

Amsterdam, juni 2012  
In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu

## Zoetwater in de toekomst

Effecten van Deltascenario's op gebruiksfuncties van zoetwater

Drs. Matthijs Gerritsen  
Prof.dr. Carl Koopmans



seo economisch onderzoek

“De wetenschap dat het goed is”

*SEO Economisch Onderzoek doet onafhankelijk toegepast onderzoek in opdracht van overheid en bedrijfsleven. Ons onderzoek helpt onze opdrachtgevers bij het nemen van beslissingen. SEO Economisch Onderzoek is gelieerd aan de Universiteit van Amsterdam. Dat geeft ons zicht op de nieuwste wetenschappelijke methoden. We hebben geen winstoogmerk en investeren continu in het intellectueel kapitaal van de medewerkers via promotietrajecten, het uitbrengen van wetenschappelijke publicaties, kennisnetwerken en congresbezoek.*

SEO-rapport nr. 2012-50

ISBN 978-90-6733-656-7

Copyright © 2012 SEO Amsterdam. Alle rechten voorbehouden. Het is geoorloofd gegevens uit dit rapport te gebruiken in artikelen en dergelijke, mits daarbij de bron duidelijk en nauwkeurig wordt vermeld.

## Samenvatting

*De economische effecten van de Deltascenario's op gebruiksfuncties van zoetwater zijn het grootst bij de landbouw en de binnenvaart, met maximale jaarlijkse effecten van respectievelijk € 733 mln en € 369 mln. Het effect op natuur bedraagt in natuurlinies maximaal 4360 punten, een procentuele afname van 7 procent.*

SEO Economisch Onderzoek heeft de economische effecten van de Deltascenario's bepaald voor de verschillende gebruiksfuncties van zoetwater. Hierbij zijn zowel twee uiterste scenario's voor klimaatverandering gebruikt, te weten G (gematigd) en W+ (warm), als twee voor sociaaleconomische ontwikkeling, RC (Regional Communities, matige economische ontwikkeling) en GE (Global Economy, snelle economische ontwikkeling). De gebruiksfuncties betreffen scheepvaart, drinkwater, natuur, industrie en energievoorziening, landbouw, visserij, recreatie en stedelijk gebied.

De economische effecten zijn bepaald ten opzichte van de huidige situatie, op basis van het huidige beleid, uitgaande van de situatie als gevolg van het betreffende Deltascenario in 2050. Bij de bepaling van de effecten zijn per gebruiksfunctie de effecten op de productiekosten in beeld gebracht. Daarbij is rekening gehouden met veranderingen van de kosten tot 2050. Bovendien wordt aandacht gegeven aan aanpassingen van de sector zelf aan de veranderende omstandigheden.

### Resultaten

De onderstaande tabel geeft voor elke gebruiksfunctie aan wat de verwachte economische effecten zijn per jaar in 2050. Hierbij zijn veelal onder- en bovengrenzen gehanteerd om recht te doen aan het onzekere karakter van veel gegevens. Tevens is aangegeven in hoeverre rekening is gehouden met aanpassingen van een gebruiksfunctie aan de Deltascenario's, of kosten zijn doorgerekend in verkoopprijzen, en of een verandering van de vraag is meegenomen in de effectenberekening. Voor de gebruiksfuncties visserij en recreatie zijn geen berekeningen uitgevoerd en daarom niet opgenomen in de tabel.

<b>Meerkosten per gebruiksfunctie als gevolg van de deltasce­nario's in 2050</b> (bandbreedte in € mln gemiddeld per jaar)								
gebruiksfunctie	toegevoegde waarde sector (in % BBP/ natuurwaardepunten)	Deltascenari­o's				adaptatie door sector	doorrekening kosten in prijs	verandering vraagfunctie
		G		W+				
		RC	GE	RC	GE			
Binnenvaart	921 (0,2%)	- 3,9	- 8,6	62/166	138/369			
Drinkwater	896 (0,2%)	3,8/3,9			10,6/13,3			
Industrie	30.638 (5,8%)		1,6/2,8	5,2/9,1				
Energie	10.400 (2,0%)	niet te bepalen						
Landbouw	9.200 (1,7%)		25/50	388/733				
<b>Effect in natuurwaardepunten in 2050</b>								
Natuur	65.000		670	- 4.360				
<b>Snellere ontwikkeling schade aan funderingen door droogte (miljard euro)</b>								
Stedelijk gebied				25				
<b>Meegenomen</b>								
<b>Deels meegenomen</b>								
<b>Niet meegenomen</b>								
<b>Niet van toepassing</b>								

De mate van precisering van de schattingen voor de gebruiksfuncties verschilt in grote mate. Aan de ene kant zijn voor de gebruiksfunctie drinkwater veel bepalende factoren meegenomen in de berekening, waaronder een verandering van de prijs van en de vraag naar drinkwater, die weer afhankelijk is van zowel de prijs als het sociaaleconomisch scenario. Aan de andere kant was het voor de gebruiksfunctie industrie niet mogelijk de vraaguitval mee te nemen als gevolg van een doorrekening van hogere productiekosten in de prijzen. Voor elk van de gebruiksfuncties zou in ieder geval nader onderzoek nuttig zijn om de hierboven bepaalde schattingen verder te preciseren.

#### **Vervolg: kosten-batenanalyse**

De schadebepaling voor de gebruiksfuncties onder de Deltascenari­o's geeft een indicatie van de mogelijke baten van beleid. Als de kosten van een beleidsvoorstel hoger zijn dan deze mogelijke baten, zal het voorstel waarschijnlijk een ongunstige kosten-batenverhouding hebben. De kosten van knelpunten kunnen dus worden gebruikt als een 'filter' om beleidsvoorstellen te selecteren, rekening houdend met eventuele bijkomende baten. Bestaand beleid kan in de kosten-batenanalyse beter worden ingevuld aan de hand van maatregelen dan van doelstellingen. Ook is het van belang om de investeringen te preciseren die deel uitmaken van het bestaand beleid.

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting</b> .....	<b>i</b>
<b>1 Inleiding</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Analytisch kader</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Scheepvaart</b> .....	<b>9</b>
3.1 Sectorbeschrijving .....	9
3.2 Economische effecten Deltascenario's .....	11
<b>4 Drinkwater</b> .....	<b>17</b>
4.1 Sectorbeschrijving .....	17
4.2 Economische effecten Deltascenario's .....	19
<b>5 Natuur</b> .....	<b>23</b>
5.1 Beschrijving .....	23
5.2 Economische effecten Deltascenario's .....	24
<b>6 Industrie en Energievoorziening</b> .....	<b>27</b>
6.1 Sectorbeschrijving .....	27
6.2 Economische effecten Deltascenario's .....	30
<b>7 Landbouw</b> .....	<b>33</b>
7.1 Sectorbeschrijving.....	33
7.2 Economische effecten Deltascenario's .....	35
<b>8 Overige gebruiksfuncties</b> .....	<b>39</b>
8.1 Visserij.....	39
8.2 Recreatie.....	39
8.3 Stedelijk gebied .....	41
<b>9 Synthese</b> .....	<b>43</b>
9.1 Totaalbeeld .....	43
9.2 Vervolgstappen.....	47
<b>Literatuurlijst</b> .....	<b>49</b>
<b>Bijlage A Constante prijselasticiteit en consumentensurplus</b> .....	<b>53</b>

