldt zeker voor natuurontwikkeling in het dichtbevolkte westen van het land.

# Landbouw en Tuinbouw

## 6.1 Inleiding

De vraag waar in Nederland anno 2050 welke gewassen worden geteeld, en welke technieken daarbij worden toegepast, is afhankelijk van een breed scala aan nauw gerelateerde factoren. Belangrijke factoren zijn o.a.:

- Ruimte voor landbouw op de grondmarkt (gegeven ruimtevrage stedelijke gebieden en natuur)
- Product- en factormarkten (marktprijzen landbouwgewassen en productiefactoren)
- Klimaat en klimaateffecten (regenval, droogte, kwel, etc)
- Economie (innovatie en adaptatievermogen)
- Technologische ontwikkelingen (mechanisatie, veredeling,
- Verbeteringen in management (kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen)
- Beleid (Beleid EU, landelijk en regionaal)
- Internationale ontwikkelingen (energie, wereldbevolking, voedselprijzen)

De scenario's zijn doorgerekend in het regionaal-economische landbouwmodel DRAM (zie bijlage III). De uitgangspunten die in DRAM zijn gebruikt verschillen per scenario. Het gaat dan om de ontwikkeling van de energieprijzen (transport) en gerelateerde kosten (kunstmest), technologische ontwikkeling (productiviteitsontwikkeling afhankelijk van economische groei), vraag naar landbouwproducten (afhankelijk van de bevolkingsontwikkeling en daarmee

de sociaaleconomische scenario's). Ontwikkelingen in de veehouderij zijn eveneens meegenomen.

## 6.2 Kwetsbaarheid en ontwikkelingen per regio

De kwetsbaarheid van de landbouw door veranderingen in de zoetwatervoorziening speelt in dit alles een belangrijke rol. Deze is afhankelijk van (Polman et al. 2012):

- de mate waarin de zoetwatervoorziening regionaal verandert, en daaraan gerelateerde risico's toe- of afnemen (de zogeheten belasting);
- de mate waarin de landbouw gevoelig is voor die belasting (gevoeligheid);
- de aanpassingscapaciteit om met veranderingen in de zoetwatervoorziening om te gaan (adaptatievermogen).

Belangrijke vormen van belasting zijn verzilting en droogte. Bloembollen, sierteelt, groenten, aardappelen en fruit zijn relatief gevoelig voor verzilting. Gras, granen en suikerbieten zijn toleranter. Droogtegevoelige gewassen zijn vooral: zomer-groenten, bladgroenten, bloembollen, aardappelen, uien fruit en boomkwekerijgewassen. De gevoeligheid voor droogte verandert gedurende het seizoen.

De kwetsbaarheid verschilt sterk per regio. Adaptatie door de sector is niet in de scenario's verwerkt omdat hier binnen de strategieën naar wordt gekeken. De belasting van de landbouw in de vorm van zoetwatervoorziening is ook afhankelijk van de Deltastrategieën. De belasting en adaptatie zijn dan ook niet expliciet uitgewerkt. Hieronder volgt per regio een kort overzicht van deze gevoeligheid en de globale gevolgen daarvan voor de landbouwsector in deze regio's.

### Hoge zandgronden

De hoge zandgronden houden over het algemeen weinig water vast en zijn daarmee relatief gevoelig. De landbouw is afhankelijk van neerslag en beregening. In de wegzijgingsgebieden kunnen neerslagtekorten niet worden aangevuld vanuit het grondwater. Deze gebieden zijn afhankelijk van het beschikbare water in de wortelzone aan het begin van het groeiseizoen en van de neerslag. Voldoende vocht voor gras in de periode mei/juni is cruciaal voor een goede grasopbrengst in de rest van het seizoen. Voor grasland kan bij extreme droogte onomkeerbare schade aan de graswortel optreden, waardoor er opnieuw ingezaaid moet worden.

### West-Nederland en de Zuidwestelijke Delta

In West-Nederland, inclusief de diepe droogmakerijen en de Zuidwestelijke Delta, speelt met name gevoeligheid voor verzilting. In de Zuidwestelijke Delta blijven de zoetwaterlenzen en aanvoer van zoetwater elders (rivieren, boezemwateren, waterlopen en specifiek voor Zuid-Beveland de landbouwwaterleiding) belangrijk. In West-Nederland is de landbouw verbonden met het stedelijk gebied. In de Zuidwestelijke Delta is de landbouw dominant. In STOOM en WARM neemt de verzilting toe in de Zuidwestelijke Delta, de kuststrook en de diepe droogmakerijen. Dit kan met name tot problemen leiden in de drogere scenario's.

In STOOM en WARM wordt het bouwplan in de kuststrook kwetsbaarder. De problemen zijn groter in gebieden waar geen aanvoer vanuit het watersysteem mogelijk is, die verzilt raken en/of waar beregening beperkt mogelijk is. De concurrentiepositie van de landbouw in deze gebieden verslechtert. Het belang van de fruitteelt die veelal druppelbevloeiing en/of een eigen watersysteem heeft, neemt toe in de Zuidwestelijke Delta.

Bodemdaling speelt met name in de veengebieden van het Groene Hart en Noord-Holland (zie ook IJsselmeergebied). De modellering van bodemdaling is uitgewerkt in hoofdstuk 8. In de veengebieden is de

melkveehouderij de belangrijkste grondgebruiker. Hoewel extensivering van het landbouwareaal optreedt (meer akkerbouw, minder grasland), blijft de melkveehouderij in STOOM en WARM dominant. In DRUK wordt het grondgebruik afgestemd op andere functies, zoals natuur en stad (verbreding). Er ontstaat een meer versnipperd patroon van gebruikers. In WARM en RUST blijft de landbouw dominant in oppervlakte en zal de bodemdaling niet worden afgeremd. Buiten de veengebieden heeft bodemdaling in geen van de scenario's effect op de landbouw.

### IJsselmeergebied ofwel de waterbuffer IJsselmeer

In de gebieden die afhankelijk zijn van het water uit het IJsselmeer is de landbouw een relatief belangrijke grondgebruiker. Problemen met een overvraging van water uit het IJsselmeer en de rivieren spelen voor verschillende noordelijke zandgrondgebieden. Beslissingen over het voort- of stopzetten van de wateraanvoer naar deze gebieden (belasting) hebben een groot effect op de concurrentiekracht en de mogelijkheden van de landbouw op deze noordelijke zandgronden.

In de veengebieden in Friesland en delen van Overijssel en Gelderland spelen, ondanks verschillen, min of meer vergelijkbare processen met betrekking tot bodemdaling als in West-Nederland.

### Rivieren

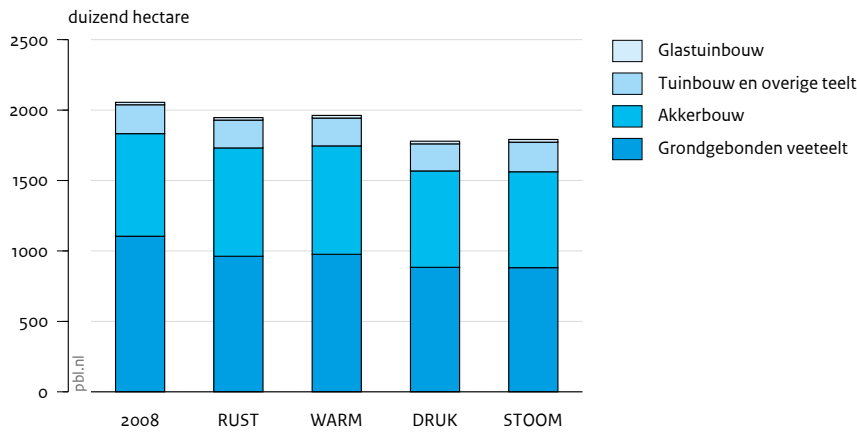
In het rivierengebied zijn fruitteelt, (laan)boomteelt, (vollegronds)tuinbouw en akkerbouw van belang. Als in STOOM en WARM de rivieraanvoer regelmatig onvoldoende blijkt (belasting), ontstaan er lokaal of in grotere gebieden knelpunten. In drogere jaren ontstaan deze knelpunten ook nu al. Water voor beregening, doorspoeling en peilbeheer kan in deze gebieden dan niet meer worden ingenomen (Waterdienst 2011). In STOOM en DRUK neemt het areaal voor deze meer intensieve teelten sterker toe dan in RUST en WARM. In STOOM en WARM bestaat een groter risico op bovengenoemde knelpunten, waarmee het perspectief van deze sectoren afneemt.

## 6.3 Ontwikkelingen per sector

Vanuit het oogpunt van kwetsbaarheid laten de mogelijke toekomstige ontwikkelingen in de landbouwsector zich het beste beschrijven per bodem- en waterhuishoudkundige eenheid. Zoals in paragraaf 6.1 werd aangegeven wordt de dynamiek in de Nederlandse landbouwsector echter ook gedreven door bijvoorbeeld ontwikkelingen op de grondmarkt en technologie. Vanuit dit perspectief wordt de (regionale) dynamiek in landbouw toegelicht aan de hand van de



Figuur 6.1  
**Areaal landbouwgrond**



regio-indeling die binnen de vorige paragrafen werd gehanteerd. Hierbij worden de volgende hoofdcategorieën van landbouw onderscheiden:

- landbouw (akkerbouw en grondgebonden veeteelt);
- tuinbouw (glastuinbouw, fruitteelt enzovoort).

Watergebruik door de intensieve veehouderij voor de drenking van vee en reiniging is niet meegenomen in dit onderzoek. De ontwikkeling van grondgebruik wordt wel meegenomen binnen DRAM, evenals het grondgebruik van de intensieve veehouderij.

**Grondgebonden landbouw**

In alle vier de scenario's wordt de landbouwsector (akkerbouw, tuinbouw en veehouderij) gezien als sluitpost op de grondmarkt. Dat wil zeggen dat het toekomstige ruimtegebruik van deze sector gelijk is aan de ruimte die overblijft wanneer de ruimtelijke dynamiek in de overige sectoren zijn beslag heeft gekregen. Het totale ruimtegebruik van deze sector als geheel in 2050 wordt afgeleid van de hiervoor beschreven ontwikkelingen voor verstedelijking en natuur. Zie figuur 6.1 voor een globaal overzicht per scenario voor het ruimtebeslag van de verschillende functies in Nederland.

Conform de hiervoor geschetste ontwikkelingen van stedelijk gebied en natuur daalt het totale landbouwareaal in elk van de vier scenario's. In DRUK en STOOM is deze afname groter dan in RUST en WARM. Dit is het gevolg van lagere economische en demografische groei in de laatstgenoemde scenario's. In DRUK en STOOM daalt het totale landbouwareaal van 67 procent in 2008 naar circa 56 procent en in WARM en

RUST naar ongeveer 61 procent van het totale grondoppervlak van Nederland (exclusief open water).

In figuur 6.2 wordt een regionale uitwerking gegeven van deze ontwikkelingen. De belangrijkste observaties voor deze figuur zijn:

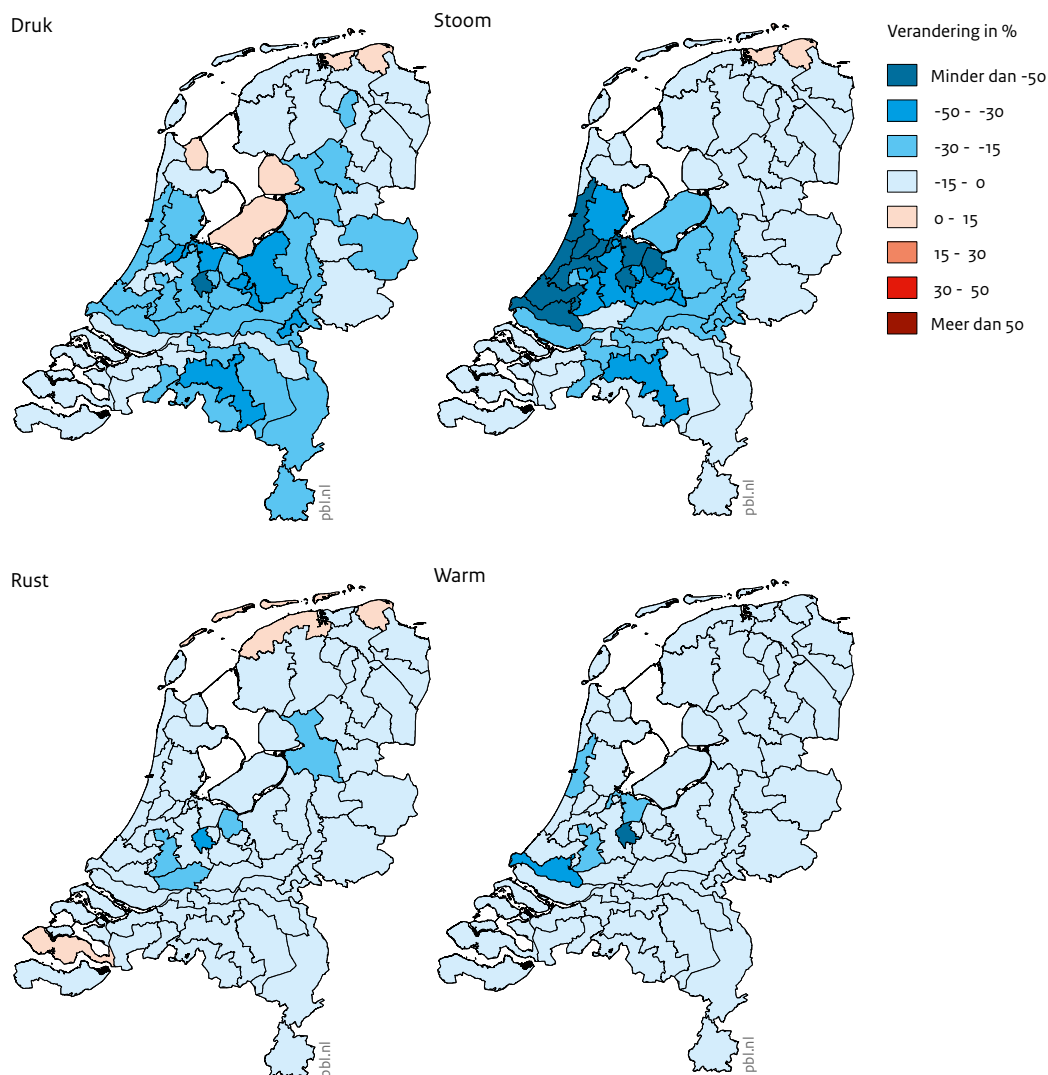
- In de groeiscenario's STOOM en WARM is de afname van het landbouwareaal relatief sterk geconcentreerd (Randstad). De teruggang in scenario STOOM is relatief groot in vergelijking met de andere scenario's. In een beperkt aantal regio's blijft het areaal gelijk.
- In de beperkte groeiscenario's DRUK en RUST vindt soms een regionale toename plaats van het landbouwareaal (Noord Nederland, Flevopolders). De grootste krimp van het areaal bij DRUK vindt in de Randstad plaats en in RUST in Groningen en Friesland. De teruggang in areaal is echter relatief beperkt ten opzichte van STOOM en WARM.

Ook deze regionale dynamiek van het landbouw-areaal, alsmede de verschillen die zich daarin aftekenen tussen de scenario's, laten zich geheel verklaren uit de in de vorige hoofdstukken beschreven ontwikkelingen van het stedelijke gebied en de natuur. In hoofdstuk 4 en hoofdstuk 5 zijn deze regionale ontwikkelingen verder uitgewerkt.

Het aandeel grasland in het totale areaal voor de landbouw loopt terug van circa 54 procent in 2008 naar ongeveer 50 procent in 2050. Voor heel Nederland zijn er nauwelijks verschillen tussen de scenario's. Regionaal zijn er wel verschuivingen in het areaal grasland zoals weergegeven in figuur 6.3. De regionale groei en krimp is voor de meeste gebieden voor de verschillende scenario's beperkt. In STOOM is de daling van het areaal

Figuur 6.2

## Ontwikkeling areaal landbouw per scenario, 2008 - 2050



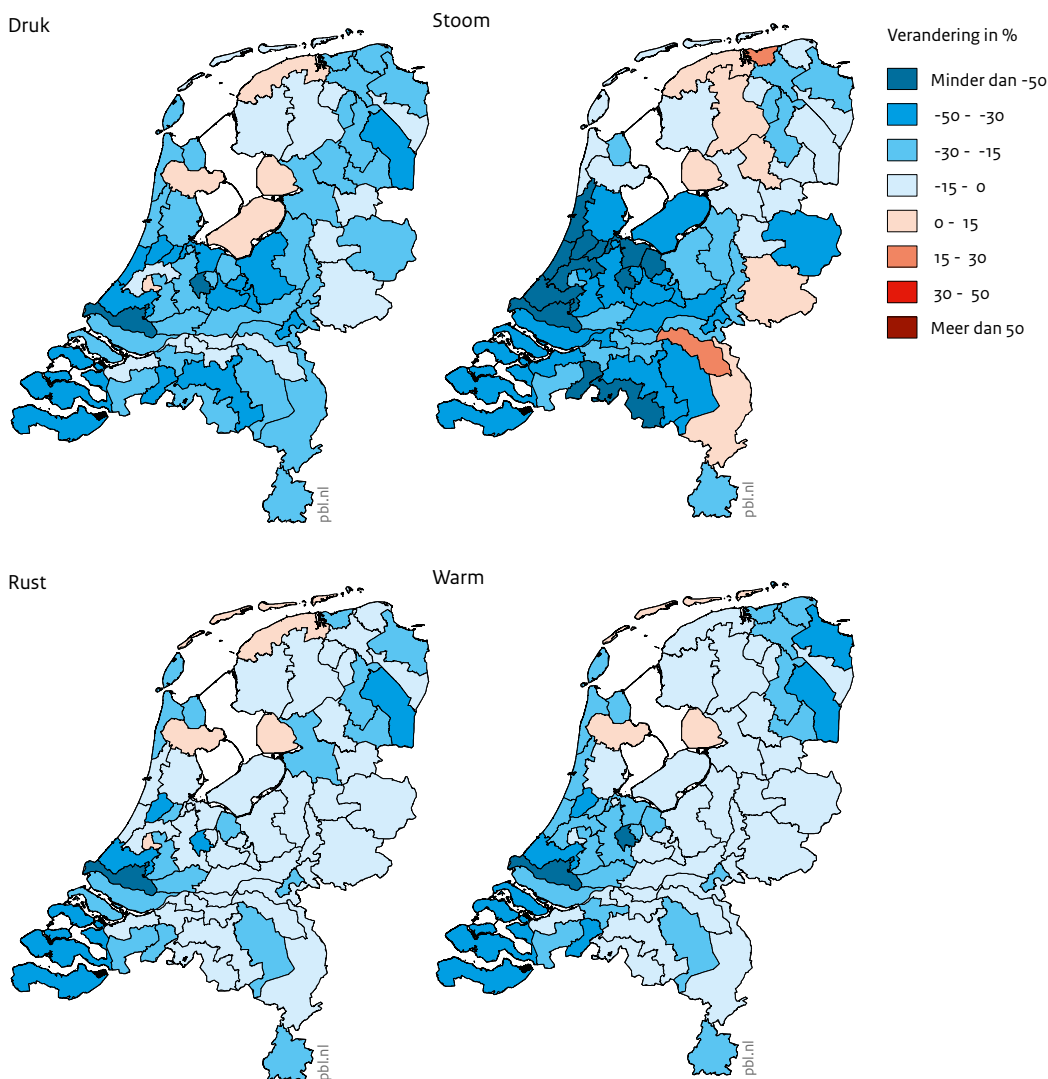
in West-Nederland relatief groot terwijl andere gebieden groeien in areaal grasland. Ten dele kan dit verklaard worden door het samengaan van een toename van het areaal natuur in de Randstad (zie hoofdstuk 5) en sterke verstedelijking in de Randstad (hoofdstuk 4). Overigens is het aantal regio's waar het oppervlak grasland groeit ten opzichte van 2008 beperkt. De teruggang in areaal akkerbouw is relatief groot in de scenario's RUST en STOOM. Het areaal mais blijft vergelijkbaar met 2008 rond de 13 procent van het totale landbouwareaal.