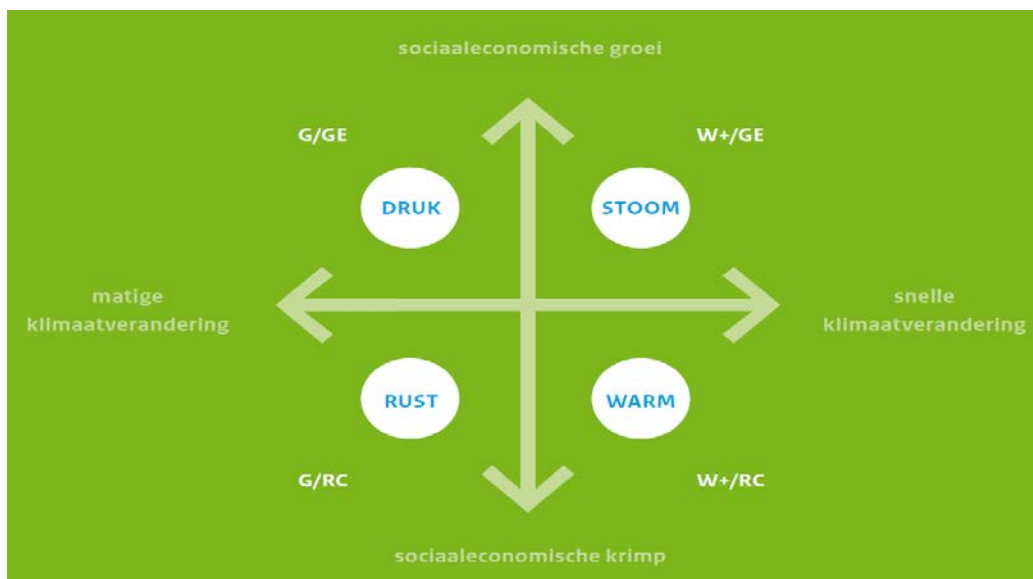


# 1 Inleiding

*De Deltascenario's beschrijven sociaal-economische en klimatologische toekomstbeelden. Wat zijn de economische effecten van de Deltascenario's op de gebruiksfuncties van zoetwater? Deze vraag wil het Deelprogramma Zoetwater van het Deltaprogramma graag beantwoord zien.*

Het Deelprogramma Zoetwater van het Deltaprogramma heeft met een knelpuntenanalyse de fysieke effecten van een groeiend verschil tussen watervraag en –aanbod als gevolg van klimaatverandering en sociaal-economische ontwikkelingen in beeld gebracht. Uitgangspunt voor de toekomstige ontwikkelingen dienen hierbij de Deltascenario's van PBL en Deltares (2011). Hierbij zijn twee uiterste scenario's voor de klimaatverandering gebruikt, te weten G (gematigd) en W+ (warm); en twee voor sociaaleconomische ontwikkeling, RC (Regional Communities, matige economische ontwikkeling) en GE (Global Economy, snelle economische ontwikkeling) (CPB, MNP en RPB, 2006). In de knelpuntenanalyse zijn de ontwikkelingen in watervraag en zoetwaterbeschikbaarheid tot 2050 vervolgens in beeld gebracht voor vier gecombineerde Deltascenario's, te weten G/RC ("RUST"), G/GE ("DRUK"), W+/RC ("WARM") en W+/GE ("STOOM").<sup>1</sup> Figuur 1.1 geeft de Deltascenario's schematisch weer.

**Figuur 1.1** De vier Deltascenario's onderscheiden zich in klimaatverandering en economische groei.



SEO Economisch Onderzoek is door het Deelprogramma Zoetwater gevraagd de toename in kosten voor de verschillende gebruiksfuncties van zoetwater in kaart te brengen als gevolg van de vier Deltascenario's STOOM, WARM, DRUK en RUST bij ongewijzigd (huidig) beleid. De gebruiksfuncties van zoetwater zijn scheepvaart, drinkwater, natuur, industrie en energievoorziening, landbouw, visserij, recreatie en stedelijk gebied. De centrale onderzoeksvraag luidt:

<sup>1</sup> Hierbij dient opgemerkt te worden dat de sociaaleconomische scenario's zijn ontwikkeld tot 2040. In de brononderzoeken, die in deze rapportage als input hebben gediend, wordt uitgegaan van een gelijke economische situatie in 2050 als in 2040, tenzij anders vermeld. Vanuit economisch oogpunt zijn overigens vraagtekens te zetten bij het veronderstellen van nulgroei tussen 2040 en 2050.

*Wat is de verwachte jaarlijkse economische schade in 2050 als gevolg van de Deltascenario's bij ongewijzigd beleid?*

De analyse heeft betrekking op discrepanties tussen vraag en aanbod van zoetwater. Daarbij wordt uitgegaan van de huidige inrichting van de waterhuishouding en continuering van het huidige – of vastgestelde – beleid en beheer, waarop een autonome ontwikkeling van de Deltascenario's wordt geprojecteerd. Continuering van het huidige beleid en beheer houdt dus het volgende in:

- De huidige breedte van watergangen;
- De huidige inlaat- en doorvoercapaciteiten van sluisen;
- De huidige boezempelen;
- De huidige streefpeilen van buitenwater (IJsselmeer e.d.);
- Het huidige beleid ten aanzien van het voldoen aan de vraag van verschillende gebruikers (de 'verdringingsreeks')
- De huidige inlaatpunten

Hierbij geldt wel dat elke beleidsverandering grote gevolgen kan hebben voor de in deze rapportage bepaalde economische effecten. Bij ongewijzigd beleid zullen gebruiksfuncties (economische sectoren en de natuur) in de toekomst wellicht geconfronteerd worden met hogere (productie)kosten ten gevolge van zaken als verzilting, droogte, etc. Deze kosten komen in dit onderzoek per gebruiksfunctie aan bod. Ook wordt beschreven en zo mogelijk becijferd welke andere effecten een Deltascenario als gevolg heeft, zoals vraageffecten als gevolg van economische groei, prijseffecten als gevolg van mogelijk toegenomen kosten, en aanpassing van de sector aan een Deltascenario ('adaptatie') om een eventuele kostenstijging te matigen.

Het rapport heeft de volgende opbouw. Eerst komt in hoofdstuk 2 het analytisch kader aan bod. Vervolgens worden in Hoofdstuk 3 tot en met 8 de economische effecten van de Deltascenario's voor de verschillende gebruiksfuncties in kaart gebracht.