Het aandeel van de granen stijgt van circa 11 procent in het basisjaar naar ongeveer 15 procent in 2050 en verschilt nauwelijks per scenario. Het areaal bieten blijft

rond de 4 procent in de verschillende scenario's en ligt bij STOOM wat lager en verandert daarmee beperkt. Het areaal aardappelen ligt in RUST en DRUK rond de 6 procent en in WARM 7 procent en in STOOM op circa 9 procent. Het huidige areaal aardappelen ligt rond de 8 procent. Het areaal overige gewassen ligt rond de rond de 7 procent in 2008 en daalt licht. Binnen deze categorie wordt een stijging verwacht van het areaal opengrondstuinbouw.

Naast de absolute arealen zijn de regionale verschuivingen in de akkerbouw van belang (zie figuur 6.4). In DRUK neemt het areaal in de meeste gebieden af terwijl in RUST het areaal in meerdere regio's toeneemt. Een deel van deze verschuiving komt doordat de druk op

Figuur 6.3  
Ontwikkeling areaal grasland per scenario , 2008 - 2050



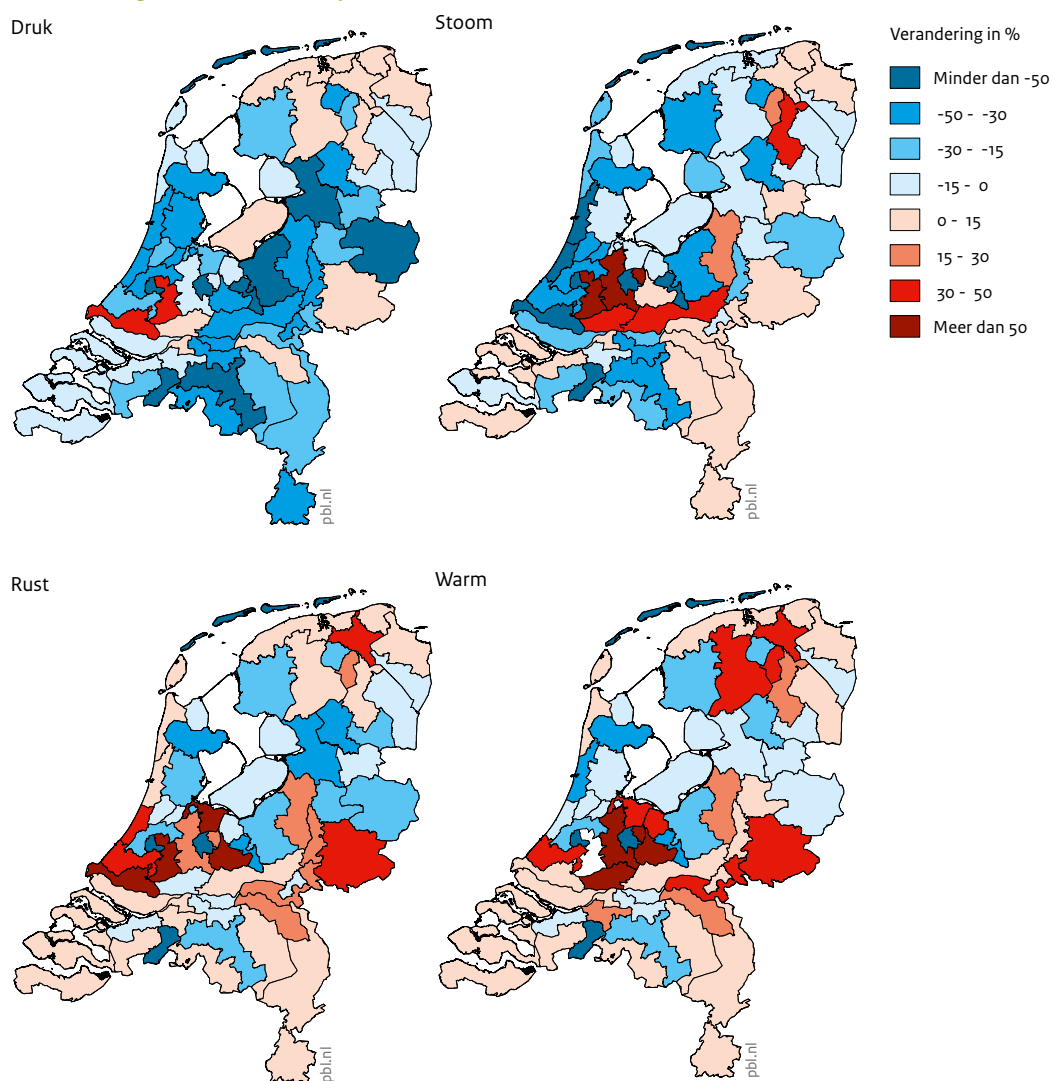
het agrarisch gebied verschilt per regio. In STOOM en WARM groeit het areaal akkerbouw beperkt. In een aantal regio's neemt het areaal af. De afname van het areaal akkerbouw in DRUK vind plaats in de meeste regio's, met uitzondering van het Noorden.

### Tuinbouw

Het aandeel van tuinbouw in alle land- en tuinbouwgrond is zeer beperkt. In 2008 was het aandeel tuinbouw 5 procent. De glastuinbouw maakte 0.5 procent uit van alle land- en tuinbouwgrond. Er wordt wel vanuit gegaan dat het aandeel glastuinbouw beperkt groeit tot 2050, afhankelijk van het scenario. De toegevoegde waarde per hectare is voor deze intensieve percelen echter relatief groot, en daarmee de potentiële

schade als gevolg van klimaateffecten en veranderingen in de zoetwatervoorziening. Technologie (en daarmee het potentieel voor technologische adaptatie) speelt binnen deze sectoren een relatief grote rol. Verder zijn ruimtelijke ontwikkelingen binnen deze sectoren relatief nauw verbonden met de stedelijke economie van Nederland (arbeidskrachten, bereikbaarheid veilingen, markten en andere logistieke knooppunten, energievoorziening, enzovoort). Hieronder volgt per subsector een korte uiteenzetting van de ontwikkelingen binnen deze sectoren in de verschillende scenario's.

Figuur 6.4  
Ontwikkeling areaal akkerbouw per scenario , 2008 - 2050



### Glasgroenten

De tendens dat steeds meer grotere glasgroente-bedrijven zich vestigen buiten de centra Westland, B-Driehoek (Oostland) en omgeving Aalsmeer, zet in alle vier de scenario's door. De glasgroentetelers hebben de afgelopen jaren te maken gehad met zeer sterk wisselende inkomens (Polman et al. 2012). In sommige jaren zijn de inkomens zelfs sterk negatief geweest. Gegeven de hoge economische groei blijft het areaal in DRUK en STOOM verder groeien, al blijft deze groei in procenten van het totale landbouwareaal beperkt. De glastuinbouwteelten vinden grotendeels onder geconditioneerde omstandigheden plaats.

### Boomkwekerijen

In DRUK en STOOM laat het areaal van boomkwekerijen een grotere toename zien dan in de lage groei scenario's WARM en RUST. Zowel de consument (particuliere tuinen) als overheden (beplantingen in openbare ruimten) hebben in de eerstgenoemde scenario's simpelweg meer geld om aan boomkwekerijgewassen te besteden (meer tuinen en meer kwaliteit in openbare plantsoenen). Hogere temperaturen (STOOM, WARM) versterken het relatieve voordeel van Nederland in deze sector. Een goede watervoorziening is daarbij essentieel.

**Fruitteelt**

De groei van de fruitteelt is sterk afhankelijk van het klimaat. Hogere temperaturen bieden zowel voor- als nadelen. Hogere temperaturen bevorderen de productie. Hier staat tegenover dat de omstandigheden moeilijker worden. De sector heeft zich hiertegen echter nu al behoorlijk gewapend (nachtvorstbestrijding, druppelbevloeiing, hagelkanonnen en hagelnetten). Verder is de sector innovatief. Deze mogelijkheden worden met name benut bij economische groei (DRUK en STOOM).

# Verhardingsgraad

In het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI) wordt aan het grondgebruik van het Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN) een fractie verhard gebied toegekend. 'Stedelijk gebiedscellen (stedelijk bebouwd gebied, bebouwing in buiten gebied, bebouwing in agrarisch gebied) zijn in de praktijk voor 40 procent verhard' (p. 6 NHI model-rapportage deelrapport landgebruik december 2008). Hoofd- en spoorwegen worden voor 80 procent verhard verondersteld. De rest van het grondgebruik wordt als niet verhard verondersteld.

Bovenstaande benadering van de verhardingsgraad is, alhoewel voor een wat grovere benadering goed bruikbaar, weinig gedifferentieerd. Door het gebruik van de RuimteScanner, waarin verschillen in grondgebruiksfuncties zijn opgenomen, is de mogelijkheid ontstaan om een meer gedifferentieerde verhardingsgraad te berekenen.

Dit is gedaan door de grondgebruiksfuncties uit de RuimteScanner (spoorwegen, (hoofd)wegen, vliegvelden, bedrijventerreinen, zeehaventerreinen, glastuinbouw en woongebied) te confronteren met de LGN-kaart met de verhardingsgraad. Voor het woongebied wordt voor het bepalen van de verhardingsgraad een onderscheid gemaakt naar verschillende woningdichtheden op 100 bij 100 meter zoals die in de RuimteScanner en voorliggende modellen (PEARL TXL) worden gebruikt. Hiervoor is een woningdichthedenkaart gebruikt van het CBS.

Voor beide analyses geldt dat er een gemiddelde verhardingsgraad per grondgebruiks-functie is berekend. Er is daarbij geen rekening gehouden met regionale verschillen. In onderstaande tabellen 7.1 en 7.2 is de uitkomst van deze analyse samengevat.

Geconcludeerd is dat de 40 procent verharding voor stedelijk bebouwd gebied die het NHI hanteert een goede keuze is die past bij het woongebied met dichtheden van 20 tot 45 woningen per hectare. Voor het hoog stedelijk gebied (met de echt hoge woningdichtheden) is de fractie verhard hoger (60 procent). In het buitengebied (agrarisch en buiten wonen) is de fractie verhard gebied aanzienlijk lager (20-30 procent).

Ook is geconcludeerd dat een verhardingsgraad van 80 procent voor hoofd- en spoorwegen die het NHI hanteert aan de hoge kant is. Voor spoorwegen geldt een percentage van 20 procent tot 60 procent en voor de hoofdwegen 30 procent wanneer wordt gerekend met 100 bij 100 meter cellen.

De RuimteScanner heeft geen onderscheid voor wonen in de drie LGN klassen die het NHI op basis van LGN nu hanteert. De RuimteScanner kent één klasse woon-gebied. Binnen deze klasse is per cel de woningdichtheid bekend. Daaraan wordt een verhardingsgraad toegekend. Dit zijn de vier in tabel 7.2 onderscheiden woningdichtheidsklassen.

Tabel 7.1

**Verhardingsgraad voor rode grondgebruiksfuncties in de ruimtescanner**

Grondgebruik	Verhardingsgraad voor cellen van 100*100 m
woongebied	0,3
bedrijventerrein	0,7
zeehavens	0,9
spoorwegen	0,2-0,6
(hoofd)wegen	0,3
vliegvelden	0,4
glastuinbouw	0,5

Tabel 7.2

**Verhardingsgraad voor het woongebied gedifferentieerd naar woningdichtheid**

Woningen per hectare	Verhardingsgraad
0	0,0
1 tot 5	0,2
6 tot 20	0,3
21 tot 45	0,4
> 45	0,6

Ten behoeve van het NHI zijn met behulp van de RuimteScanner kaarten gemaakt met de fracties verhard gebied. Daarbij is uitgegaan van de verhardingsgraad zoals in bovenstaande tabellen is weergegeven en het grondgebruik van het referentie jaar en van de vier Deltascenario's. Zowel het grondgebruik als de verhardingsgraad zijn input voor het NHI. In bijlage VI wordt de analyse van de verhardingsgraad in meer detail toegelicht.

# Bodemdaling

## 8.1 Inleiding

Een van de aandachtspunten in de nadere uitwerking van de Deltascenario's is bodemdaling. Bodemdaling in Nederland kent meerdere oorzaken: zout- en gaswinnings, zetting na drooglegging maar vooral ook door klink, een gevolg van het oxidatie van ontwaterde veengronden.

Bodemdaling is niet alleen een historisch feit, maar zal ook bij ongewijzigd waterbeheer in laagveengebieden en bij toekomstige winningen blijven plaatsvinden. Door aandacht te geven aan (veen)bodemdaling in de Deltascenario's kan dit aspect zowel bij de analyses en (voorlopige) strategieën worden meegenomen, in het bijzonder door het deelprogramma zoetwater.

In gebieden met bodemdaling is waterbeheer en waterveiligheid een groot aandachtspunt (peilbeheer, veendijken, kosten, waterkwaliteit). Klimaatverandering heeft grote impact op snelheid van bodemdalingen in veengebieden. In de modellering is daarom gekeken naar:

- autonome daling a.g.v. winningen (geen differentiatie in de scenario's)
- autonome daling van veengronden en het effect daarop van klimaatverandering
- plausibele transitie in landgebruik (van landbouw naar natuur, zie hoofdstuk 4 over natuur).

In bijlage VII is nader ingegaan op de bodemdalingsproblematiek en de daarvoor gebruikte basisbestanden. De mogelijke beheers- en

managementkeuzes voor veenbodems, meer specifiek de veenweidegebieden, zijn niet meegenomen in de Deltascenario's omdat het uitgangspunt van beleidsarm/minimaal gedifferentieerd trendmatig beleid wordt toegepast in de scenario's. In de uitwerking van het landgebruik is alleen de wijziging in landgebruik, van landbouw naar natuur, meegenomen. Hieronder zijn de meer technische aspecten van de aanpak van bodemdaling toegelicht en geïllustreerd.

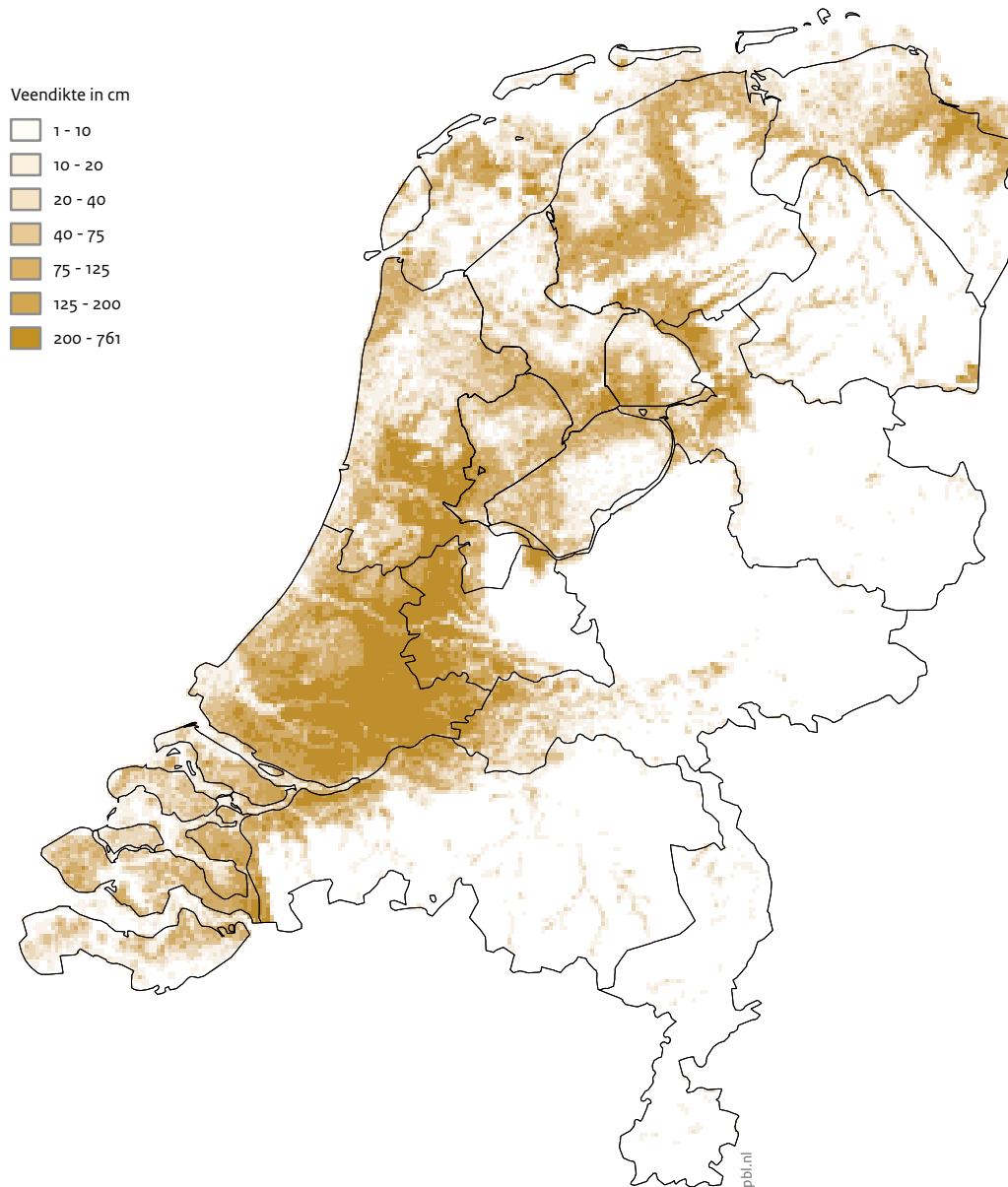
In figuur 8.1 is de actuele veenbodemdikte weergegeven. De dikte varieert van enkele tientallen centimeters tot vele meters dikte. De dikste pakketten liggen in West Nederland o.a. in het Groene Hart. Bij gelijkblijvend waterbeheer in veenweidegebieden, waarbij het peil de landbouwfunctie volgt, treedt een geleidelijke daling op. In de gebieden met een dun veenpakket zal door oxidatie het aanwezige veen geleidelijk oxideren tot op de minerale ondergrond. Bij dikkere veenpakketten kan dat vele eeuwen duren.