## 2 Analytisch kader

*Om de economische effecten van de Deltascenario's te bepalen is het van belang de verschillende type effecten uiteen te zetten: effecten kunnen zijn hogere productiekosten, een veranderende vraag, maar ook aanpassing van de sector zelf aan de veranderende omstandigheden.*

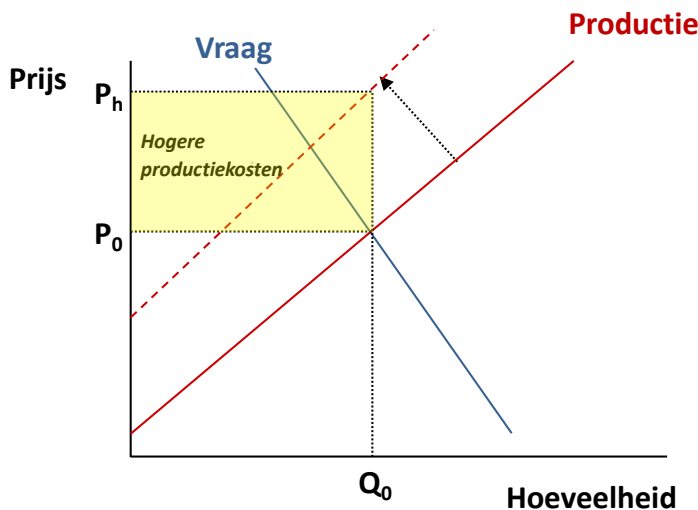
### Hogere productiekosten

Knelpunten in de zoetwatervoorziening treden vooral op tijdens droge perioden, meestal in de zomer. De rivieren zijn dan te ondiep voor volgeladen binnenschepen; warmer rivierwater beperkt de koelwatervoorziening van elektriciteitscentrales; en minder aanbod van water leidt tot minder landbouwproductie. Het Rijk, waterschappen en gemeenten nemen dan diverse maatregelen zoals het omleiden van waterstromen, oproepen tot waterbesparing of een verbod op beregening. Deze maatregelen beperken de gevolgen van droogte, maar nemen deze gevolgen niet volledig weg. Figuur 2.1 toont de gevolgen van hogere productiekosten als gevolg van knelpunten in de zoetwatervoorziening; de aanbodscurve verschuift naar linksboven, omdat de kosten toenemen die de producenten moeten maken om dezelfde hoeveelheid goederen of diensten te produceren.

De toename in productiekosten kan als volgt worden berekend, als wordt uitgegaan van de vraag die zonder droogte zou zijn bediend ( $Q_0$ ):

- Extra kosten productie:  $(P_h - P_0)Q_0$

**Figuur 2.1** Deltascenario's kunnen leiden tot hogere productiekosten (geel gearceerd)



### Welvaartsverliezen door hogere productiekosten

Het gevolg van tijdelijke droogte is in de praktijk dat de aangeboden hoeveelheden van producten dalen en de prijzen stijgen. Binnenschippers varen met een halfgeladen schip, waardoor de kosten en prijzen per vervoerde ton stijgen. Als er in Nederlandse centrales aan rivieren minder elektriciteit wordt geproduceerd, wordt andere, duurdere productiecapaciteit ingezet, en wordt mogelijk duurdere stroom geïmporteerd. De landbouw produceert kleinere hoeveelheden gewassen terwijl de totale bedrijfskosten gelijk blijven. Hierdoor stijgen de kosten per eenheid product. De hogere productiekosten zullen in de praktijk een prijsopdrijvend effect hebben.

Het gaat hierbij vaak om (West-)Europese markten. De binnenscheepvaart betreft het stroomgebied van Rijn en Maas, met vooral schippers uit Nederland, België, Duitsland, Frankrijk en Zwitserland. Elektriciteit wordt verhandeld met landen waarmee Nederland (goed) verbonden is: vooral aangrenzende EU-landen en (via zeekabels) het Verenigd Koninkrijk en Noorwegen. Landbouwproducten worden vaak naar Duitsland en andere Europese landen geëxporteerd; alleen hoogwaardige teelten (bijvoorbeeld bloemen) worden over grotere afstanden vervoerd.

Figuur 2.2 toont het effect van een tijdelijke beperking van het aanbod op een (West-)Europese markt. De aanbodcurve schuift naar links door productiebeperkingen en naar boven door de daaruit volgende kostprijsverhogingen. Daardoor stijgt de prijs en daalt de verkochte hoeveelheid. De resterende afnemers betalen een hogere prijs, hetgeen voor hen een welvaartsverlies betekent. Daarnaast zijn er afgehaakte afnemers die ook een welvaartsverlies ondervinden. Voor de producenten dalen de winstmarges. Aanbieders ten slotte ervaren eveneens een welvaartsverlies, uitgedrukt in een daling van het producentensurplus, als gevolg van een dalend aanbod.<sup>2</sup>

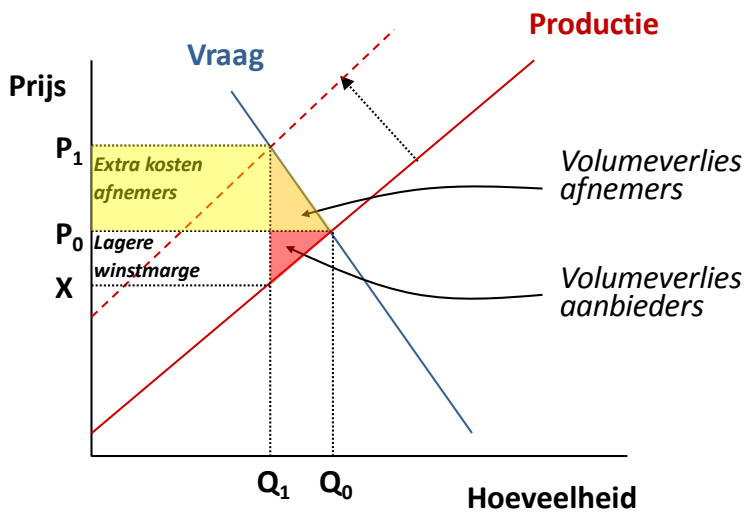
Het totale welvaartsverlies kan als volgt worden berekend:<sup>3</sup>

- Extra kosten resterende afnemers (geel gearceerd):  $(P_1 - P_0)Q_1$
- Verlies consumentensurplus (oranje):  $\frac{1}{2}(P_1 - P_0)(Q_1 - Q_0)$
- Verlies producentensurplus (rood):  $\frac{1}{2}(P_0 - X)(Q_1 - Q_0)$
- Totaal:  $(P_1 - P_0)Q_1 + \frac{1}{2}(P_1 - P_0)(Q_1 - Q_0) + \frac{1}{2}(P_0 - X)(Q_1 - Q_0) = (P_1 - P_0)Q_1 + \frac{1}{2}(P_1 - X)(Q_1 - Q_0)$

<sup>2</sup> In deze schets wordt eenvoudigheidshalve uitgegaan van lineaire vraag- en aanbodcurves. Dezelfde aanpak kan ook voor niet-lineaire curves worden uitgewerkt.

<sup>3</sup> Bij de bepaling van het totale welvaartsverlies worden winsten hier buiten beschouwing gelaten, aangezien winsten deels een transfer betreffen van consument naar producent.

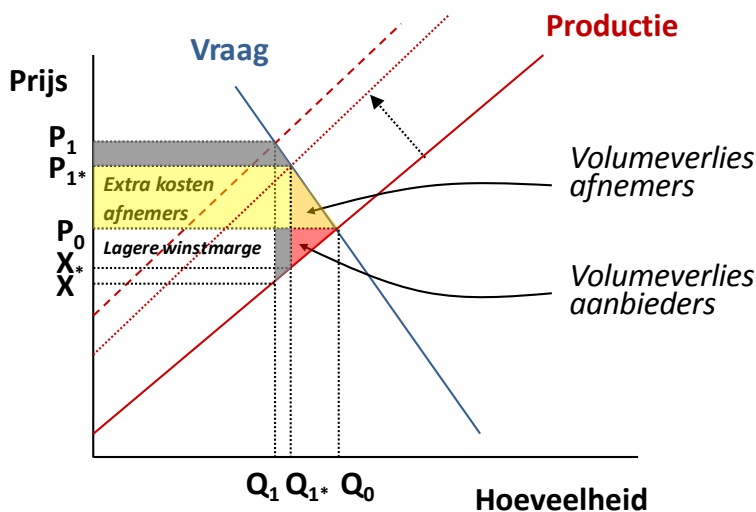
Figuur 2.2 Tijdelijke droogte leidt tot drie soorten welvaartsverliezen



In knelpuntenanalyses wordt meestal uitgegaan van kostenstijgingen op basis van de bestaande hoeveelheid zoals geschetst in figuur 2.1. Aanpassingen in de markt zoals geschetst in figuur 2.2 worden dan genegeerd. Zo zal een inschatting van de kosten van droogte in de binnenscheepvaart doorgaans uitgaan van de ‘normale’ vervoersvolumes; deze worden vermenigvuldigd met een geschatte stijging van de kosten per vervoerde ton. In termen van figuur 2.2 wordt de rechthoek “Extra kosten afnemers” dan te groot gemaakt (door  $Q_0$  te gebruiken i.p.v.  $Q_1$ ) en worden de twee driehoeken vergeten. Ook in deze studie wordt vaak gebruik gemaakt van dergelijke vereenvoudigingen. Hierbij dient te worden benadrukt dat een integrale kostenberekening ook rekening houdt met lagere hoeveelheden en winstmarges. Dit is met name van belang voor meer diepgaande studies per product, uit te voeren door sectorspecialisten.

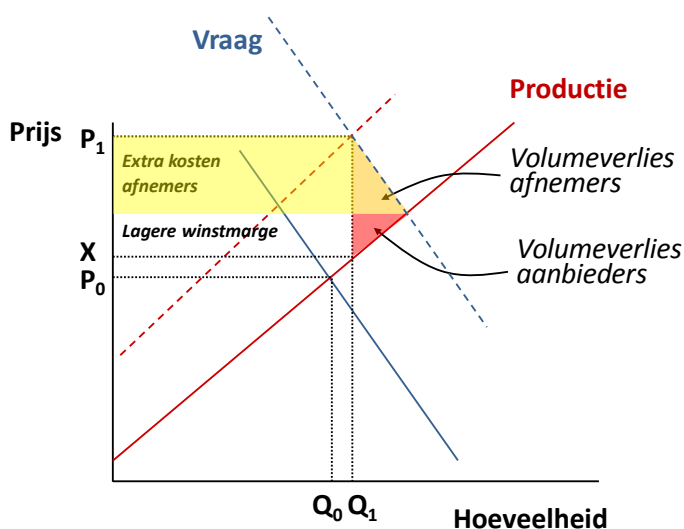
Een tweede verdieping in een analyse is een mogelijke aanpassing van aanbieders aan een Deltascenario. Hierbij kan gedacht worden aan een aanpassing in het productieproces, of in het geval van landbouw zelfs aan een overstap naar het verbouwen van andere gewassen. Mogelijke adaptaties van de sector aan klimaat resulteren derhalve in een neerwaartse bijstelling van de aanbodcurve, weergegeven in figuur 2.3.

Figuur 2.3 Adaptatie leidt tot lagere welvaartsverliezen



Tot zover zijn veranderingen van het aanbod besproken als gevolg van voornamelijk twee klimaatscenario's G en W+. De sociaaleconomische scenario's RC en GE zullen eerder hun beslag hebben op de vraagfunctie. Zo zal een combinatie van een bevolkingsgroei en sterke economische groei, zoals gemodelleerd in GE, een toename van de vraag naar veel producten en diensten met zich meebrengen. Zo zal bijvoorbeeld de vraag naar energie toe kunnen nemen, zowel van alle huishoudens als de industrie. Een sterke economische groei zal de vraag naar vervoer over de binnenwateren verder aanwakkeren. In figuur 2.4 is dit effect weergegeven door de naar rechts verschoven gestippelde vraagcurve. Merk op dat het oranje en rode vlak ongeveer gelijk zijn aan de betreffende vlakken zonder verschuiving van de vraagcurve (zie figuur 2.2), maar dat het gele vlak 'breder' is geworden.

Figuur 2.4 Hogere productiekosten (rode stippellijn) leiden niet altijd tot minder consumptie wanneer ook de vraag toeneemt (blauwe stippellijn)

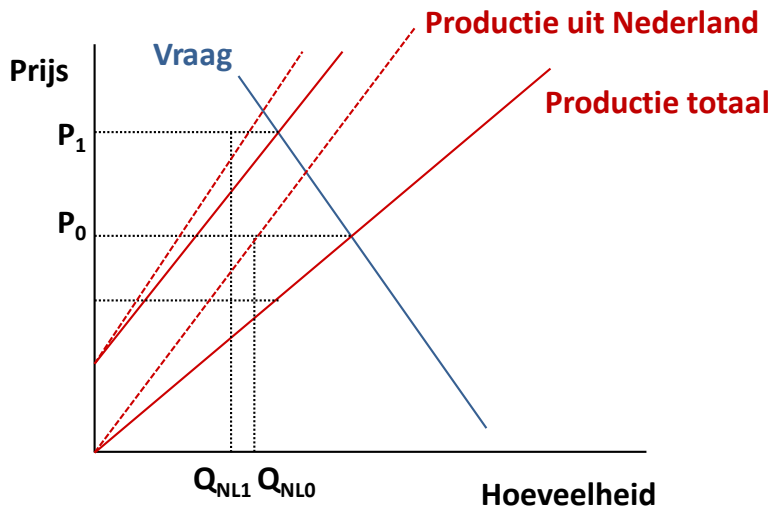


### Internationale concurrentie

Binnen een internationale markt kunnen afzonderlijke landen positieve of negatieve effecten ondervinden, afhankelijk van de relatieve effecten van droogte per land. Nederlandse afnemers hebben in figuur 2.2 een bepaald aandeel in zowel de extra kosten als in het volumeverlies voor

(West-)Europese afnemers. Figuur 2.5 laat zien welke gevolgen voor aanbieders kunnen optreden in internationaal opzicht. In de figuur is verondersteld dat de kostenstijging in Nederland kleiner is dan in andere (West-)Europese landen, bijvoorbeeld omdat Nederland als waterrijk land relatief minder last van droogte heeft. Het marktaandeel van Nederland neemt in dit voorbeeld toe van circa 60% naar meer dan 80%. Er treden echter ook nadelen op (zie figuur 2.2): een daling van het verkochte volume en van de winstmarge.