## 8.2 Modelling van veenbodemdaling 2050

Voor het scenariojaar 2050 is de bodemdalingskaart voor de meeste gebieden direct lineair afgeleid van de aangeleverde bodemdalingskaarten van Deltares (De Lange 2012) (zie bijlage VII, met daarin opgenomen de gebruikte bodemdalingskaarten). Het beschikbare



Figuur 8.1  
Veendikte



kaartmateriaal laat zowel de autonome daling zien als de daling onder het klimaatscenario W+ (WARM en STOOM). Dat wil zeggen dat van deze kaarten 42/50e deel is genomen ten behoeve van de bodemdalingsmodellering in de RuimteScanner voor de periode 2008-2050. Alleen indien een landgebruikstransitie plaatsvindt van nat naar droog of van droog naar nat wordt hiervan afgeweken. De definitie wat in NHI als 'droog' en als 'nat' landgebruikstype wordt gezien is in tabel 8.1 te vinden.

Bij de transitie van nat naar nat treedt er geen bodemdaling op. Dit geldt voor gebieden waar het waterpeil zodanig is dat er in het startjaar 2008 geen sprake is van veenoxidatie en deze situatie ook in de toekomst gehandhaafd blijft. Bij transitie van nat naar droog wordt aangenomen dat halverwege de modelleringsperiode de feitelijke transitie van landgebruik plaatsvindt. De modelleringsstappen zijn 10 jaar (m.u.v. de eerste stap deze bedraagt 2008-2020) waarmee het totaal aantal modelleringsstappen tot 2050 op 4 komt. Bij een modelleringsstap met gebieden met droog naar nat

Tabel 8.1  
Definitie van droog en nat voor NHIModelType

NHI-Model- type	Nat	NHI-Model-type	Nat
Spoorlijnen	0	Agr_bloembollen	0
Infra_weg	0	Agr_gras	0
Infra_vliegveld	0	Agr_boomgaard	0
Woongebied	0	Agr_boomteelt	0
Werk_bedrijventerrein	0	Nat_gras	0
Werk_voorzieningen	0	Nat_loofbos	0
Werk_zeehaven	0	Nat_naaldbos_licht	0
Bouwterrein	0	Nat_naaldbos_donker	0
Semi_verhard_exo	0	Nat_nat	1
Recr_dagrec	0	Nat-droog	0
Recr_verblijfsparken	0	Water_groot_zoet_exo	1
Gras_in_bebouwd	0	Water_zout_exo	1
Agr_glastuinbouw	0	Water_rivieren_exo	1
Agr_mais	0	Water_overig_exo	1
Agr_aardappelen	0	Water_boezem_exo	1
Agr_bieten	0	Buitenland	0
Agr_granen	0		

transities vindt gedurende de eerste 5 jaar nog bodemdaling plaats. Bij transities nat naar droog betreft het de laatste 5 jaar dat er bodemdaling plaatsvindt. Deze aanpak gaat uit van de aanname dat bij een nat landgebruikstype er geen oxidatie kan plaatsvinden van organisch stof en daarmee geen bodemdaling kan plaatsvinden. Voor het G-scenario (DRUK en RUST-scenario) met gematigde klimaatverandering is aangenomen dat het klimaateffect 60 procent geringer is dan onder de scenario's met sterke klimaatverandering (WARM en STOOM). In model termen:  $w\_effect / 2.5 + autonome\_bodemdaling$ . Ook voor DRUK en RUST is  $42/50^{\circ}$  deel genomen van de autonome daling in dit geval voor het klimaatscenario  $W^*$ . In figuur 8.2 is de berekende bodemdaling in centimeters voor de periode 2008-2050 afgebeeld voor STOOM.

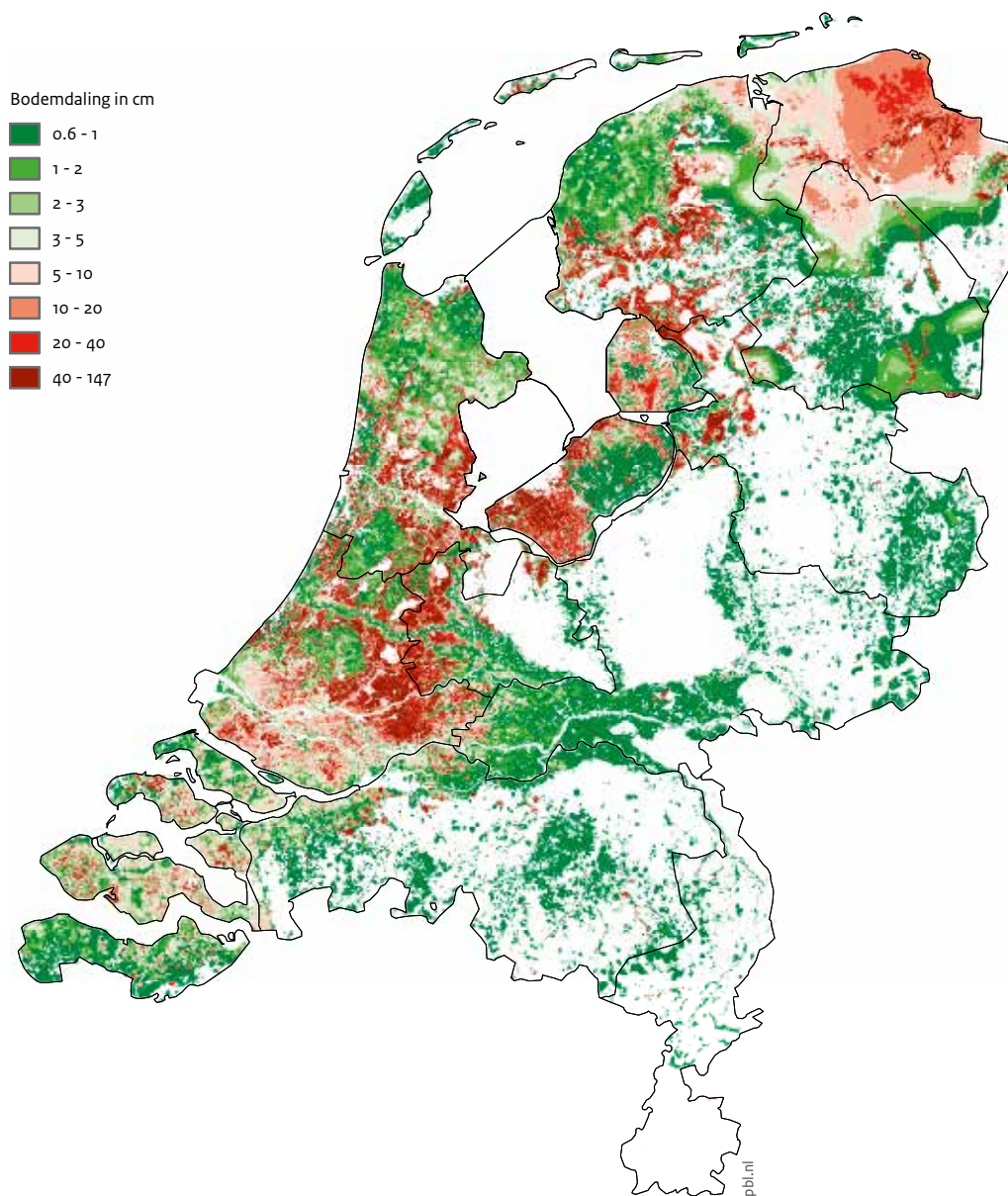
### 8.3 Modellerings van veenbodemdaling 2100

Voor het modelleerjaar 2100 ligt de situatie iets gecompliceerder. Voor de modelleerperiode 2050- 2100 is aangenomen dat het bovenste veendiktepakket eventueel limiterend kan werken ten aanzien van bodemdaling. Het gebruikte veendikte-bestand voor het startjaar 2008 ziet er uit zoals in figuur 8.1 is afgebeeld.

De bodemdalingkaart voor 2050 geldt onder andere als input voor de modellering van bodemdaling in 2100. Bodemdaling is dus niet opnieuw gemodelleerd voor de periode 2008-2050. Er is gebruik gemaakt van de definitieve aanlevering van de bodemdalingresultaten (voor 2050) naar het NHI. Ten aanzien van de bodemdalingssnelheden is tevens weer gebruik gemaakt van de aangeleverde bodemdalingkaarten voor 2050. De snelheden zijn lineair geëxtrapoleerd.

Oxidatie van het veenpakket is tevens mogelijk in de periode 2008-2050 waarmee het direct (extra) limiterend zou kunnen gaan werken na 2050. In de modelleerperiodes na 2050 wordt bepaald in welke periode het veen eventueel opraakt en wordt voor de betreffende periode de veenoxidatieduur in jaren bepaald. Dit is dus het aantal jaren dat het veen nog kan oxideren in de betreffende modelleerperiode. Door vervolgens dit getal te vermenigvuldigen met de bodemdalingssnelheid kun je de bodemdaling bepalen in de modelleerperiode dat het veen opraakt. Bij transities van nat-droog en droog-nat geldt nog als extra voorwaarde dat de oxidatieduur niet langer dan 5 jaar mag bedragen. Immers dit is tevens de periode dat de landgebruiksverandering daadwerkelijk plaatsvindt ofwel van nat naar droog (laatste 5 jaar bodemdaling van de modelleerperiode) ofwel van droog naar nat (eerste 5 jaar bodemdaling van de modelleerperiode).

Figuur 8.2  
**Bodemdaling bij scenario STOOM, 2008-2050**



# Onzekerheden

Zoals hiervoor al werd aangegeven vindt de vertaling van de nationale verhaallijnen voor Nederland naar regionale beelden en lokale indicatoren plaats via een getrapte benadering: van nationaal naar regionaal niveau, en vervolgens van regionaal naar lokaal detailniveau. Bij elke stap neemt de onzekerheid toe. De informatie op het lokale detailniveau van hectaren is hiermee zeer onzeker. Deze is dan ook alleen bestemd als invoer voor het Deltamodel (NHI, overstromingsmodulen en dergelijke). Voor het uiteindelijk bepalen van regionale en nationale opgaven dient het geleverde cijfermateriaal op niveau van hectaren te worden geaggregeerd naar regionaal niveau. In de visie van het PBL en LEI is dit het laagste niveau waarop uitspraken kunnen worden gedaan over opgaven, strategieën en dergelijke. Vanzelfsprekend geldt dit ook voor de modellen (NHI en de effectmodellen) die deze geregionaliseerde en gekwantificeerde scenario toepassen.

De onzekerheid van deze modelresultaten neemt ook toe door de tijd. Na het zichtjaar 2050 wordt deze dermate groot dat de modelsimulaties die werden gebruikt voor de regionalisering en kwantificering van de verhaallijnen tot 2050 onbruikbaar worden. Ontwerp op basis van expert judgement is in dit geval een beter geschikte methodiek. Dit is gebeurd binnen een expert-workshop. Al discussiërend over de ruimtelijke interpretatie van de verhaallijnen en de mogelijke consequenties daarvan voor lokaal ruimtegebruik, zijn binnen deze sessie de gewenste kaarten letterlijk ingekleurd. Voor de omzetting van deze ruwe schetsen en achterliggende redeneer-

lijnen naar digitale invoer voor het Deltamodel is gebruik gemaakt van GIS.

De regionalisering van de verhaallijnen van de Deltascenario's heeft een unieke dataketen opgeleverd met actuele gebruikswaarde, maar ook met grote potentie voor toekomstige studies. Op diverse momenten in het proces zijn nieuwe ideeën of interessante koppelingen geopperd en verbeterpunten aangedragen. Er was niet altijd voldoende tijd beschikbaar om deze binnen het lopend proces te implementeren.

# Literatuur

- Alexandratos, N. & J. Bruinsma (2012) *World Agriculture towards 2030/2050: The 2012 Revision*. Global Perspective Studies Team, FAO Agricultural Development Economics Division. Rome, Italy.
- Berkhout, P., T. Bakker, W.H.M. Baltussen, P.W. Blokland, N. Bondt, C.J.A.M. de Bont, J.F.M. Helming, O. Hietbrink, P. van Horne, S.R.M. Janssens, A. van der Knijff, M.G.A. van Leeuwen, V.G.M. Linderhof, A.B. Smit, G. Solano & A. Tabeau (2011) *In perspectief: Over de toekomst van de Nederlandse agrosector*. LEI, Den Haag.
- Bruinsma, J. (2011) *The resource outlook to 2050: By how much do land, water use and crop yields need to increase by 2050?* Paper presented at the FAO Expert Meeting, 24-26 June 2009, Rome on 'How to Feed the World in 2050'.
- Bruggeman, W. & Dammers, E. (2013) *Deltascenario's voor 2050 en 2100: Nadere uitwerking 2012-2013*. KNMI, PBL, CPB, LEI & Deltares
- CPB, MNP & RPB (2006) *Welvaart en Leefomgeving: Een scenariostudie voor Nederland in 2040*. Den Haag/Bilthoven: Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau en Ruimtelijk Planbureau.
- Deltares (2012) *Aftoppen extreme piekafvoeren Rijn door bovenstroomse overstromingen in Duitsland*. Utrecht, Deltares.
- Helming, J.F.M. (2005) *A model of Dutch agriculture based on positive mathematical programming with regional and environmental applications*. Proefschrift, Wageningen University and Research Centre, Wageningen.
- INRA/CIRAD (2009) *Agrimonde Scenarios and Challenges for Feeding the World in 2050*. Agrimonde Summary Report, Montpellier/Paris.
- Jaggard, Keith W., Aiming Qi & Eric S. Ober (2010) Possible changes to arable crops yields by 2050. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 2010, 365: 2835-2851.
- Janssen, L.H.J.M., V.R. Okker & J. Schuur (2006) *Welvaart en leefomgeving: een scenariostudie voor Nederland in 2040*. Achtergronddocument, Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau en Ruimtelijk Planbureau.
- KNMI (2012) *Rapportage KNMI voor het project 'Deltascenario's 2012'*. De Bilt, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut.
- MNP (2007) *Nederland Later*. Tweede Duurzaamheidsverkenning, deel Fysieke leefomgeving Nederland. Bilthoven, Milieu en Natuur Planbureau.
- Dammers, E. et al. (2013) *Verhaallijnen van de Deltascenario's voor 2050 en 2100*. Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2011) *Natuurverkenning 2010-2040*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2011) *Nederland in 2040: een land van regio's. Ruimtelijke Verkenning 2011*. Den Haag, Planbureau voor de Leefomgeving.
- Polman, N., V. Linderhof, R. Michels, K. van der Sandt & T. Vogelzang (2012) *Landbouw in een veranderende delta; toekomstscenario's voor zoetwatergebruik*. LEI, Den Haag.
- Polman, N., V. Linderhof, R. Michels, K. van der Sandt & T. Vogelzang (2012) *Landbouw in een veranderende delta; toekomstscenario's voor zoetwatergebruik*. LEI, Den Haag.
- Thomas W.H. (2010) *The Global Supply and Demand for Agricultural Land in 2050: A Perfect Storm in the Making?* Long Version. AAEA Presidential Address, with Technical Appendix, Purdue University.
- Waterdienst (2011) *Synthese van de landelijke en regionale knelpuntenanalyses*. Deltaprogramma/deelprogramma Zoetwater.

# Bijlagen

## I Het TIGRIS XL model

In de Ruimtelijke Verkenningen zijn scenario's voor de toekomst doorgerekend met een integraal model voor ruimte en mobiliteit: TIGRIS XL. Dit model modelleert de interactie tussen grondgebruik (de ruimtelijke verdeling van functies als wonen en werken) en transport. Het instrument is ontwikkeld om voor het Ministerie van Infrastructuur & Milieu, maar ook voor andere partijen, vragen te beantwoorden waarbij de wederzijdse wisselwerking tussen transport en de ruimtelijke ontwikkeling centraal staat. In het kader van de Ruimtelijke Verkenningen is de demografische module van TIGRIS XL aangepast aan het regionale bevolkings- en huishoudensprognose model (PEARL) van CBS/PBL.

Het Landelijk Model Systeem (LMS versie 7.0), het nationale vervoersmodel van het Ministerie van Infrastructuur & Milieu, is een volledig geïntegreerd onderdeel van TIGRIS XL (zie figuur 1.1). Dat betekent dat de vervoervraag die bij een bepaalde ruimtelijke structuur hoort wordt berekend door het LMS. Het ruimtelijke interactiemodel werkt in stappen van een jaar en het mobiliteitsmodel (LMS) wordt eens in de vijf jaar aangeroepen.

Het LMS wordt gebruikt voor het opstellen van mobiliteitsprognoses voor het personenvervoer over de weg en voor de andere modaliteiten (trein, bus, tram of metro en langzaam verkeer). Met deze prognoses kan inzichtelijk worden gemaakt wat het effect van allerlei factoren zoals de omvang en leeftijdsopbouw van de bevolking, de ruimtelijke spreiding van wonen en werken, de economische ontwikkeling en de kwaliteit en kosten van de verschillende vervoerssystemen kan zijn op het toekomstige personenvervoer. Het LMS is vooral bedoeld voor de strategische en tactische afweging op nationaal niveau van verschillende beleidspakketten zoals infrastructurele maatregelen.