Figuur 1.1 Marktaandeel Nederland kan toenemen als kostenstijging hier relatief beperkt is



De internationale concurrentiepositie van Nederlandse bedrijven valt grotendeels buiten de scope van deze verkenning, maar verdient aandacht in vervolgonderzoek.



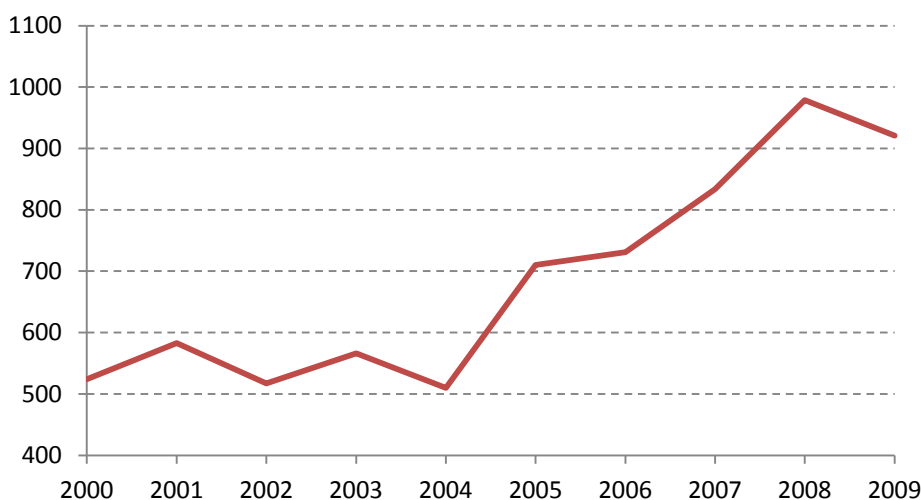
## 3 Scheepvaart

*De scheepvaart is in grote mate afhankelijk van voldoende water in de rivieren. Een lage waterstand kan leiden tot vertragingen en het moeten maken van omwegen. In het meest extreme Deltascenario kunnen de extra kosten oplopen tot jaarlijks € 369 miljoen euro.*

### 3.1 Sectorbeschrijving

De toegevoegde waarde van de binnenvaartsector bedroeg in 2009 € 921 miljoen, zo'n 0,2 procent van het bruto binnenlands product (BBP).<sup>4</sup> In figuur 3.1 is de ontwikkeling van de toegevoegde waarde gegeven. Het valt op dat in de periode 2000-2004 sprake was van stagnatie en dat de toegevoegde waarde tussen 2004 en 2008 zeer sterk steeg. In 2009 moest echter de binnenvaartsector pas op de plaats maken ten gevolge van de economische crisis.

**Figuur 3.1** De toegevoegde waarde van de binnenvaartsector steeg sterk tussen 2004 en 2008, maar viel in 2009 terug (in € mln)



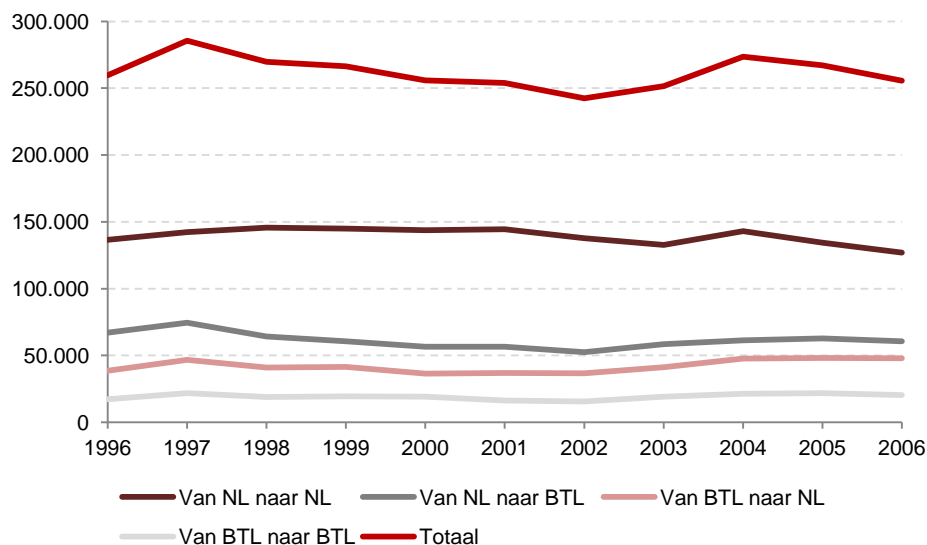
Bron: CBS (2012), Policy Research (2007)

De totale omzet van de Nederlandse binnenvaartsector kwam in 2011 uit op circa € 2,2 miljard (ING 2011/CBS 2012).<sup>5</sup> Het aantal Nederlandse binnenvaartschepen bedroeg begin 2010 6.750, welke een gezamenlijk capaciteit van 8,52 miljoen ton hebben (ABN 2011). In de periode 2007-2010 is de vloot qua aantal schepen met 8 procent toegenomen, terwijl in termen van tonnage de groei 23 procent bedroeg (TU Delft 2011). In de sector is derhalve sprake van een toename van de capaciteit per schip. De cijfers van het CBS zijn enigszins gedateerd, maar bevestigen deze trend. Hoewel het aantal beladen reizen in de periode 1996-2006 nagenoeg constant bleef (zie Figuur 3.2), is de vervoerde lading gestegen (Figuur 3.3).

<sup>4</sup> Bron: CBS (2012).

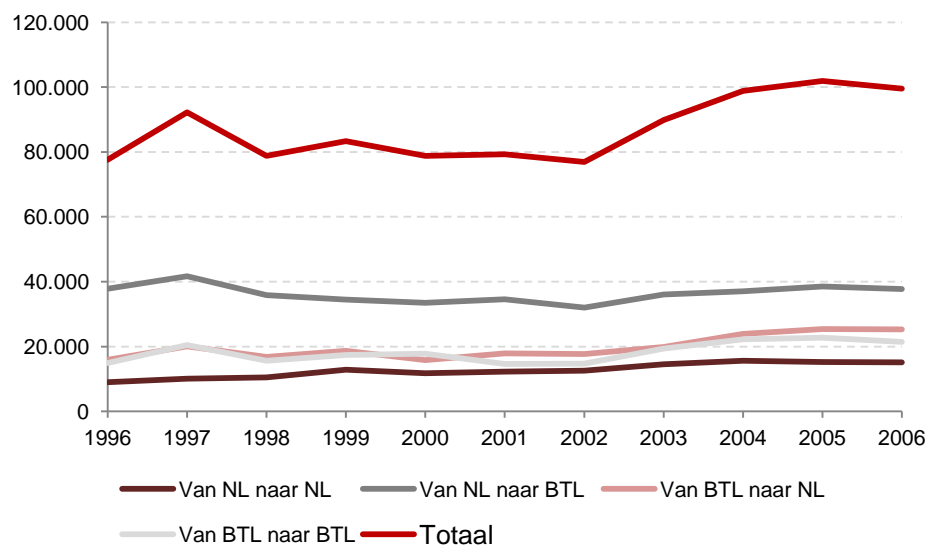
<sup>5</sup> Deze berekening is gemaakt op basis van het omzetcijfer van 2009 zoals weergegeven in ING (2011), dat circa € 1,9 miljard bedroeg; en cijfers over de omzetontwikkeling van het CBS sindsdien.