Het is belangrijk om op te merken dat ondanks het gebruik van hetzelfde transportmodel de resultaten toch verschillen met eerdere berekeningen door het gebruik van andere modelinstellingen. De door PBL gebruikte instellingen over de leeftijdsopbouw en ruimtelijke spreiding van wonen en werken zijn onderdeel van de Ruimtelijke Verkenningen en zullen daarmee afwijken

van de gehanteerde instellingen door RWS. Andere verschillen zijn dat het basisjaar van TIGRIS XL en daarmee het LMS door PBL is vernieuwd naar 2008, waarbij er ook gebruik gemaakt wordt van een recentere steekproef voor de sociaaleconomische kenmerken van huishoudens. Redenen voor de aanpassingen zijn de wens om de ruimtelijke beginwaarden te laten aansluiten op recente statistiek en zo al te grote afwijkingen van de huidige situatie te voorkomen.

In de grondgebruikskant van TIGRIS XL worden drie lagen onderscheiden, namelijk grond, objecten (bijvoorbeeld huizen) en actoren zoals bewoners en bedrijven. Het model is in deze lagen opgedeeld omdat zowel de dynamiek als de drijvende processen verschillen voor de drie lagen. Zo verhuist een huishouden vaker dan dat er een huis gebouwd of gesloopt wordt. De verschillende elementen in het model worden via markten met elkaar verbonden:

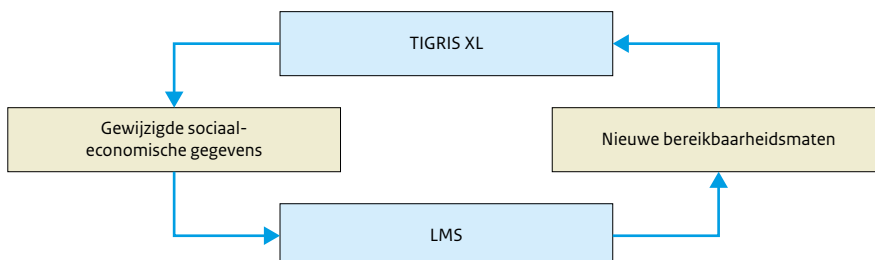
- grond- en vastgoedmarkt, voor het bepalen van de woningvoorraad en het grondgebruik;
- woningmarkt, voor het bepalen van verhuisbewegingen van huishoudens;
- arbeidsmarkt, voor het bepalen van verhuisbewegingen van bedrijven;
- transportmarkt, voor het bepalen van de vervoervraag en de bereikbaarheid van gebieden (LMS).

Nast de verschillende markten heeft het model een demografische module voor het simuleren van veranderingen in de bevolking en huishoudens op laag ruimtelijk niveau.

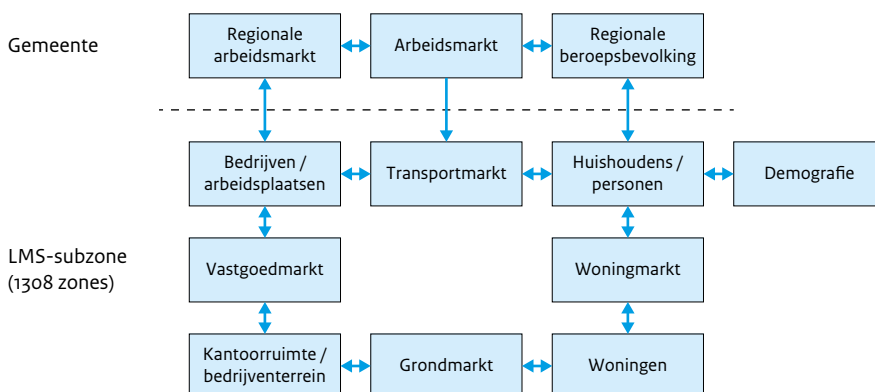
Per deelmodule, demografie, grondmarkt en vastgoedmarkt, woningmarkt, arbeidsmarkt en transportmarkt wordt hieronder een korte beschrijving gegeven. Voor een gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar de systeemdocumentatie van het model (RAND, 2006) of naar Zondag (2007). Figuur 1.2 geeft een overzicht van de wijze waarop de markten/deelmodules onderling interacteren in TIGRIS XL.

De demografische module speelt in TIGRIS XL een centrale rol als een belangrijke drijvende kracht met invloed op de woning-, arbeids- en transportmarkt. De module simuleert de veranderingen in de aantallen en typen personen en huishoudens per zone per tijdstap. De

Figuur 1.1  
**Interactie TIGRIS XL en LMS**



Figuur 1.2  
**Deelmodules in TIGRIS XL**



demografische processen in deze module, zoals geboorte, sterfte, internationale migratie en verandering in huishoudenposities, zijn gebaseerd op het regionale demografische PEARL model (CBS\PBL). Aan de demografische kenmerken worden verder in deze module sociaaleconomische kenmerken gekoppeld zoals het huishoudinkomen en het aantal werkzame personen. Veranderingen in het aantal personen en huishoudens door binnenlandse migratie worden jaarlijks berekend in de woningmarktmodule. Op nationaal niveau wordt gebruik gemaakt van de nationale bevolkings- en huishoudensprognose (CBS) of langetermijnsenario's zoals de WLO-scenario's.

De grondmarkt / vastgoedmarkt module berekent de veranderingen in het grondgebruik. Sloop en nieuwbouw van woningen, kantoren en bedrijfsgebouwen hebben hun weerslag op de grondmarkt. De grond- en vastgoedmarkt in TIGRIS XL interacteert daarom met de woning- en arbeidsmarkt. Nieuwbouw bijvoorbeeld gaat ten koste van landbouwgrond (bijvoorbeeld de realisatie van een VINEX wijk) of juist niet (er worden plannen gerealiseerd

binnen bestaand bebouwd gebied). Veranderingen in het grondgebruik voor wonen en het woningaanbod worden beïnvloed door een combinatie van 'van buitenaf ingevoerde' overheidsplannen en vrije marktwerking (ieder huishouden kan locatiewens verwezenlijken indien grond beschikbaar is). De verhouding hiertussen kan door de gebruiker worden opgegeven.

De woningmarktmodule binnen TIGRIS XL simuleert stapsgewijs het ruimtelijke verhuispatroon van huishoudens: keuze voor wel/niet verhuizen, bij wel verhuizen of er binnen of buiten de eigen regio wordt verhuisd en daarna naar welke zone. De locatievoorkeur van een huishouden hangt af van de kenmerken van het huishouden, de kenmerken van de woning of woonomgeving, de afstand tussen de huidige en nieuwe locatie en de bereikbaarheid van de locatie. Deze module maakt dan ook gebruik van gegevens uit de demografische module, de grond- en vastgoedmarktmodule en de transportmodule. Gegevens uit het Woning-Behoefte Onderzoek 2002 voor zes verschillende huishoudtypen vormen de basis voor de woonlocatie-keuze in het model.



De arbeidsmarktmodule binnen TIGRIS XL modelleert de verandering in het aantal arbeidsplaatsen en de beroepsbevolking per gemeente. Voor de arbeidsmarkt worden zeven sectoren onderscheiden: landbouw, nijverheid, logistiek, detailhandel, consumentendiensten, zakelijke dienstverlening en overheid en kwartaire dienstverlening. De sterk verschillende karakteristieken van de sectoren zijn immers bepalend voor de ontwikkeling van het ruimtegebruik en voor de invloed van veranderingen in bereikbaarheid op het vestigingsgedrag. Uit historische data voor de periode 1986-2000 zijn de vestigingsgedragsreacties per sector afgeleid. De arbeidsmarkt heeft binnen TIGRIS XL interacties met de demografische/woningmarkt module, de grond- en vastgoedmodule en het transportmodel.

De transportmodule bestaat uit het LMS en berekent de (veranderingen in de) vervoervraag en bereikbaarheid. Het grondgebruikmodel van TIGRIS XL levert nieuwe sociaaleconomische gegevens voor het LMS aan en het LMS levert bereikbaarheidsmaten voor wonen en werken. Deze bereikbaarheidsmaten vormen weer input voor TIGRIS XL. TIGRIS XL maakt gebruik van zogenoemde economisch-geografische of 'logsum' bereikbaarheidsmaten. In deze bereikbaarheidsmaten worden zowel de reistijdeffecten (bv doorstroming op het netwerk) als de nabijheidseffecten (bv verandering in het aantal banen) vertaald naar economisch nut. Hierbij verschilt de economische waardering voor de verschillende persooentypen. Zo zal een werkzaam persoon meer waarde hechten aan de nabijheid van werkgelegenheid dan een gepensioneerd persoon. In het TIGRIS XL verschilt de bereikbaarheid van een locatie dan ook voor de verschillende personen/huishoudens. Voor de arbeidsmarkt wordt een vergelijkbare bereikbaarheidsmaat gebruikt als locatiefactor, waarbij er gekeken wordt naar de bereikbaarheid voor het woonwerk en zakelijke transport. Dit om aan te geven hoe goed een bedrijf bereikbaar is voor zijn werknemers of klanten. Voor de logistieke sector wordt met een andere bereikbaarheidsmaat gewerkt op basis van de reistijden voor het goederenvervoer.

De beschrijvingen per module geven aan wat het model allemaal meeneemt bij het simuleren van de veranderingen in de ruimte en mobiliteit. Het is echter goed te realiseren dat een model een sterke vereenvoudiging van de werkelijkheid is en er ook veel niet meegenomen kan worden. Een aantal belangrijke beperkingen van het TIGRIS XL-systeem zijn:

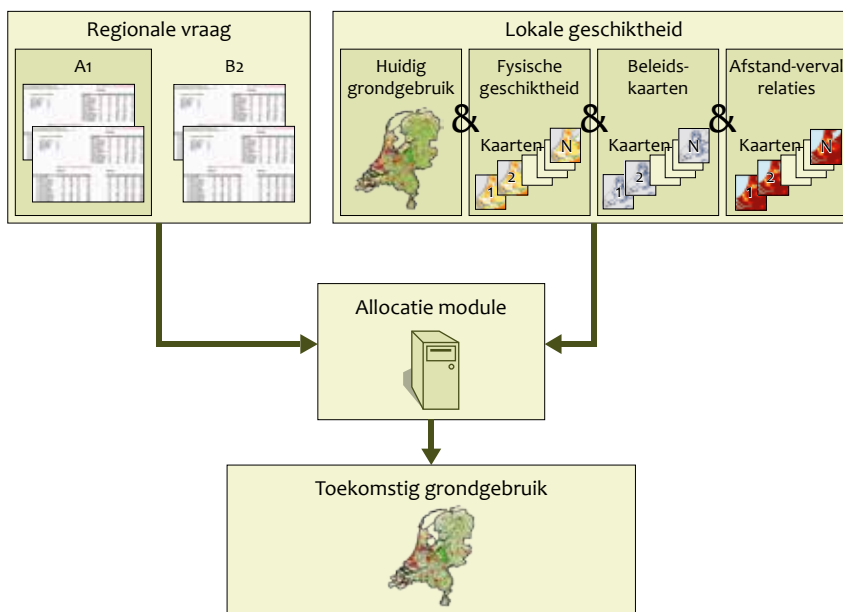
- Het model is alleen geschikt voor vraagstukken op een interregionaal of nationaal niveau. In de ruimtelijke verkenningen worden de resultaten dan ook gepresenteerd op het niveau van 50 deelgebieden en

worden er geen uitspraken gedaan over veranderingen binnen deze deelgebieden;

- TIGRIS XL is een 'klassiek' grondgebruikmodel waarmee distributie-effecten van wonen en werken in Nederland bepaald kunnen worden. Het model berekent echter niet de effecten op de nationale economie of bevolking. De groei van de Nederlandse economie, werkgelegenheid en totale bevolking zijn exogene invoerwaarden in het model (zie scenario's en trendprognose);
- De vestigingsplaatskeuze van bedrijven is vraaggestuurd en er wordt van uit gegaan dat het aanbod aan kantoorruimte of bedrijfsterreinen vraagvolgend is. Aanbod ontwikkelingen in kantoorruimte en bedrijventerreinen hebben op een hoger schaalniveau geen invloed op de vestigingsplaatskeuzen.



Figuur II.1  
RuimteScanner layout



## II De RuimteScanner

De RuimteScanner (RS) is een informatiesysteem dat helpt mogelijke toekomstige ontwikkelingen in ruimtegebruik inzichtelijk te maken. Dit gebeurt op basis van empirisch gefundeerde veronderstellingen met betrekking tot (toekomstige) vraag en aanbod van ruimte (zie figuur II.1). De vraagkant betreft de mogelijke regionale ruimtevraag van verschillende functies (wonen, werken, landbouw, natuur, recreatie en dergelijke). De aanbodkant is opgebouwd uit lokale eigenschappen van de beschikbare ruimte in de betreffende regio die relevant zijn voor deze ruimte-vragende functies (bestaand ruimtegebruik, fysieke geschiktheid ondergrond, bereikbaarheid, vigerend beleid, enzovoort).

De regionale ruimtevraag van functies wordt grotendeels buiten de RS verkend dan wel gesimuleerd. Dit gebeurt o.a. door de modellen TIGRIS XL (wonen, werken) en DRAM (landbouw). De lokale aanbodinformatie kan in het model gespecificeerd worden op basis van zowel (historische) waarnemingen als 'expert judgement'. De aanbodinformatie wordt uiteindelijk uitgedrukt in biedprijzen per hectare per functie. In Nederland spelen vooronderstellingen met betrekking tot beleidsrestricties (bijvoorbeeld Natura 2000 gebieden) en -stimuli (bijvoorbeeld de zogenaamde 'Bundelingsgebieden' uit de Nota Ruimte) hierbij een belangrijke rol. Deze worden

in de RS beschouwd als respectievelijk heffingen en premies op de biedprijzen.

Op basis van bovengenoemde vraag- en aanbodinformatie simuleert de RS vervolgens mogelijk toekomstig ruimtegebruik. Dit gebeurt in de allocatie module. Het model heeft een tijdshorizon van 30 tot 40 jaar, en hanteert tijdstappen van 10 jaar. De RS simuleert toekomstig ruimtegebruik door de regionale vraag van de verschillende functies toe te delen (te alloceren) aan de plekken die hiervoor relatief het meest geschikt worden bevonden. Dit zijn de plekken waarvoor betreffende functies de hoogste prijzen bieden t.o.v. de biedprijzen van de overige functies. Het systeem is zo ingesteld dat het toewerkt naar een situatie waarin het totale nut (of winst) van het toekomstige ruimtegebruik wordt gemaximaliseerd. Endogene berekende schaduw prijzen zorgen ervoor dat de grotendeels vooraf bepaalde vraag en aanbod in balans worden gebracht.

De RS is uniek in de zin dat het een gebieds- of zelfs landsdekkende, geïntegreerde ruimtegebruiks-simulatie maakt, waarin vraag en aanbod van zowel stedelijke als rurale grondgebruikstypen worden afgewogen. Overigens variëren de in de RS bepaalde/berekende biedprijzen sterk per functie. Dit correspondeert met de segmentatie die grondmarkten in werkelijkheid laten zien in Nederland. Zo zal de gesimuleerde additionele ruimtevraag van stedelijk gebied of natuur bijna altijd

ten koste gaan van het bestaande ruimtegebruik van agrarische activiteiten.

Naast gedetailleerde informatie met betrekking tot mogelijk toekomstig ruimtegebruik berekent de RS ook een aantal indicatoren. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de mate van openheid van gesimuleerde toekomstige landschappen. De meeste effecten worden echter berekend binnen nageschakelde, afnemende modellen zoals het Deltamodel (NHI, AGRICOM), Vesta (t.b.v. verkenning opties voor duurzame stedelijke energievoorziening) en Urban Strategy.

### III Uitgangspunten DRAM voor de inschatting akkerbouw en veehouderij

#### Inleiding

Startpunt voor de simulaties met DRAM zijn de ontwikkelingen in de landbouw zoals geschetst in Berkhout et al. (2011). De ontwikkelingen zijn aangevuld met scenario-specifieke uitgangspunten uit de WLO-studie voor de periode 2025-2050. Een aantal aannames is specifiek gemaakt voor de Deltascenario's op basis van ontwikkelingen gevonden in de literatuur (zie onder andere Jaggerd et al. 2010; Alexandratos & Bruinsma 2012). De scenario specifieke parameters zijn:

- Productiviteitsgroei van gewassen en dieren;
- Olieprijzen en daarmee de kosten van mestgift;
- Het totale areaal landbouwgrond voor akkerbouw en veehouderij per scenario.

#### Algemene uitgangspunten

Het Dutch Regionalised Agricultural Model (DRAM) is een regionaal-economisch landbouwmodel van de Nederlandse landbouwsector (Helming 2005; Berkhout et al. 2011; Polman et al. 2012) en wordt gebruikt om:

- a. inzicht te geven in de ontwikkeling van een aantal landbouw producten;
- b. inzicht te geven in de ontwikkeling van een aantal milieu-indicatoren;
- c. inzicht te geven in mogelijke regionale effecten van het referentiescenario.

DRAM werkt met 66 regio's/landbouwgebieden verdeeld over heel Nederland. Glastuinbouw en boom- en sierteelt zijn niet opgenomen in het model.

Berkhout et al. (2011) hebben aangenomen dat de Nederlandse agrarische prijzen tot en met 2025 het pad volgen van de verwachte EU-prijzontwikkelingen uit de AGMEMOD-EU27 module. De belangrijkste verklarende factor voor de verwachte agrarische EU27 productprijzen is de wereldmarktprijs van het aanverwante product. Die wereldmarktprijzen zijn een gegeven voor AGMEMOD en komen uit het FAPRI model. Ook deze studie maakt gebruik van de FAPRI-prognoses, omdat die zijn gebaseerd op de meest actuele kennis van de recente wereldmarktsituatie en de beste inschatting geven van de prijzen op de kortere termijn (2011-2015). DRAM maakt gebruik van uitkomsten van AGMEMOD, zoals de prijzen van agrarische producten en hanteert daarnaast een aantal aanvullende uitgangspunten.

Een belangrijk kenmerk van DRAM is dat marktprijzen van landbouwproducten en aangekochte productiemiddelen zijn gegeven. Aanvullend is

aangenomen dat de ontwikkeling tot 2025 zich doorzet naar het zichtjaar 2050. Uitgaande van een lange termijnevenwicht, worden bijbehorende gevraagde en aangeboden hoeveelheden berekend. Net als in AGMEMOD leiden veranderingen in beleid en andere als vast veronderstelde data in het model (bijvoorbeeld macro-economische variabelen zoals bevolkingsomvang en nationaal inkomen) tot een nieuw evenwicht in vraag en aanbod. Effecten van kortstondige prijsschokken op de productie worden niet meegenomen. De scenario's en uitkomsten van beide modellen zijn zoveel mogelijk op elkaar afgestemd. Door het gebruik van verschillende databronnen, startsituaties en definities kunnen hectares gewassen en aantallen dieren (zoals het totaal areaal graan, totaal aantal zeugen, enzovoort) in de verschillende zichtjaren enigszins van elkaar afwijken.

AGMEMOD is een partieel evenwichtsmodel dat de vraag naar en het aanbod van de belangrijkste landbouwproducten modelleert voor de EU27. Het Nederlandse AGMEMOD-model bestaat uit voorzieningsbalansen voor onder andere de volgende producten:

- tarwe, gerst, mais;
- aardappelen, suikerbieten, suiker;
- koolzaden, koolzaadolie en -voer;
- rund-, varkens-, pluimvee- en schapenvlees, eieren;
- melk, kaas, boter, melkpoeder.

Voor deze producten zijn econometrische schattingen (historische periode 1973-2009) uitgevoerd voor respectievelijk prijzen, producties, consumpties, voorraden, exporten en importen van de bovengenoemde producten. Deze schattingen vormen - samen met aannames over het toekomstige landbouwbeleid en de macro-economische omgeving - de basis voor de AGMEMOD projecties voor het referentiescenario tot en met 2025.

De ontwikkeling van de energieprijzen werkt mede door in de prijzen van de (kunst-) mestgift voor grondgebonden veehouderij. Deze zijn in DRAM direct gekoppeld aan de ontwikkelingen van de olieprijsen.

Voor de productiviteitsgroei van gewassen is uitgegaan van de aannames in DRAM voor 2040 aangevuld op basis van Jaggard et al. (2010). Zij gaan in op de effecten van klimaatverandering op de productiegroei van gewassen. Jaggard et al. (2010) veronderstellen gemiddeld ca. 2 graden Celsius toename van de temperatuur in 2050. Die temperatuurstijging komt overeen met de toename in het KNMI'o6-scenario W/W+ en daarmee ook met de Deltascenario's STOOM en WARM, die uitgaan van snelle klimaatverandering. RUST en DRUK gaan uit van matige klimaatverandering, dus 1 graad warmer in 2050 dan in 1990.

Verschillende effecten in klimaatverandering zijn van belang voor een inschatting van de toekomstige productie per hectare (zie ook Jaggerd et al, 2010). De relatie tussen landbouw en klimaat is daarmee behoorlijk complex (zie ook Hertel 2010). In het kader van deze scenariostudie was een uitgebreide (model)analyse niet mogelijk. Daarbij zit er ook de nodige onzekerheid in de aannames. De verwachting is wel dat de productiviteitsgroei lager zal zijn dan de afgelopen eeuw (Bruinsma 2009; INRA/CIRAD 2009; Hertel 2010). Om deze groei te realiseren is technologische ontwikkeling een belangrijke randvoorwaarde (Jaggerd et al. 2010).

### **Productiviteitsgroei akkerbouw**

Voor de productiviteitsgroei van de scenario's STOOM en WARM is voortgebouwd op de WLO scenario's. Op basis van het scenario 'current' in Jaggard et al. (2010) zijn percentages voor de groei van de productiviteit voor verschillende gewassen vastgesteld. De productiviteitsgroei is belangrijk voor de relatieve opbrengsten van gewassen in DRAM en bepaalt daarmee mede de concurrentieverhoudingen tussen de gewassen en de opbrengsten voor sectoren. De productiviteitsgroei van gewassen verschilt licht. Voor de scenario's RUST en DRUK met een gematigde klimaatverandering is aangenomen dat ze een 50 procent lagere productiviteitsgroei hebben.

Door de toename van de CO<sub>2</sub>-concentratie zal de productie van de meeste gewassen toenemen. Het effect van een verminderde waterconsumptie zal teniet worden gedaan door een toename van de verdamping van gewassen door de temperatuurstijging. Op veel plaatsen zal de toename van de temperatuur mogelijkheden bieden om de productiviteit van planten te verbeteren. Hierbij speelt de vraag of plantenziekten onder controle kunnen worden gehouden. In de praktijk is er een verschil tussen de maximaal mogelijke opbrengsten per hectare en de productie die door boeren wordt behaald. Dit verschil kan in de toekomst kleiner worden, al zijn de verschillen in Nederland al kleiner dan in minder ontwikkelde landen. Het is niet mogelijk om het verschil geheel op te heffen (zie ook Alexandratos & Bruinsma 2012).

### **Productiviteitsgroei dieren**

De productiviteitsgroei van de productie van dieren is minder eenduidig. Alexandratos & Bruinsma (2012: 78) geven aan dat de vleesproductie tussen 2005/2007 en 2050 per jaar met 0,5 procent groeit in ontwikkelde landen. Hierbij is geen onderscheid gemaakt in verschillende klimaat- en/of sociaaleconomische scenario's.

De WLO-scenario's hebben wel een onderscheid gemaakt in sociaaleconomische scenario's, waarbij Global Economy de basis vormt voor DRUK en STOOM en Regional Communities voor RUST en WARM. De tijdsperiode van WLO is 2000-2040 en er is verondersteld voor deze studie dat de ontwikkeling ook voor de periode 2010-2050 geldt. WLO maakt onderscheid tussen de rundveehouderij en de intensieve veehouderij (maar geen onderscheid tussen bijvoorbeeld pluimvee of varkens), zie Janssen et al. (2006). Wat opvalt is dat de intensieve veehouderij in beide scenario's krimpt en dat de rundveehouderij in Global Economy toeneemt, maar in Regional Communities afneemt.

## IV Klassenindeling RuimteScanner uitvoer landgebruik per hectare in 2050

Tabel IV.1

### Landgebruikstypen in RS en NHI

1 gras	8 glastuinbouw	15 kale grond
2 maïs	9 boomgaard	16 zoet water
3 aardappelen	10 bollen	17 zout water
4 (suiker)bieten	11 loofbos	18 stedelijk
5 granen	12 licht naaldbos	19 donker naaldbos
6 overige landbouw	13 natte natuur	
7 boomteelt	14 droge natuur	

## V Koppeling DRAM, RuimteScanner en NHI

### Aanleiding

Vanuit de gebruikersgroep van zowel de deelprogramma's als het Deltamodel wordt de nadere uitwerking van het landgebruik, de integratie en de aansluiting op het Deltamodel als belangrijk beschouwd.

### De koppeling

De RuimteScanner (RS) integreert verschillende sectorale ruimteclaims in een gedetailleerde landgebruiksk kaart. De landgebruiksveranderingen worden met effect-modellen beoordeeld op de consequenties voor milieu, natuur, leefbaarheid et cetera. Ook de effecten op de waterveiligheid en de zoetwatervoorziening horen in dit rijtje thuis. De RS is het scharnier tussen sectorale modellen en (ruimtelijke) effectmodellen.

Het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI) zit aan het eind van de (gekoppelde) modelketen die samen het Deltamodel vormen. Het Deltamodel wordt gebruikt om de Deltascenario's door te rekenen. Het NHI geeft, als onderdeel van het Deltamodel, inzicht in de hydrologische gevolgen (effecten) van veranderd landgebruik en de klimaatverandering binnen de vier Deltascenario's.

Het NHI wordt gevoed met een landgebruiksk kaart die is gebaseerd op het Landelijk Grondgebruik Nederland (LGN). Het LGN onderscheidt zich met name in het landelijk gebied (landbouw en natuur) van het Bestand BodemGebruik (BBG). Het BBG is voor de RS leidend. Dit omdat in het verleden met de RS met name de stedelijke ontwikkeling in de belangstelling stond. Dit stedelijk grondgebruik wordt uitgebreider beschreven door het BBG. Dit neemt niet weg dat LGN als basiskaart in de RS aanwezig is. De klassen landbouw en natuur in de RS kunnen eenvoudig worden ingevuld door het LGN. Daarbij moet aan twee voorwaarden worden voldaan. Er moet 1) een expliciete ruimtelijke claim voor een bepaalde klasse zijn en 2) er moeten allocatieregels (geschiktheidskaarten) voor een bepaalde klasse worden geformuleerd. Het BBG blijft voor de RS echter leidend. Dit betekent dat bijvoorbeeld een LGN-klasse aardappels alleen kan voorkomen in de uiteindelijke basiskaart als deze tevens valt in de BBG-klasse landbouw.

Het NHI vertaalt LGN landgebruiksklassen met behulp van een vertaaltabel naar NHI-landgebruik (zie bijlage IV). Aan de NHI landgebruiksklassen hangt o.a. een fractie verhard oppervlak. Om een koppeling tussen de RS en NHI eenvoudig te maken, is de vertaaltabel aangepast aan de RS-landgebruiksklassen. Voorwaarde was dat de

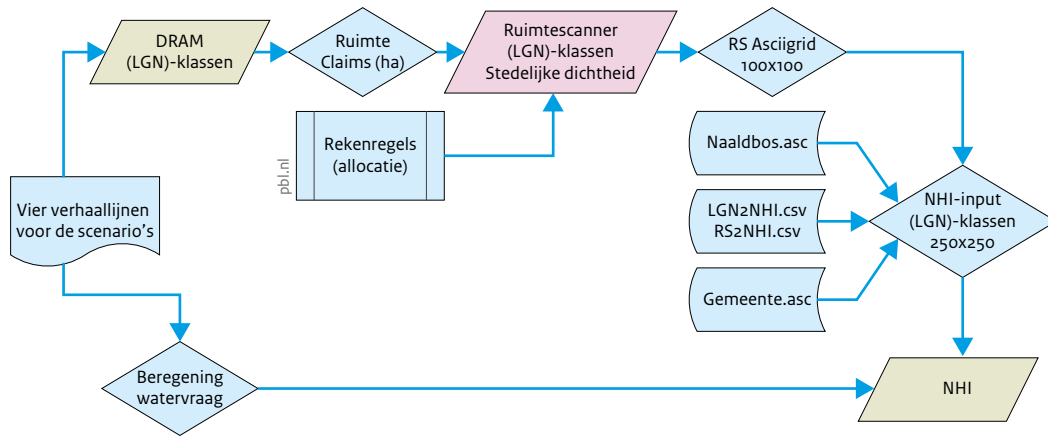
LGN klassen voor landbouw en natuur in de RS-landgebruiksklassen zijn opgenomen. Een bijkomend voordeel is dat door de RS een onderscheid voor het NHI mogelijk is gemaakt in stedelijke dichtheden waardoor het NHI de watervraag en verhardingsgraad voor het stedelijk gebied kan differentiëren. Figuur V.1 geeft weer hoe de koppeling tussen de verschillende modellen/instrumenten tot stand is gebracht. Het is eenvoudig om aan het NHI de bestanden in het format te leveren die het fortran programma `nhi_landgebruik.exe` nodig heeft om de vertaling naar NHI-klassen te maken. Twee belangrijke veranderingen waren dus nodig. RS maakt gebruik van LGN en NHI maakt gebruik van een nieuwe vertaaltabel die RS-landgebruiksklassen (incl LGN) vertaalt naar NHI-landgebruiksklassen.

Hier boven is beschreven hoe de RS 'dienend' aan het NHI is. De RS is echter, afhankelijk van de sectorale modellen. Met name landbouw en natuur (de LGN-klassen) stellen dan aanvullende voorwaarden. Zo moet de ruimteclaim voor de 4 Deltascenario's voor landbouw passen in de verschillende LGN-klassen. Om het Dutch Regionalized Agricultural Model (DRAM) van het LEI optimaal aan te sluiten op de RS is een vertaalslag gemaakt van 'crop activities' naar de ruimtevraag in LGN-klassen, ook voor het basisjaar (2010). Daarnaast heeft de RS expliciete allocatieregels (geschiktheidskaarten) nodig om de ruimteclaim toe te wijzen binnen een gegeven regio. Voor de landbouw is dat de LEI66 regioindeling.

### Autonome ontwikkelingen

In de Deltascenario's zijn de sectorale ontwikkelingen inclusief de autonome klimaatadaptatie beschouwd en vertaald naar landgebruik. Voor berekening is afstemming nodig tussen het LEI (DRAM) en Deltares/ Alterra (NHI) over hoe (maar vooral hoeveel) de landbouwsector binnen de vier scenario's adapteert middels berekening. De watervraag per regio voor berekening wordt dan meegenomen in het NHI die het confronteert met het wateraanbod. Deze autonome ontwikkeling binnen de landbouwsector gaat buiten de RS om.

Figuur V.1  
**Koppeling DRAM, Ruimtescanner, NHI**



Bron: PBL, 2013

Figuur VI.1  
TOP10-kaart VLAKKEN



## VI Analyse verhardingsgraad

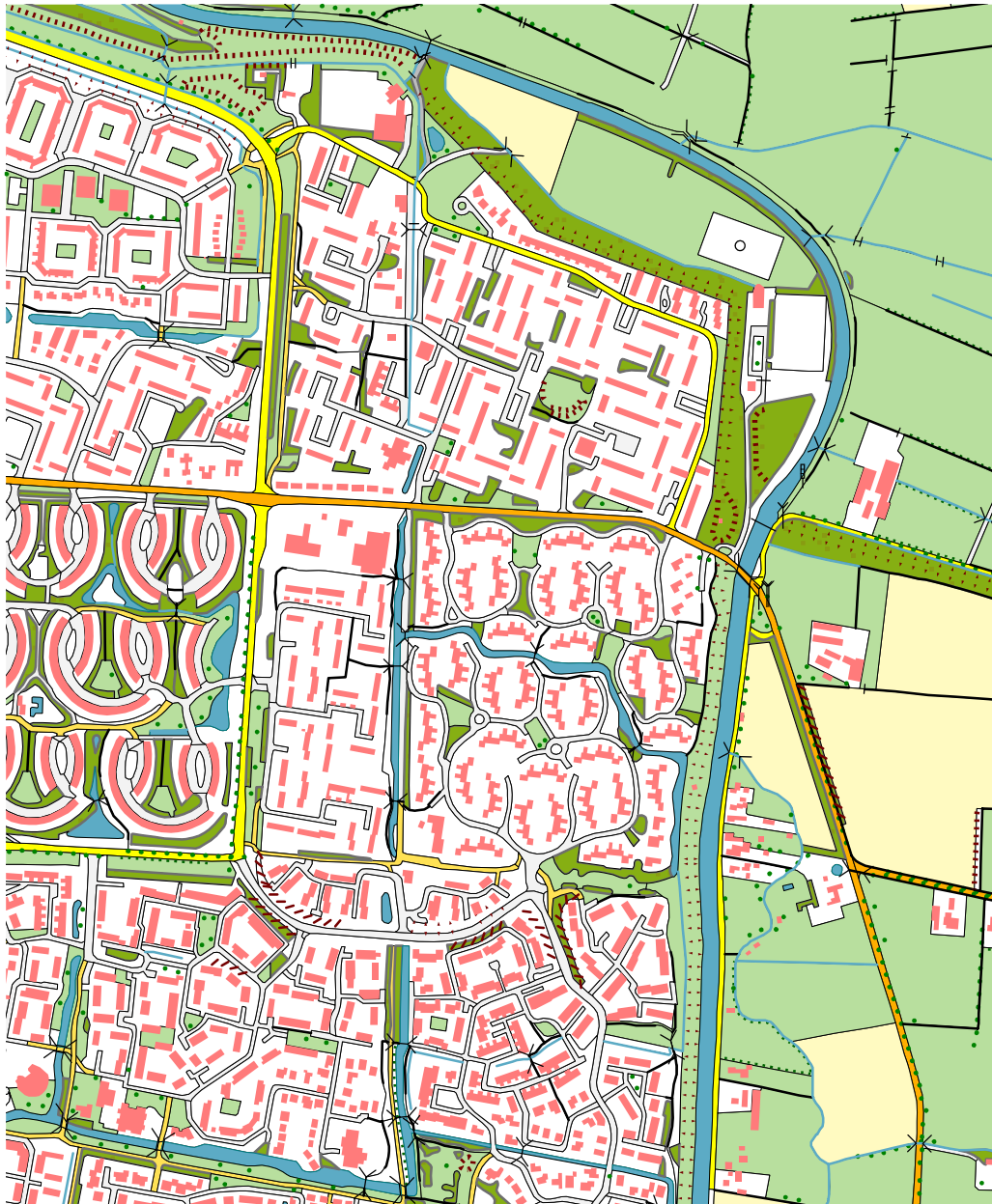
### Analyse

Voor de analyse van de fractie verhard gebied is gebruik gemaakt van de volgende bestanden: TOP10\_1991\_1996\_VLAKKEN en TOP10\_1991\_1996\_HUIZEN.

De witte vlakken in de figuur VI.1 zijn 'Overig bodem gebruik'. Deze zijn verder ingevuld door gebruik te maken van top10\_huizen (UPDATE in ArcGis) (zie figuur VI.2). Over deze kaart is een raster van 100 bij 100 meter gelegd (Vierkant100m\_PBL) waarbij alles binnen een vierkant het unieke nummer van dat vierkant krijgt (UNION in ArcGis). Op deze manier ontstaat een tabel met per vierkant het grondgebruik inclusief de oppervlakte daarvan.



Figuur VI.2  
TOP10-kaart HUIZEN



Elk grondgebruikstype wordt als hard of zacht gekenmerkt. Tabel VI.1 geeft aan welk grondgebruik als hard (1) wordt verondersteld. De klasse overig grondgebruik is een uitzonderlijke klasse. Per definitie is niet duidelijk wat het precies is en of het als hard of zacht kan worden gekenmerkt. Voor elk vierkant kan op dit moment de oppervlakte verhard worden berekend (GROUP BY SUM in Access). Het aandeel verhard oppervlakte per

vierkant wordt berekend door deze door 10.000 (100 bij 100 meter) te delen.