**Figuur 3.2** Het aantal beladen reizen van Nederlandse binnenvaartschepen is in de periode 1996-2006 nagenoeg stabiel (NL=Nederland, BTL=buitenland)



Bron: CBS (2012)

**Figuur 3.3** De vervoerde lading van Nederlandse binnenvaartschepen is in de periode 1996-2006 toegenomen (NL=Nederland, BTL=buitenland; weergegeven in miljoenen laadvermogen-tonkilometers)



Bron: CBS (2012)

De binnenvaartsector werd hard geraakt door de economische crisis van 2008/9: de totale omzet van de sector daalde met 17 procent in 2009. Naast de volumedaling werd deze omzetzijding ook veroorzaakt door een tariefdaling als gevolg van ontstane overcapaciteit. Deze overcapaciteit was ontstaan door excessieve investeringen in nieuwe schepen en oude schepen die in de vaart bleven. De binnenvaartsector heeft in 2010 en 2011 kunnen profiteren van de stijging van de activiteiten in de Rotterdamse haven. De tarieven laten echter nog weinig herstel zien (ING 2011).



De lange termijn vooruitzichten voor de sector zijn positief. Dit komt door beperkte substitutie met het wegverkeer, een verwachte groei van het containervervoer, en het concept multimodaal transport. De verwachting is dat de vervoersvraag zal stijgen en de vloot in 2014/2015 weer volledig bezet zal worden (ING 2011). Van Dorsser (2012) concludeert op basis van het verband tussen het verwachte volume te transporteren goederen en factoren als bevolkingsgroei en BNP dat de sector tot 2050 zal groeien, en daarna stabiliseren of afnemen.

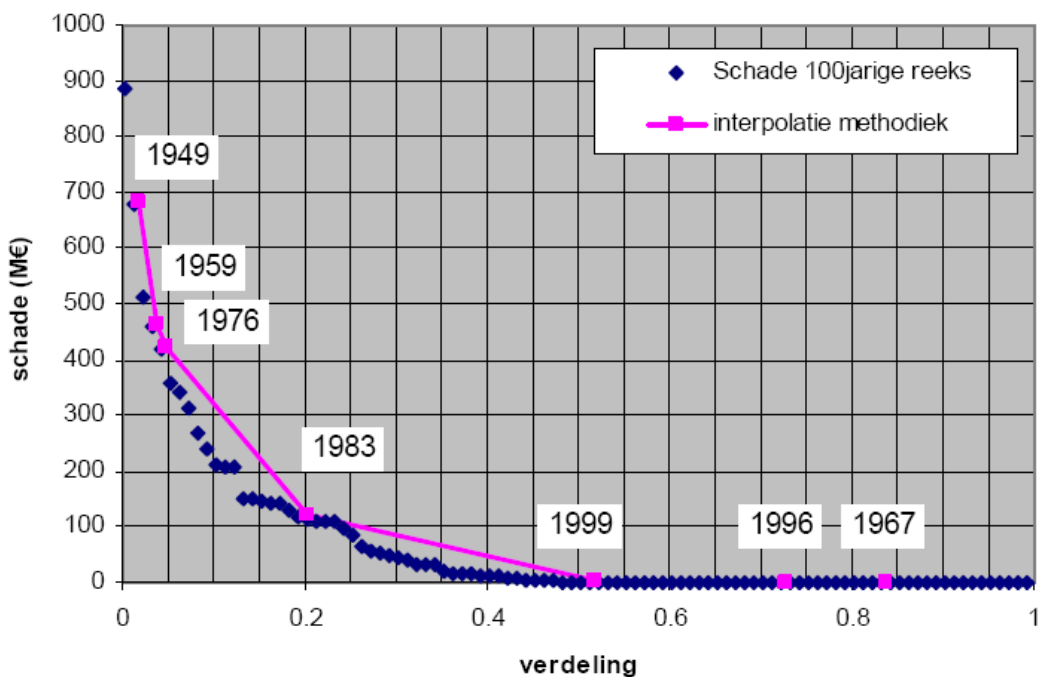
Uit een onderzoek van Jonkeren (2009) komt voort dat de prijs voor vervoer per binnenvaart van de regio Rotterdam naar Duitsland 37% hoger is dan in de tegengestelde richting. De reden hiervoor is dat de fysieke goederenstroom vanuit de regio's grenzend aan de Noordzee naar regio's in het achterland, en daarmee ook de vervoervraag, substantieel groter is dan in omgekeerde richting.

## 3.2 Economische effecten Deltascenario's

Een belangrijk negatief effect van een klimaatscenario voor de scheepvaart is een eventueel hogere kans op een lagere waterstand. Schepen kunnen door laagwater minder diep beladen varen, zodat vaker gevaren moet worden om dezelfde hoeveelheid te vervoeren. Vaker varen heeft congestie bij sluizen als gevolg. Een ander gevolg van laagwater kan zijn dat gekozen wordt om via een andere route te varen, of op een ander moment. Zowel vaker varen, vertraging als een omweg moeten maken brengen hogere kosten met zich mee.

In RIZA (2007) is de verwachte schade berekend voor de binnenvaart als gevolg van lage vaardieptes. Een honderdjarige reeks van deze schades is weergegeven in figuur 3.5. Zij gebruikten voor de berekeningen het door hen ontwikkelde Scheepvaartmodel. Vervolgens is met de schades voor zeven karakteristieke droogtejaren via een interpolatie methodiek de verwachte schade berekend. Dit is gedaan door de oppervlakte onder de zeven schadepunten te berekenen, de roze lijn in figuur 3.5. In het onderzoek van RIZA is schade gedefinieerd als de verwachte schade boven een kostendrempelwaarde van € 2,1 miljard, zijnde de vervoerkosten van een gemiddeld jaar (RIZA, 2005). Dit houdt in dat als de vervoerkosten in een jaar bijvoorbeeld € 2,3 miljard bedragen, dat de schade in dat jaar € 200 miljoen bedraagt.

Figuur 3.5 De verwachte schade berekenen via de interpolatie methodiek (roze lijn) leidt tot een overschatting (blauwe punten).