Tabel VI.1

## Toewijzing van verharding aan top 10-klassen

legenda			legenda		
TDN_ CODE	Omschrijving	hard_zacht	TDN_ CODE	Omschrijving	hard_zacht
		0	3343	L > 2	1
3633	Aanliggend fietspad	1	3243	L > 4	1
6513	Aanlst 1	0	3142	L > 7	1
2002	ASW	1	2083	L6AW	1
2103	Autoweg > 7	1	2873	L8	1
2343	AW8 rood	1	2443	L8AW	1
2803	AW8-oranje	1	6212	Laagwaterlijn/droogv. gronden	0
2902	AW-oranje	1	5023	Loofbos	0
2103	AW-rood	1	5473	Mask-vlak	0
1013	Bebouwd Gebied/Huizenblok	1	5053	Naaldbos	0
5302	Begraafplaats	0	6112	Oeverlijn/Landblauw	0
5223	Boomgaard	0	3433	Onverh. weg > 2	0
5233	Boomkwekerij	0		Opslagtank (dicht)	1
5202	Bouwland	0		Opslagtank (open)	1
6542	Dok	1	5263	Overig bodem gebruik	0/1
6303	Dras	0	3402	Overige Weg > 2m	1
3603	Fietspad > 2	1	3433	OW3	0
3602	Fietspad > 2m	1	3423	OW4	0
5313	Fruitekwekerij	0	3903	Parkeerterrein	1
	Gebouw/Huis	1	3462	Passage	1
3413	Ged. verh. weg > 2	0	5083	Populieren opstand	0
5062	Gemengd bos	0	6293	Steenglooing/krib	0
5073	Griend	0	3532	Straat	1
3413	GV3	0	3303	V > 2	1
2503	H > 2	1	3202	V > 4	1
2402	H > 4	1	3102	V > 7	1
2303	H > 7	1	3002	V8	1
2202	H8	1	2903	Verb. weg/auto-weg > 7	1
5242	Heide	0	3103	Verh. weg > 7	1
6903	Hoofdwateringspatroon	0	3303	Verh. weg 2-4	1
2303	Hoofdverb. weg > 7	1	3203	Verh. weg 4-7	1
2203	Hoofdverb. weg 2 rijb.	1	3473	Voetgangersgebied	1
	Hoogbouw	1	1073	Warenhuizen	1
	Kapschuur	1	5212	Weiland	0
	Kas	1	5252	Zand	0
6102	Kustlijn/Zeeblauw	0			

## Analyse van de verhardingsgraad per type grondgebruik

Om de analyses mogelijk te maken en de dataset te vereenvoudigen zijn de waarden voor de verhardingsgraad geïnclassificeerd in 11 klassen (0 is een aparte klasse) waarbij naar boven is afgerond. De aldus verkregen kaart met de fractie verhard gebied per 100 bij 100 meter wordt gecombineerd (COMBINE in ArcGrid) met de grondgebruikskaart 2008 van de RuimteScanner. Deze kaart is hoofdzakelijk gebaseerd op het bestand bodemgebruik 2008 (BBGo8) van het CBS. De tabel die uit het op elkaar leggen van beide kaarten komt, wordt gebruikt voor de statistische analyse.

In SPSS is een 'case summary' (de case is grondgebruik) gedaan waarbij werd gewogen op het aantal cellen dat in een bepaalde verhardingsklasse voorkomt.

GET

```
FILE='S:\bouwmana\gg08_verhardingsgraad.sav'. DATASET NAME DataSet1 WINDOW=FRONT. WEIGHT BY Count. SUMMARIZE /TABLES=fractie_verhard1 BY legenda /FORMAT=VALIDLIST NOCASENUM TOTAL /TITLE='Case Summaries' /MISSING=VARIABLE /CELLS=COUNT MEAN MEDIAN STDDEV.
```

Dit leidt tot de uitkomsten in tabel VI.2. De fracties zijn voor het gemak in promille berekend. Alleen voor het 'rode' grondgebruik wordt de gewogen gemiddelde verhardingsgraad gebruikt voor de vertaling van de grondgebruikskaarten uit de RuimteScanner naar een kaart met fractie verhard gebied ten behoeve van het NHI. Deze worden in een grijze achtergrond weergegeven.

Opvallend is de veel lagere verhardingsgraad van de infrastructuur ten opzichte van de 80 procent die het NHI hanteert. Dit fenomeen is toe te schrijven aan de celgrootte. De berekening van de fractie verhard gebied is afhankelijk van de grootte van de cel waarvoor die wordt berekend. Deze berekeningen zijn gedaan op het schaalniveau waarop de RuimteScanner rekent: 100 bij 100 meter. Hier wordt aan elke cel met een bepaald type grondgebruik één verhardingsgraad toegekend. Binnen de cel kunnen volgens top10 vector verschillende type grondgebruik voorkomen. Vanzelfsprekend zijn er ook ruimtelijke en regionale verschillen. Op een spoorwegemplacement zal de verhardingsgraad in een cel hoger zijn dan op een enkelbaans spoorbaan. Met ruimtelijke en regionale verschillen wordt geen rekening gehouden. Er wordt uitgegaan van gemiddelden. De standaarddeviatie geeft aan dat het interessant is te kijken naar de ruimtelij-

ke of regionale verschillen. Een analyse van regionale verschillen is voor het huidige doel echter een stap te ver.

Opvallend in tabel VI.3 is de zeer lage fractie verhard gebied voor vliegvelden, zeehavens en bedrijventerreinen. De verklaring hiervoor is te vinden in de al eerder genoemde klasse overig grondgebruik van de Top10. Zoals de naam van de klasse al aangeeft, kan dit van alles zijn. In eerste instantie is deze klasse als zacht grondgebruik aangemerkt. Dit is voor het woongebied de juiste keuze. Voor vliegvelden, zeehavens en bedrijventerreinen is dit echter niet de juiste keuze. Zoals Schiphol in de RuimteScanner zit, is het voor een heel groot deel verhard platform. Daarom is precies dezelfde analyse zoals boven beschreven herhaald met voor het overig grondgebruik uit tabel VI.1 een waarde 1 (hard). In tabel VI.2 is tevens het gewogen gemiddelde van deze analyse opgenomen. Overigens is in de top10 kaart de vijfde zogenaamde Polderbaan nog niet ingetekend. Dit betekent dat deze grotendeels als zacht grondgebruik meetelt. Ook het feit dat niet elk vliegveld het zelfde is beïnvloedt het resultaat. Vliegveld Hilversum is een grasveld en kent dus een heel lage verhardingsgraad. Dit wordt meegerekend in het totale gemiddelde van alle vliegvelden. Voor elke cel met een bepaald grondgebruik wordt het gewogen gemiddelde als verhardingsgraad toegekend.



Tabel VI.2

## Uitkomsten fractie verhard gebied per grondgebruiksklasse

Grondgebruik		fractie_verhard * 1000
agr_AkkerTuin	N	861033
	Mean	56,78
	Mean incl overig GG	88,96
	Std. Deviation	94,23
agr_boomgaard	N	2800
	Mean	98,18
	Mean incl overig GG	167,46
	Std. Deviation	86,289
agr_glastuinbouw	N	16786
0,5	Mean	514,26
	Mean incl overig GG	590,26
	Std. Deviation	354,077
agr_grondgebonden_vee	N	1354500
	Mean	46,79
	Mean incl overig GG	67,52
	Std. Deviation	74,249
agr_kwekerij	N	40744
	Mean	60,32
	Mean incl overig GG	124,14
	Std. Deviation	79,447
bouwtterrein	N	36794
	Mean	102,27
	Mean incl overig GG	260,47
	Std. Deviation	166,927
buitenland	N	2547984
	Mean	6
	Mean incl overig GG	40,82
	Std. Deviation	39,645

Grondgebruik		fractie_verhard * 1000
infra_spoor	N	8556
0,2	Mean	161,86
	Mean incl overig GG	563,22
	Std. Deviation	142,806
infra_vliegveld	N	2444
	Mean	104,66
0,4	Mean incl overig GG	<b>424,96</b>
	Std. Deviation	169,329
infra_weg	N	106057
0,3	Mean	<b>287,7</b>
	Mean incl overig GG	390,49
	Std. Deviation	140,622
natuur	N	485030
	Mean	27,52
	Mean incl overig GG	42,50
	Std. Deviation	61,516
recr_dagrec	N	10474
	Mean	133,88
	Mean incl overig GG	228,30
	Std. Deviation	142,244
recr_verblijfsparken	N	21227
	Mean	149,91
	Mean incl overig GG	245,44
	Std. Deviation	107,796
semi_verhard_exo	N	4271
	Mean	112,55
	Mean incl overig GG	223,62
	Std. Deviation	104,744

vervolg

Grondgebruik		fractie_verhard * 1000
water_groot_zoet_exo	N	200019
	Mean	1,2
	Mean incl overig GG	1,54
	Std. Deviation	12,841
water_overig_exo	N	113443
	Mean	44,21
	Mean incl overig GG	88,1
	Std. Deviation	86,093
water_rivieren_exo	N	18060
	Mean	9,99
	Mean incl overig GG	20,3
	Std. Deviation	39,585
water_zout_exo	N	2523633
	Mean	0,09
	Mean incl overig GG	1,75
	Std. Deviation	3,72

Grondgebruik		fractie_verhard * 1000
werk_bedrijventerre in	N	75960
	Mean	298,92
0,7	Mean incl overig GG	687,85
	Std. Deviation	225,616
werk_zeehaven	N	9037
	Mean	243,82
0,9	Mean incl overig GG	885,91
	Std. Deviation	214,582
woongebied	N	336148
0,3	Mean	315,9
	Mean incl overig GG	688,95
	Std. Deviation	192,693
Total	N	8775000
	Mean	37,61
	Mean incl overig GG	77,55
	Std. Deviation	103,795

### Analyse van de verhardingsgraad per woningdichtheidsklasse

Voor het woongebied is een verder onderscheid gemaakt in type woongebied op basis van woningdichtheden. Door een combinatie te maken met een kaart met de woningdichtheden (CBS\_100m\_won2008) ontstaat een tabel met per vierkant de woningdichtheden en de fractie verharding (COMBINE in ArcGrid) (zie tabel VI.3). Met deze tabel zijn verschillende statistische analyses uit te voeren. Om deze combinatie mogelijk te maken en om de daarop volgende analyses te vereenvoudigen zijn de waarden voor zowel de woningdichtheden als de verhardingsgraad geïnterpreteerd waarbij naar boven wordt afgerond.

Tabel VI.3  
Herclassificatie van de woningdichtheden en de verhardingsgraad

Woningen per hectare	verhardingsgraad
0	0
1 tot 5	0,~ tot 0,1
6 tot 10	0,1 tot 0,2
11 tot 15	0,2 tot 0,3
16 tot 20	0,3 tot 0,4
21 tot 25	0,4 tot 0,5
26 tot 30	0,5 tot 0,6
31 tot 35	0,6 tot 0,7
36 tot 40	0,7 tot 0,8
41 tot 45	0,8 tot 0,9
46 tot 50	0,8 tot 1,0
> 50	

Tabel VI.4  
Percentage cellen per woningdichtheidsklasse in verhardingsklassen

Fractie verhard Woning dichtheid	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0	81,84%	11,75%	4,19%	1,25%	0,48%	0,22%	0,11%	0,06%	0,04%	0,02%	0,03%
1 tot 5	0,00%	41,69%	31,59%	15,60%	6,25%	2,39%	1,06%	0,55%	0,36%	0,24%	0,27%
6 tot 10	0,00%	17,96%	22,58%	28,88%	19,81%	7,04%	2,14%	0,78%	0,43%	0,24%	0,14%
11 tot 15	0,00%	12,81%	16,52%	29,02%	26,90%	10,08%	2,81%	0,90%	0,48%	0,27%	0,23%
16 tot 20	0,00%	9,84%	13,14%	27,67%	31,01%	12,45%	3,44%	1,16%	0,58%	0,43%	0,29%
21 tot 25	0,00%	7,32%	10,21%	25,69%	34,67%	15,15%	3,99%	1,45%	0,66%	0,42%	0,43%
26 tot 30	0,00%	5,93%	7,71%	22,44%	37,51%	18,73%	4,21%	1,37%	0,93%	0,63%	0,54%
31 tot 35	0,00%	5,05%	6,43%	19,40%	37,92%	21,74%	5,56%	1,57%	0,96%	0,66%	0,72%
36 tot 40	0,00%	5,09%	5,74%	16,62%	36,44%	23,85%	6,49%	2,18%	1,56%	1,00%	1,03%
41 tot 45	0,00%	4,56%	4,71%	14,02%	34,08%	26,58%	7,96%	2,92%	1,94%	1,56%	1,66%
46 tot 50	0,00%	4,34%	5,08%	12,36%	30,50%	26,36%	10,07%	3,86%	2,26%	2,14%	3,03%
> 50	0,00%	2,92%	4,30%	9,36%	20,45%	22,01%	11,55%	6,49%	6,21%	6,39%	10,32%

In Excel is een draaitabel gemaakt waarbij het percentage cellen van een bepaalde combinatie woningdichtheden en verhardingsgraad is berekend (tabel VI.4). Uit deze tabel blijkt dat er in Nederland wat betreft woningdichtheden en verhardingsgraad grote diversiteit is. Wel is te zien dat het percentage cellen met hogere woningdichtheden in combinatie met een hogere verhardingsgraad langzaam oploopt. Ook is te zien dat bij de echt hoge dichtheden er steeds meer gebieden zijn (van 100 bij 100 meter) die geheel zijn verhard.

In SPSS is vervolgens nog een 'case summary' gedaan. De combinaties van cellen met woningen en een fractie

verhard oppervlakte van 0 procent zijn uit de analyse weggelaten.

```
WEIGHT BY Count. SUMMARIZE
/TABLES=fractie verhard BY woningen
/FORMAT=VALIDLIST NOCASENUM TOTAL LIMIT=200
/TITLE='Case Summaries'
/MISSING=VARIABLE
/CELLS=COUNT MEAN STDDEV.
```

Dat levert de volgende gewogen (naar aantal vierkanten) gemiddelde waarde op (zie tabel VI.5).

Tabel VI.5  
Gewogen gemiddelde fractie verharding

woningdichtheid	N (aantal cellen)	gewogen gemiddelde fractie verhard	gewogen gemiddelde fractie verhard	Standaard deviatie fractie verhard
0	9348862	0,03	0,0	0,08
1 tot 5	294547	0,21	0,2	0,13
6 tot 10	51553	0,29	0,3	0,14
11 tot 15	38096	0,32	0,3	0,14
16 tot 20	31790	0,35	0,3	0,14
21 tot 25	27435	0,37	0,4	0,14
26 tot 30	23282	0,39	0,4	0,14
31 tot 35	18696	0,40	0,4	0,14
36 tot 40	13721	0,42	0,4	0,16
41 tot 45	9273	0,44	0,4	0,17
46 tot 50	6108	0,46	0,5	0,18
> 50	23287	0,56	0,6	0,24

Tabel VI.6  
Verhardingsgraad naar woningdichtheidsklasse

Woningen per hectare	verhardingsgraad
0	0,0
1 tot 5	0,2
6 tot 20	0,3
21 tot 45	0,4
> 45	0,6

Dit leidt tot het volgende voorstel (zie tabel VI.6)

De bedoeling van deze analyse is niet om een gedetailleerde kaart met fractie verhard gebied voor heel Nederland te maken. De bedoeling is om globaal een differentiatie te maken tussen grondgebruiksklassen en woningdichtheden voor het woongebied die de RuimteScanner gebruikt en het verhard oppervlak. Daarom kon worden volstaan met het top10-vector bestand. Daarmee kunnen de analyses sneller worden gedaan dan top10NL, de nieuwste versie van de top10 kaart. Voor een gedetailleerde kaart met de fractie verhard gebied is het beter top10NL te gebruiken.

De volgende (koppel)tabel (tabel VI.7) wordt gebruikt om cellen in de RuimteScanner een verhardingsgraad te geven. Voor grondgebruik die niet wordt genoemd geldt dat de verhardingsgraad ofwel de fractie verhard gebied o (zero) is.

Tabel VI.7  
Koppelingstabel ten behoeve van de RuimteScanner

typologie	verhardingsgraad voor cellen van 100 x 100 m
1-5 woningen/ha	0.2
6-20 woningen/ha	0.3
21-45 woningen/ha	0.4
>45 woningen/ha	0.6
bedrijventerrein	0.7
zeehavens	0.9
spoorwegen	0.2
(hoofd)wegen	0.3
vliegvelden	0.4
glastuinbouw	0.5

## VII Bodemdaling

### Inleiding

Bodemdaling is een van de aandachtspunten bij het nader uitwerken van de Deltascenario's. Dit is gemotiveerd uit het feit dat er sprake is van significante bodemdaling (in het verleden, maar ook in de toekomst), en er in deze bodemdalingsgevoelige gebieden specifiek aandacht is voor zoetwaterbeheer en waterveiligheid (peilbeheer, veendijken, kosten, waterkwaliteit). Bovendien speelt, dat vooral in de laagveengebieden klimaatverandering grote impact kan hebben op snelheid van bodemdalingen. Door aandacht te geven aan veenbodemdaling in de Deltascenario's kan dit aspect zowel bij de knelpuntanalyse als in uitwerking en toets van de (voorlopige) strategieën worden opgepakt.

Keuzes in peilbeheer zijn voor een groot deel het resultaat van een afweging door gebruikers van het gebied. In die zin is het formeel geen rijksbeleid. De keuze voor het huidige peilbeheer ('peil volgt functie') is dan ook geen dwingende beleidskeuze, maar het is evident dat het in bijna alle gebieden wel veelal bestaand beleid is.

### Introductie Bodemdaling

Bodemdaling in Nederland kan het gevolg zijn van de ontwatering van veengronden, gas- en zoutwinning en tektoniek. Bij tektoniek gaat het maximaal om enkele centimeters per eeuw, bij winningen om enkele decimeters en bij veenbodems gaat het in sommige veengebieden om een daling van meer dan een meter (de Lange et al. 2012).

Tektoniek en bodemdaling als gevolg van winningen is of te constant of te incidenteel en daardoor in dit kader geen relevant onderwerp. Dit geldt niet voor de bodemdaling van veengronden, daar speelt de landgebruikskeuze en het beheer een rol en bovendien is het gevoelig voor klimaatverandering. Het proces van daling wordt veroorzaakt door ontwatering. In een stedelijke omgeving is enerzijds ontwatering nodig om vocht tegen te gaan en kruipruimtes van woningen droog te houden, maar anderzijds speelt ook dat niet ontwateren gewenst is i.v.m. beschermen van kwetsbare houten fundaties. Dit vraagt om lokaal maatwerk en aangepast waterbeheer. In landbouwgebieden vindt ontwatering plaats om de productieomstandigheden te optimaliseren. Dit leidt tot een betere draagkracht en beter zuurstofvoorziening. Het veenweide gebied in het Groene Hart is één van de veenweidegebieden waar deze problematiek al heel lang speelt. Om de problematiek zo goed mogelijk te kunnen beschrijven en zo concreet mogelijk uit te werken in verhaallijnen, zijn de verhaallijnen uitgewerkt rond de problematiek in het Groene Hart. In andere veengebieden

(o.a. Noord-Holland, Friesland en delen van Overijssel en Gelderland) spelen, ondanks verschillen, min of meer vergelijkbare processen.

Het Groene Hart wordt gekenmerkt door een open landschap waar landbouw, voornamelijk melkveehouderijbedrijven, en (moeras)natuur de belangrijkste gebruiksfuncties zijn. Daarnaast zijn er dorpen, steden en infrastructuur. Kenmerkend is ook het voorkomen van plassen en kreken en een boezemsysteem voor het aan- en afvoeren van water. De landbouw- en natuurfuncties zijn in dit gebied deels gescheiden en hebben eigen peilvakken.

Door de ontwatering (45-80 cm beneden maaiveld) ontstaat er inklinking, een combinatie van zetting (bijv. van een kleilaag) en oxidatie van het veen. In de meeste landbouwgebieden in het veenweidegebied leidt tot een jaarlijkse maaiveld daling van 8-12 mm, en soms nog meer. Op termijn van eeuwen leidt dit een bodemdaling van meerdere meters waardoor aan de randen van het veengebied de veengronden zelfs volledig verdwijnen. Daar waar geen ontwatering wordt toegepast, bijvoorbeeld natuurgebieden, komt deze daling niet voor. Het gevolg is dat juist deze gebieden hoger in het landschap komen te liggen. Dit heeft bovendien negatieve gevolgen voor de hydrologie, omdat door de relatief hoge ligging het water wegzijgt en daardoor water wordt onttrokken aan de natuurgebieden. Door de bodemdaling nemen ook de verziltingsrisico's toe.

Klimaatverandering leidt tot versnelling van de oxidatie en bij ongewijzigd beleid dus ook tot een versnelde bodemdaling. Op grond van voorlopige schattingen wordt verondersteld dat dit leidt tot circa 50 procent extra mineralisatie. Ook zal klimaatverandering leiden tot een toename van de verziltingsproblematiek, mede a.g.v. een hogere zeespiegel. Door de ontwatering draagt het huidige landgebruik bij aan de emissie van broeikasgassen (netto resultaat van de toename van CO<sub>2</sub> en lachgas emissie en afname van de methaanemissie).

### Aanpak t.b.v. de Deltascenario's

Ten behoeve van de implementatie van (veen) bodemdaling binnen de Deltascenario's is eerst verkend welke vormen van bodemdaling en welke aspecten inpasbaar zijn in de Deltascenario's en of daarvoor gegevens beschikbaar zijn zonder daarvoor aanvullend onderzoek te moeten doen. Vervolgens is in overleg met de ruimtelijke modelleers gekeken naar de technische mogelijkheden voor het implementeren van de beschikbare gegevens.

De conclusie was dat er voldoende ruimtelijk expliciete gegevens beschikbaar waren om in een relatief korte tijd



zowel de relatie met klimaat als met landgebruik mee te kunnen nemen en er dus ook een link gelegd kon worden met de verhaallijnen.

De informatie over autonome bodemdaling en bodemdaling a.g.v. veranderend klimaat is afkomstig van Deltares (de Lange 2012). Figuur VII.1 en VII.2 toont de autonome bodemdaling over de periode 2000-2050. Figuur VII.3 toont de bodemdaling over dezelfde periode a.g.v. gaswinning. Figuur VII.4 toont beide in één kaart. Figuur VII.5 toont de totale daling als gevolg van bodemdaling en gaswinning onder klimaatscenario W\* (snelle klimaatverandering) en figuur VII.6 het verschil in bodemdaling over de periode 2000-2050 tussen autonoom en W\*.

In de aanloop naar de uitwerking is voor de afzonderlijke scenario's verkend welke aspecten binnen de scenario's van belang zijn, welke autonome ontwikkelingen plaatsvinden, welke meer beleidsmatige aspecten mogelijk een rol spelen en over welke potentiële bodemdaling gaat het eigenlijk. Maar ook hoe daarmee om kan worden gegaan in de vier verhaallijnen.

De beschrijving van de vier scenario's die hieronder wordt gegeven moeten vooral gezien worden als input voor de discussies die zijn gevoerd over de verhaallijnen en over de technische implementatie en de afstemming tussen beide. Het merendeel van de detaillering is in de uiteindelijke uitwerking van zowel de verhaallijnen als in de modellering niet opgepakt. Er is volstaan met het meenemen van de belangrijkste processen namelijk het effect van klimaat op de veenbodemdaling en de link met landgebruik (i.h.b. de transitie van landbouw naar natuur).

Het effect van klimaat op veenoxidatie is meegenomen door voor een snelle klimaatverandering een hogere oxidatiesnelheid te nemen dan voor de matige klimaatverandering (bovenop de autonome ontwikkeling a.g.v. de veronderstelde ontwatering). Ten aanzien van het landgebruik natuur is verondersteld dat indien er sprake is van een transitie van landbouw naar natuur (conform de verhaallijnen), de bodemdaling dan gefixeerd wordt op het niveau van bodemdaling op het moment dat de transitie zich in zet. Ten aanzien van het landgebruik landbouw is verondersteld dat de situatie van peil volgt functie gehandhaafd blijft. Daarmee blijven de knelpunten beter inzichtelijk en kunnen de strategieën beter worden getoetst.

## Verhaallijnen Deltascenario's en veenbodemdaling

### DRUK

*Kenmerken van de verhaallijn: een sterke economisch groei, groeiende bevolking, en beperkte opwarming mede als gevolg van emissiereductie. Aandacht voor ecologische samenhang en tegengaan versnippering, ruimte voor robuuste natuur rond naturaz000*

De huidige gemiddelde bodemdaling (1 cm per jaar) zal in de scenario-periode als gevolg van de beperkte opwarming iets toe nemen. In 2100 kan dit uitkomen op een bodemdaling van ongeveer 100 cm. In dit scenario is er een hoog welvaartsniveau en er is draagvlak voor oplossingen die passen in de categorie mitigatie en duurzaam. De toegenomen vraag naar woningen in een aantrekkelijke landschap i.h.b. in de nabijheid van de Randstad leidt tot bouwactiviteiten in het veengebied. Hierdoor worden middelen vrij gespeeld die geïnvesteerd worden t.b.v. het behoud en daarmee ook het beperken van de bodemdaling. De voor bodemdaling kwetsbare gebieden worden omgezet naar natuur. Bestaande waardevolle natuurgebieden (Natura 2000) blijven beheerd en er is enige ruimte voor uitbreiding van het areaal natuur en maken van robuuste verbindingen. Voor producten uit de streek is een groeiende markt. Dit leidt tot aandacht voor duurzaam beheer. Dit uit zich o.a. in keuze voor verandering van het peilbeheer. Peilstrategie in het merendeel van de landbouwgebieden blijft gelijk ('peil volgt functie') en alleen in de meest kwetsbare zones is deze aangepast ('functie volgt peil'). De landbouwproductie blijft op peil. Het veenweidegebied als geheel kan niet behouden blijven omdat er ruimte is gecreëerd voor woningbouw, maar door gedeeltelijke aanpassing van het peilregime zal een substantieel deel minder of niet verder dalen.

Samenvatting DRUK: in de kwetsbare gebieden is er sprake van een verandering van het peilbeheer. Dit leidt tot meer robuuste natuur en deels ook aangepaste landbouw. Er is samenhang en afstemming in functies. Private financiering natuur en landschap door inkomsten uit woningbouw.

### STOOM

*Kenmerken van de verhaallijn: een sterke economisch groei, groeiende bevolking, en sterke opwarming, economie staat centraal, sterke scheiding in functie, alleen ruimte voor naturaz000 en inpasbare natuur nabij wonen*

De huidige gemiddelde bodemdaling (1 cm per jaar) zal in periode tot 2100 als gevolg van de sterke opwarming met minstens 50 procent toenemen. In 2100 kan dit uitkomen op een bodemdaling van ongeveer 135 cm. Het welvaartsniveau en de toegenomen behoefte aan

nieuwbouw i.h.b. in de nabijheid van de Randstad leidt tot het op grote schaal bebouwen van het veengebied. Veel versnippering en daardoor weinig samenhang tussen functies. Focus of economische betekenis van landbouw en daardoor is er amper aandacht voor tegengaan bodemdaling in de landbouwgebieden. Kosten voor peilbeheer worden beschouwd als een geringe kostenpost. Welvaart biedt wel kansen om de minst renderende landbouwgebieden, vaak in de voor bodemdaling zeer kwetsbare gebieden, de functie natuur te geven. Dit is mede gemotiveerd uit recreatieve functie en de daaraan gekoppelde economische betekenis. Natura 2000 gebieden worden blijvend duurzaam beheerd. Er is een markt voor streekproducten, en dat kan lokaal leiden tot aangepaste landbouw en verandering in het peilbeheer. Motivatie is vooral de markt voor streekproducten. In dit scenario, blijft de melkveehouderij het belangrijkste en domineert 'peil volgt functie'.

Samenvatting STOOM: alleen in de zeer kwetsbare gebieden is er sprake van verandering van het peilbeheer. Motivatie vooral vanuit economie (recreatie, streekproducten). Versnipperde patronen van wonen, natuur en landbouw. Private financiering van natuur door inkomsten uit woningbouw.

#### **RUST**

*Kenmerken van de verhaallijn: een geringe economisch groei, krimpende bevolking en beperkte opwarming*

De huidige gemiddelde bodemdaling (1 cm per jaar) zal als gevolg van de beperkte opwarming iets gaan toenemen. In 2100 kan dit uitkomen op een bodemdaling van ongeveer 100 cm. Aangezien er weinig nieuwbouw zal plaats vinden in de Randstad zijn er weinig kansen om middelen vrij te spelen voor investeringen in het beperken van de bodemdaling. Peilstrategie blijft gebaseerd op 'peil volgt functie'. Urgentie voor aanpassing peilbeheer is gering, aangezien versnelling in bodemdaling en risico's rond verzilting beperkt blijven. De transitie naar aangepaste landbouw of natuur alleen in de zeer kwetsbare gebieden. Melkveehouderij blijft belangrijkste landgebruiksvorm in het veenweidegebied en bestaand peilbeheer wordt gecontinueerd. Natuur alleen in de bestaande prioritaire naturazoo natuurgebieden. Bemaling blijft noodzakelijk. Geen verandering in bodememissie.

Samenvatting RUST: alleen in de zeer kwetsbare gebieden is er sprake van verandering van het peilbeheer en wijziging van functie (naar 'natuur').

Melkveehouderij blijft domineren en er is geen sprake van inspanning om bodemdaling tegen te gaan

#### **WARM**

*Kenmerken van de verhaallijn: een geringe economisch groei, krimpende bevolking en sterke opwarming. Weinig financiële middelen om de extra beheerskosten a.g.v. klimaatverandering te financieren*

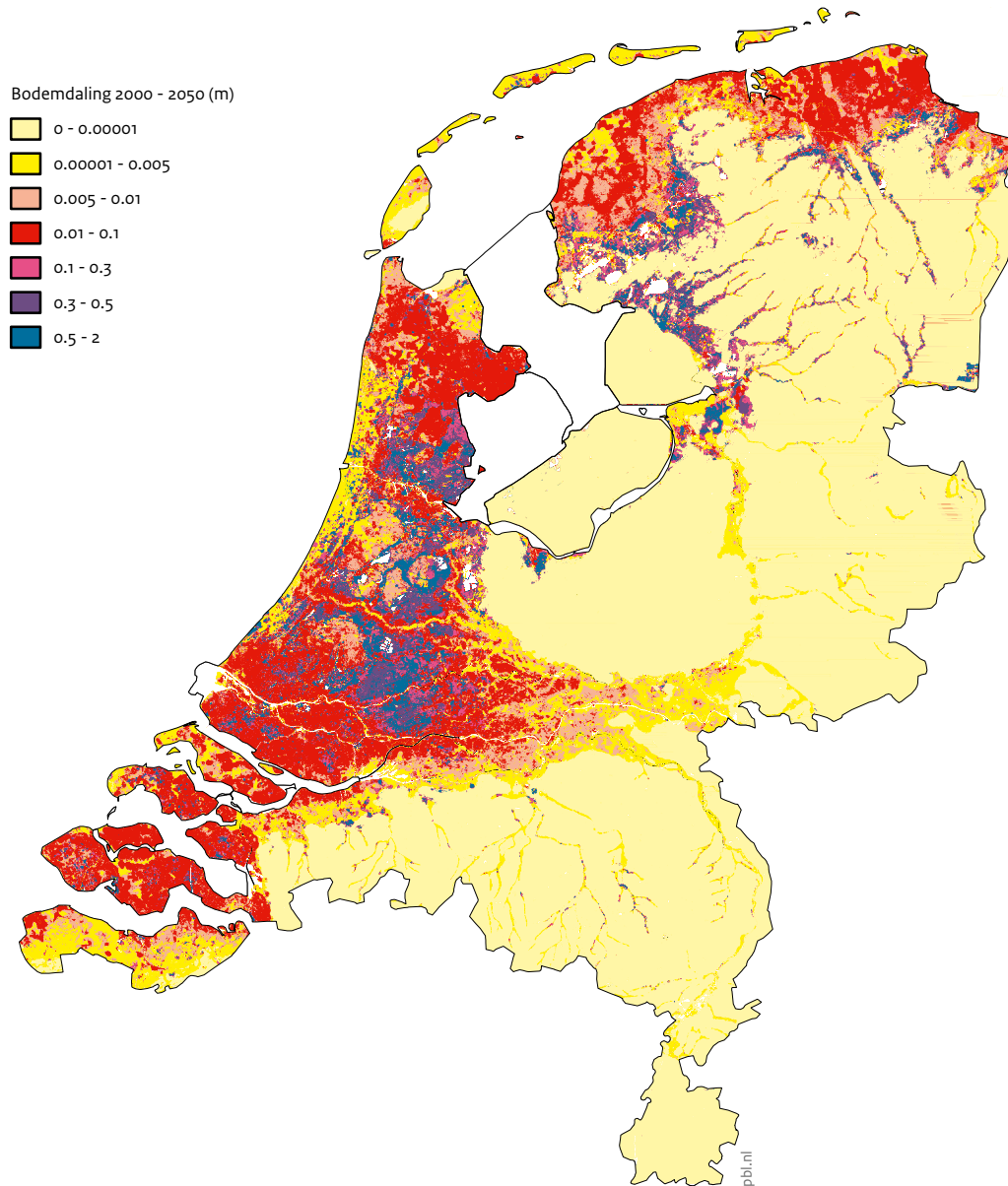
De huidige gemiddelde bodemdaling (1 cm per jaar) zal als gevolg van de sterke opwarming met minstens 50 procent toenemen. In 2100 kan dit uitkomen op een bodemdaling van ongeveer 135 cm. Meegaan in de traditie van 'peil volgt functie' brengt bij een dergelijke snelheid van bodemdaling extra waterbeheerkosten met zich mee. Als gevolg van de lage economische groei zijn deze onvoldoende beschikbaar. Daardoor zullen steeds meer gebieden minder goed ontwaterd worden en geleidelijk gaan vernatten. Daardoor ontstaat er een meer dynamisch landbouwgebied met veel variatie in mate van vernatting en ontwatering. Deze gebieden hebben zowel een agrarische als natuurwaarde. Beide functies zijn dus min of meer gecombineerd. De landbouw past zich hiermee eigenlijk redelijk autonoom aan in zowel de weinig als zeer kwetsbare gebieden. Melkveehouderij kan belangrijkste landgebruiksvorm blijven in het veenweidegebied, maar zal zich in sommige gebieden moeten aanpassen (meer jongvee, rietteelt). Natuur alleen in de bestaande prioritaire naturazoo natuurgebieden. Totale emissie zal geleidelijk wat afnemen a.g.v. de beschreven veranderingen.

Samenvatting WARM: alleen in de zeer kwetsbare gebieden is er sprake van verandering van het peilbeheer en wijziging van functie (naar 'natuur'). Variatie in beheer neemt toe met als gevolg een divers landschap waar landbouw en natuur meer gecombineerd voorkomen. Melkveehouderij blijft domineren.