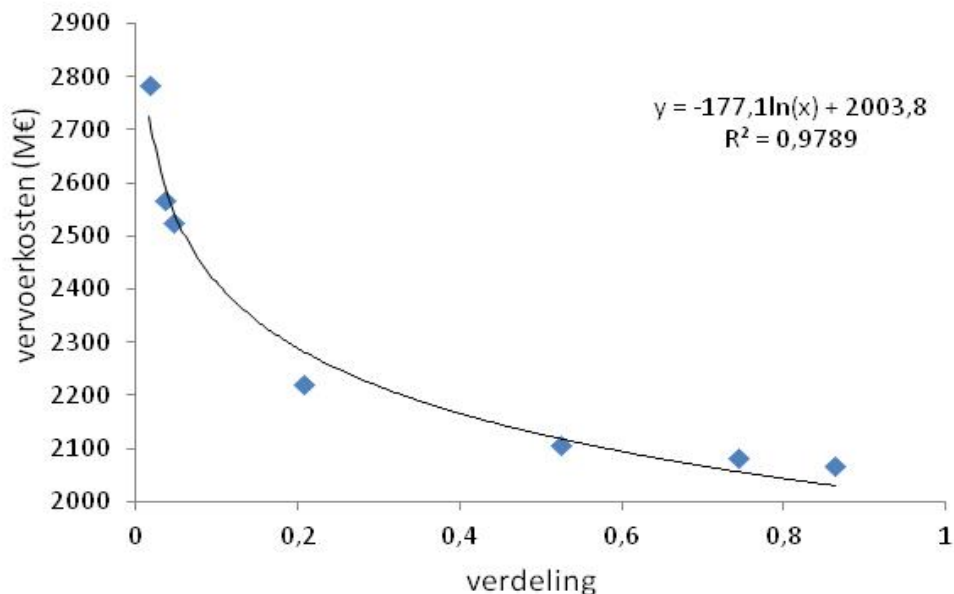


Bron: RIZA 2007

Er zijn twee aanpassingen in de berekening te maken om een scherper beeld te krijgen van de verwachte schade als gevolg van een Deltascenario. De eerste aanpassing is om de definitie van schade scherper te stellen door geen drempelwaarde te hanteren. Door een drempelwaarde te hanteren die gelijk is aan de gemiddelde kosten zijn namelijk de gevolgen van een Deltascenario voor de helft van de jaren niet meegenomen. Dit zijn de blauwe punten in figuur 3.5 waarbij de schade volgens RIZA nul is omdat de vervoerkosten niet boven € 2,1 miljard uitkomen, te weten alle punten in de rechterhelft van figuur 3.5. De tweede aanpassing is om niet gebruik te maken van de interpolatie methodiek zoals weergegeven in figuur 3.4, maar door een regressieanalyse uit te voeren, met als doel zo goed mogelijk<sup>6</sup> een lijn te schatten die de kansverdeling weergeeft van de te verwachten kosten. In figuur 3.6 is de geschatte lijn weergegeven.

<sup>6</sup> 'Zo goed mogelijk' houdt in dat de lijn optimaal de punten voorspelt, en dus zo goed mogelijk 'fit' door de punten. De fit wordt weergegeven met de statistiek  $R^2$ , waarbij 0 de laagst en 1 de hoogst mogelijk score weergeeft. Bij de regressieanalyse is daarom gekeken naar welke formule de beste fit oplevert: de logaritmische schatting bleek de beste fit op te leveren. Dat is overigens intuïtief verklaarbaar. De geschatte logaritmische functie geeft veel jaren weer met relatief lage vervoerkosten, en een paar jaren met sterk oplopende vervoerkosten: de paar jaren waarin exceptioneel veel schade wordt geleden.

**Figuur 3.6** De verwachte vervoerkosten (y-as) zijn het best te schatten met een logaritmische functie van de waarschijnlijkheid (x-as)



Bron: SEO Economisch Onderzoek (2012)

De verwachte vervoerkosten, berekend met de aangescherpte rekenmethode, zijn € 2181 miljoen<sup>7</sup>. In RIZA (2007) zijn voor dezelfde karakteristieke droogtejaren de vervoerskosten bepaald in het G en W+ klimaatscenario. Met dezelfde rekenmethodiek als hierboven beschreven zijn hiermee de verwachte vervoerkosten voor G en W+ bepaald op respectievelijk € 2176 miljoen en € 2385 miljoen. Scenario G leidt derhalve tot een zeer lichte daling van € 4,5 miljoen en scenario W+ leidt tot een toename van de vervoerkosten van € 204 miljoen gemiddeld op jaarbasis, een stijging van 9,3%.

In bovenstaande berekeningen wordt evenwel nog geen rekening gehouden met de ontwikkeling van de vraag, bijvoorbeeld als gevolg van een economisch scenario of aan de afnemer doorberekende kostenstijgingen. Evenmin wordt rekening gehouden met mogelijk adaptatie van de sector aan het klimaat. Het model rekent dus puur de toename van de kosten bij gelijke productie, zoals eerder geschetst in figuur 2.1.

Vanwege schaalvergroting zal het aandeel grote schepen in de vloot toenemen. Daardoor zullen ook de wacht- en vaarkosten per schip toenemen.<sup>8</sup> De Dienst Verkeer en Scheepvaart heeft het Binnenvaartanalyse Systeem model (BIVAS) ontwikkeld om verkeersstromen in de binnenvaart te modelleren. Het BIVAS model houdt rekening met schaalvergroting door op basis van kostenefficiëntie de vloot mettertijd te laten vervangen. Een studie van Turpijn et al. (2011) geeft aan dat de gemiddelde transportkosten in 2050 per ton in de binnenvaart in het W+/GE (STOOM) scenario met ongeveer 3,6% stijgen ten opzichte van het GE scenario zonder klimaatverandering.

<sup>7</sup> Dit volgt uit  $\int_0^1 (a \ln x + b) dx = ax \ln x - ax + bx \Big|_0^1 = b - a$ , oftewel  $2003,8 + 177,1 = € 2.180,9$  mln. Ter vergelijking: RIZA berekent een verwachte kosten boven € 2.100 mln van € 90 mln.

<sup>8</sup> Bron: TUDelft (2010)

Een punt van aandacht is dat het BIVAS model bij de vlootvernieuwing uitgaat van kostenefficiëntie op basis van het huidige klimaat en geen rekening houdt met klimaateffecten. Een mogelijk gevolg daarvan kan zijn dat de vlootvernieuwing teveel inzet op schaalvergroting en te weinig rekening houdt met de (lagere) vaardieptes. Grotere schepen zullen overwegend meer last hebben van lagere vaardieptes. Dit heeft als gevolg dat de geschatte procentuele kostenstijging per ton een overschatting kan blijken. Gegevens over adaptatie van de vloot aan klimaatverandering zijn onbekend en is daarom onderwerp voor verder onderzoek.

Een tweede punt van aandacht is dat het BIVAS model uitgestelde reizen, voorkomend ingeval geen enkele route bevaarbaar is voor een (minimaal geladen) schip, niet meeneemt in de kostenberekeningen. Het aantal uitgestelde reizen neemt in het STOOM scenario toe met 19% ten opzichte van het GE scenario zonder klimaatverandering, de uitgestelde vervoerde vracht met 17,8%.<sup>9</sup> Het is aannemelijk dat uitgestelde reizen (aanmerkelijk) duurder zijn dan reizen die direct kunnen plaatsvinden. Het meenemen van de kosten van uitgestelde reizen zou daarom moeten leiden tot opwaartse bijstelling van de procentuele kostenstijging per ton. Kwantitatieve gegevens over deze opwaartse bijstelling zijn onbekend.