## Gebruikte GIS-bestanden voor de implementatie van bodemdaling in de RuimteScanner

Figuur VII.1

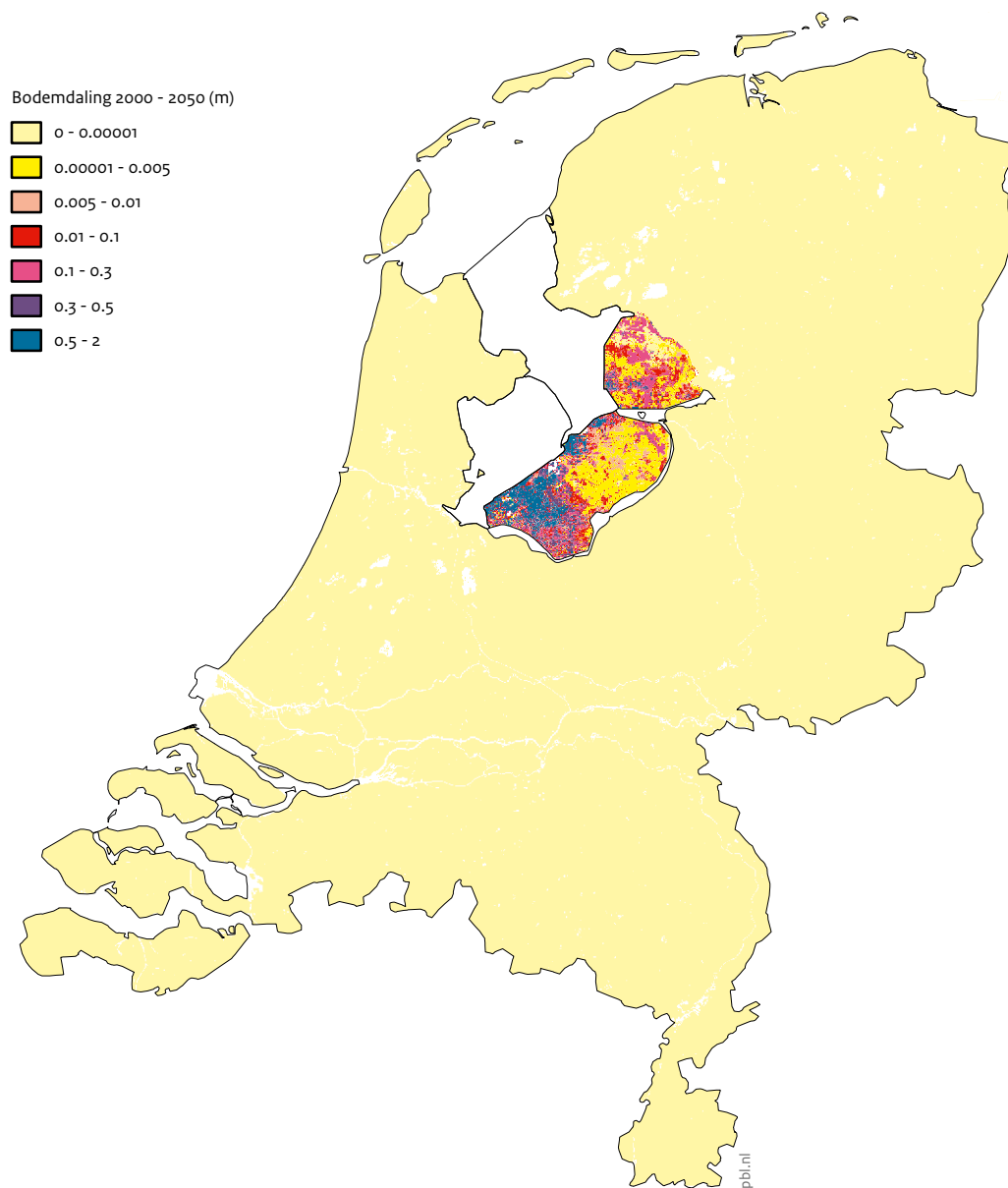
Autonome bodemdaling, 2000 - 2050 (excl. Flevoland)



Bron: G. de Lange, Deltares, 2012

Figuur VII.2

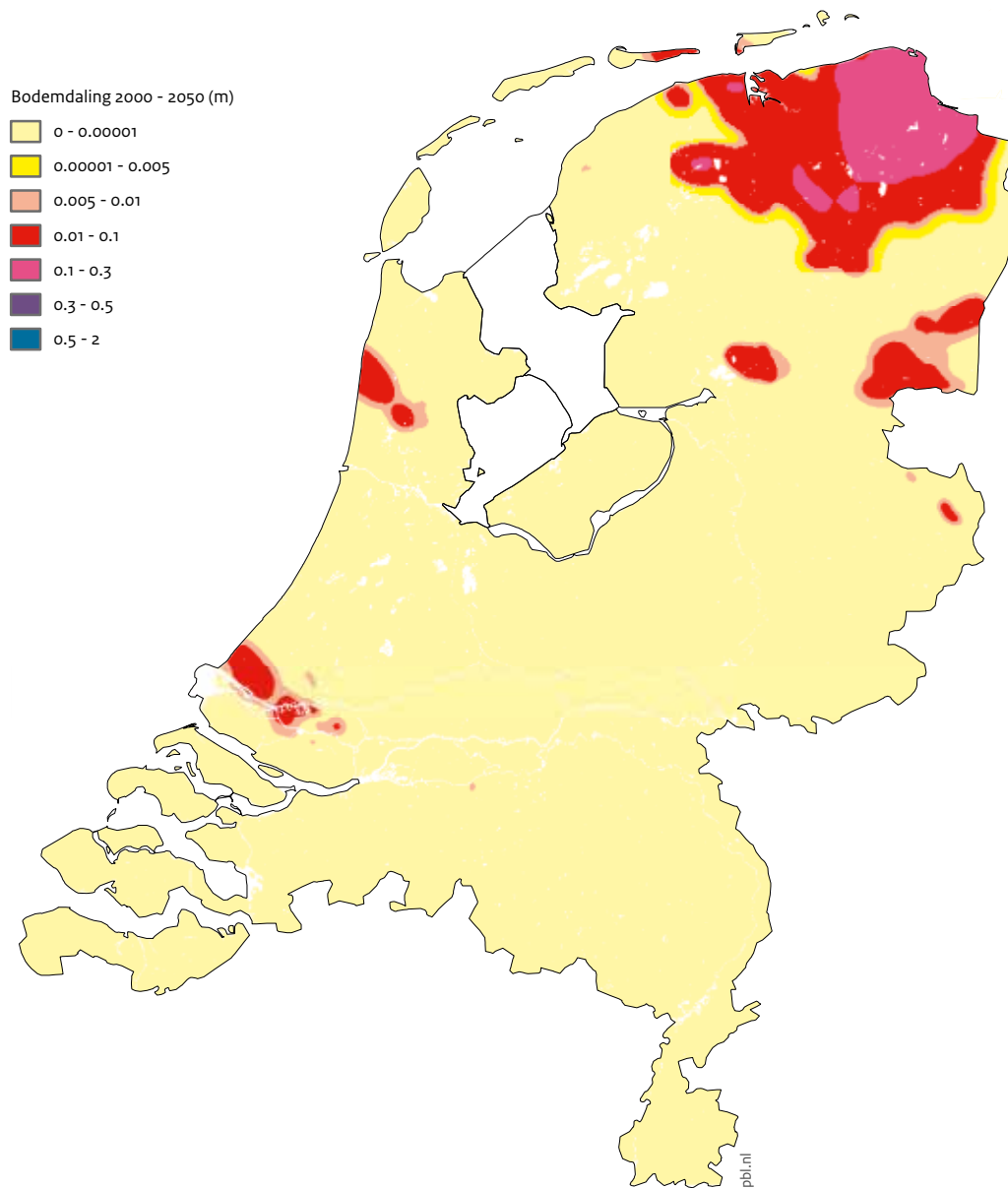
Autonome bodemdaling, 2000 - 2050 (Flevoland)



Bron: G. de Lange, Deltares, 2012

Figuur VII.3

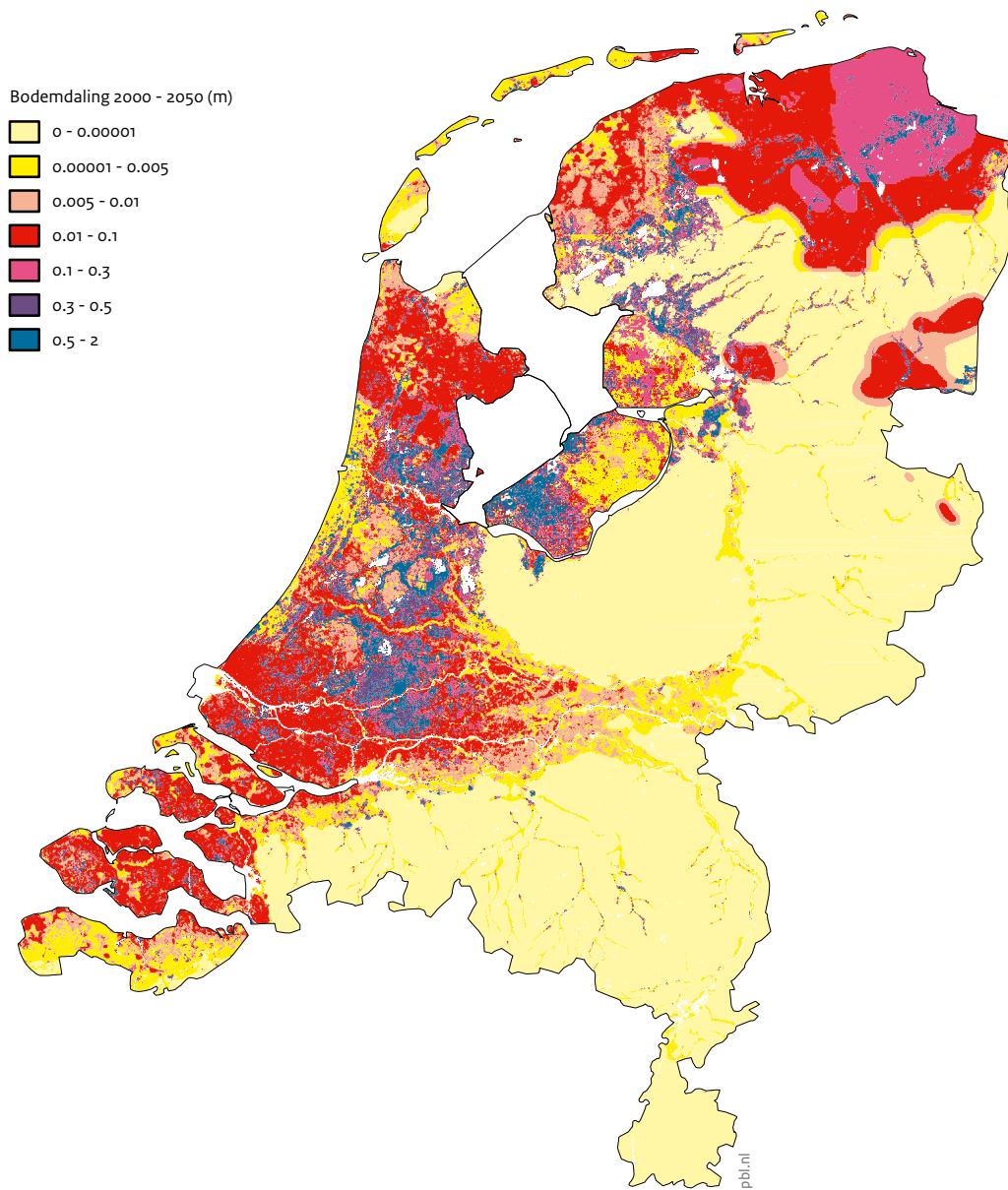
**Bodemdaling 2000 - 2050 als gevolg van gaswinning**



Bron: G. de Lange, Deltares, 2012

Figuur VII.4

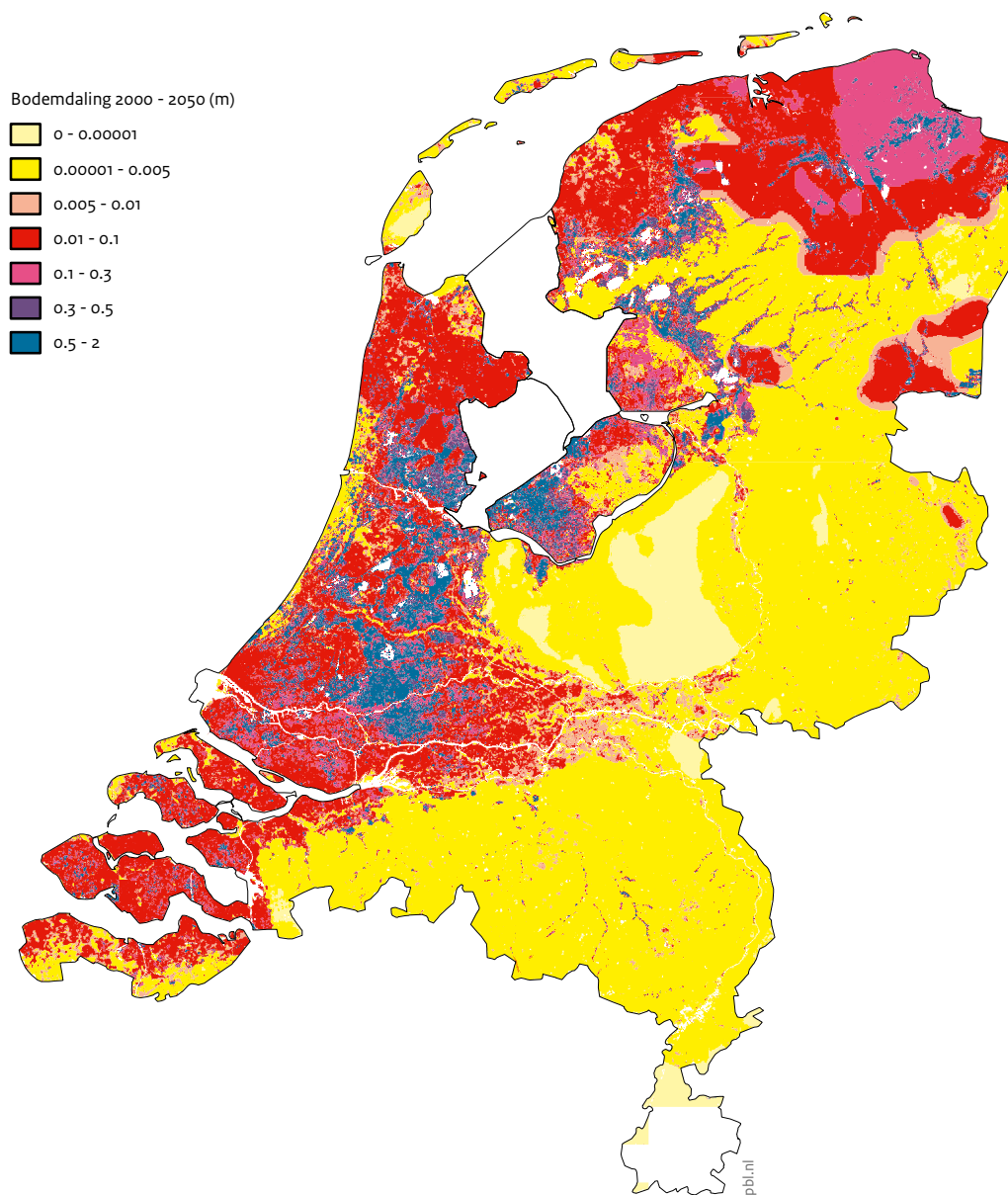
**Bodemdaling 2000 - 2050 als gevolg van bodemdaling en gaswinning**



Bron: G. de Lange, Deltares, 2012

Figuur VII.5

Bodemdaling 2000 - 2050 als gevolg van bodemdaling en gaswinning onder klimaatscenario W+

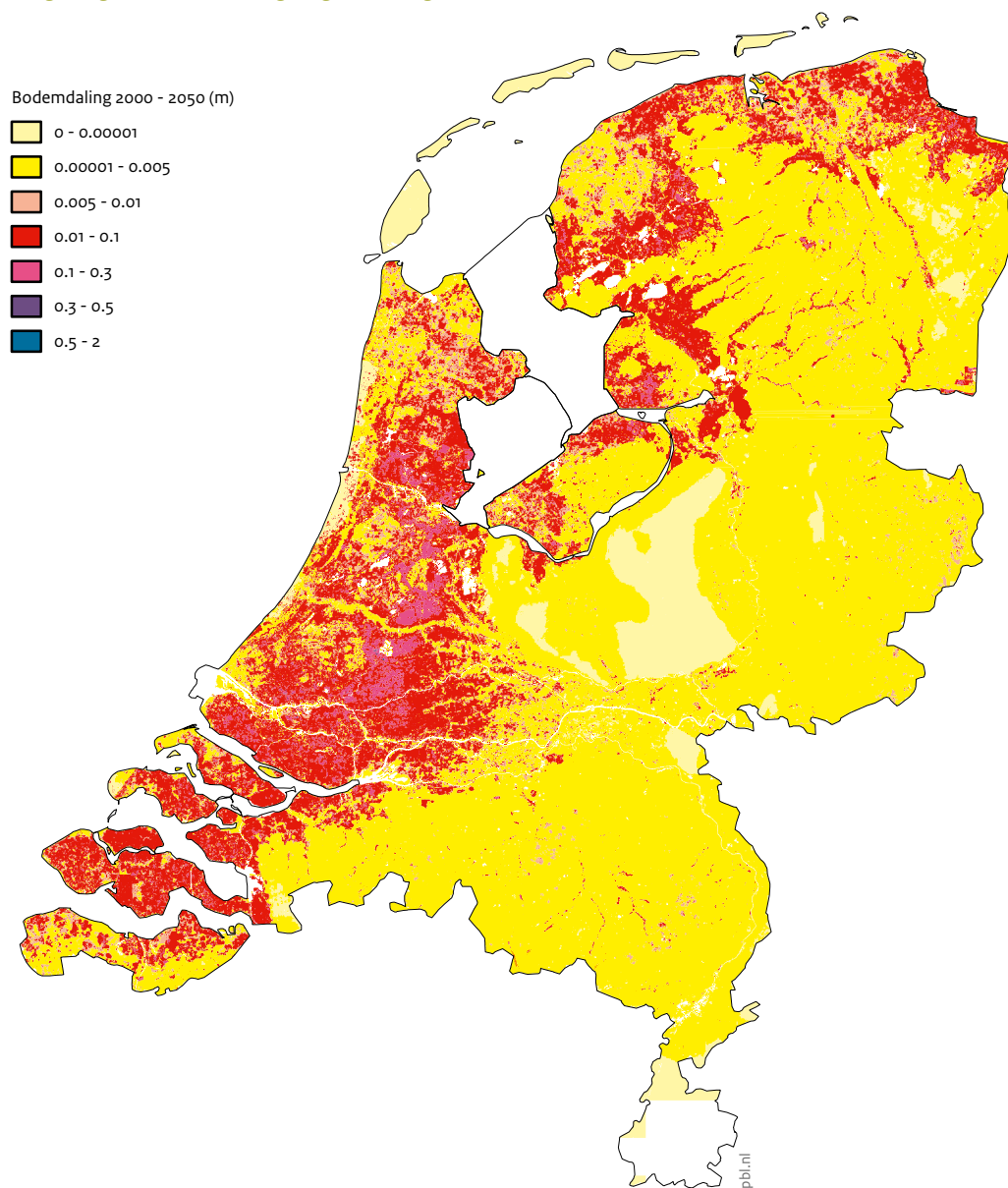


Bron: G. de Lange, Deltares, 2012



Figuur VII.6

Vershil in bodemdaling 2000 - 2050 tussen 'autonoom en W+' en 'autonoom'  
als gevolg van bodemdaling en gaswinning



Bron: G. de Lange, Deltares, 2012





## Planbureau voor de Leefomgeving

Postadres  
Postbus 30314  
2500 GH Den Haag

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

[www.pbl.nl](http://www.pbl.nl)

Januari 2014