Als aangenomen wordt dat het kostenverhogende effect van de uitgestelde reizen minimaal gelijk is aan het kostenverlagende effect van een verdere vlootaanpassing aan klimaatverandering, dan vormt de procentuele kostentoeename van Turpijn et al. (2011) voor klimaatscenario W+ een ondergrens (+ 3,6%). De geschatte effecten van RIZA (2007), waarin deels ook toenames in kosten zijn berekend voor de vaart in Duitsland, vormen een bovengrens (+ 9,3%).

Binnenschippers kunnen bij droogte soms een deel van hun kosten doorberekenen aan de verladers (de 'laagwatertoeslag') en verladers kunnen, als de markt dat toelaat, meerkosten doorberekenen aan hun afnemers. Jonkeren (2009) heeft voor de binnenvaart over de Rijn berekend dat de prijzen als gevolg van het W+ klimaatscenario jaarlijks gemiddeld 8% hoger zijn dan in de huidige situatie, terwijl de prijzen als gevolg van het G scenario niet of nauwelijks veranderen (-0,1%). Jonkeren merkt hierbij op dat het effect bijna twee maal zo groot is in de transportrichting waarin de vraag hoog ten opzichte van de transportrichting waarin de vraag laag is. Verladers naar bijvoorbeeld Duitsland hebben daarom te maken met hogere kostenstijgingen als gevolg van laagwater, aangezien zij betalen voor het vervoer vanaf de kustregio's naar het achterland. Naarmate de ernst van laagwaterproblematiek toeneemt als gevolg van de klimaatscenario's, zal het verschil in transportprijzen in de toekomst toenemen.

Als laagwater gedurende een langere periode aanhoudt zullen mogelijk logistieke ketens worden aangepast of verschuift het vervoer van modaliteit naar weg of spoor. Jonkeren (2009) schat dit percentage aan vraaguitval op 5,1% in het W+ scenario<sup>10</sup>, TNO (2010) op 8%. Deze percentages zijn als uitersten meegenomen in de berekende bandbreedtes. In het G klimaatscenario is als gevolg van het uitblijven van een prijseffect geen vraaguitval te verwachten.

---

<sup>9</sup> Bron: Turpijn et al. (2011)

<sup>10</sup> Jonkeren (2009) bepaalde zelf het percentage op 5,4%. SEO Economisch Onderzoek bemerkte een rekenfout en stelde dit percentage bij tot 5,1%.

In de economische scenario's GE en RC zijn tevens voorspellingen gemaakt van de verandering in tonkilometers voor de binnenvaart bij gelijkblijvende prijzen. Deze verandering in vraag bedraagt + 91% voor GE en – 14% voor RC (RWS 2011).

De totale meerkosten voor de binnenvaart zijn als volgt bepaald. Allereerst is bepaald wat de meerkosten zijn bij de huidige vraag. Vervolgens zijn deze meerkosten vermenigvuldigd met de verandering van de vraag, enerzijds door de sociaaleconomische scenario's, anderzijds door de vraaguitval die ontstaat door modal shift. Voor de bovengrens van het W+/GE geldt dan dat de meerkosten gelijk zijn aan  $\text{€ } 204 \text{ mln} \times (100\% + 91\%) \times (100\% - 5,1\%)^{11}$

Bovenstaande tussenberekeningen leiden tot de eindberekening in tabel 3.1. Het blijkt dat de meerkosten afhankelijk van het scenario kunnen oplopen tot maximaal € 369 miljoen per jaar in 2050.

**Tabel 3.1** Geschatte meerkosten Binnenvaart als gevolg van de Deltascenario's ten opzichte van de huidige situatie.

meerkosten sector (€ mln gemiddeld per jaar in 2050)	G		W+		adaptatie door sector	doorrekening kosten in prijs	verandering vraagfunctie
	RC	GE	RC	GE			
Ondergrens	<b>-3,9</b>	<b>-8,6</b>	<b>62</b>	<b>138</b>			
Bovengrens			<b>166</b>	<b>369</b>			

Meegenomen
Deels meegenomen
Niet meegenomen

<sup>11</sup> Merk op dat de ondergrens van de vraaguitval gehanteerd moet worden om de bovengrens van de meerkosten te bepalen.



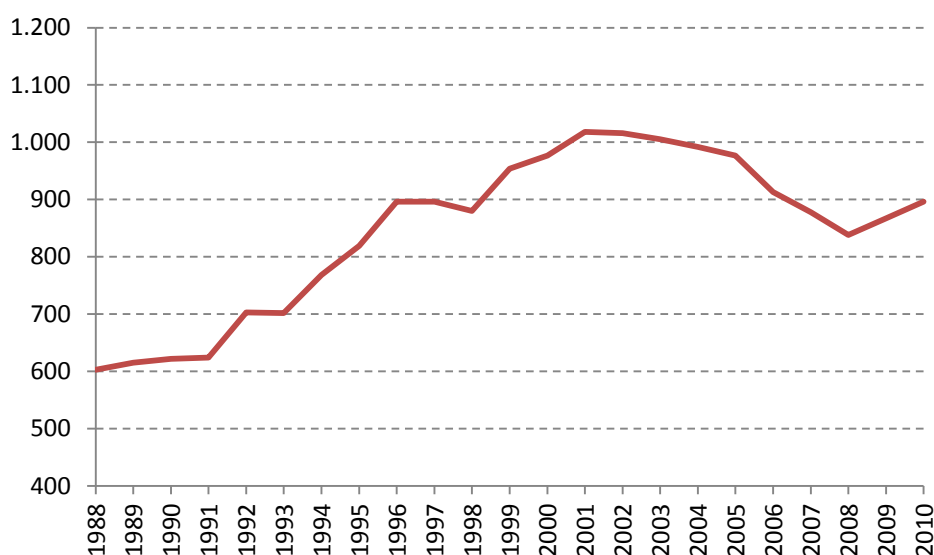
## 4 Drinkwater

*De drinkwaterbedrijven zijn in hoge mate afhankelijk van genoeg innamewater van goede kwaliteit. Als gevolg van klimaatverandering treedt vaker verzilting op en daalt de kwaliteit van het innamewater. Dit leidt tot hogere kosten, oplopend tot jaarlijks ruim € 13 miljoen euro.*

### 4.1 Sectorbeschrijving

De toegevoegde waarde van de drinkwaterbedrijven bedroeg in 2010 € 896 miljoen, zo'n 0,2 procent van het BBP. In figuur 4.1 is de ontwikkeling van de toegevoegde waarde gegeven voor de periode 1988-2010. De toegevoegde waarde is in 2010 voor het eerst weer gestegen na een lange periode van daling. Deze periode van daling is deels toe te schrijven aan een vermindering van de vraag, vooral van zakelijke afnemers.

**Figuur 4.1** De toegevoegde waarde van de drinkwaterbedrijven kent een daling in de periode 2001-2009 (in € mln)



Bron: CBS (2012)

De drinkwatervoorziening in Nederland wordt verzorgd door 10 drinkwaterbedrijven. In 1990 waren er nog 52 drinkwaterbedrijven, maar het aantal is sterk afgenomen als gevolg van schaalvergroting. De drinkwaterbedrijven zetten in 2010 gezamenlijk 1,1 miljard m<sup>3</sup> af. De gezamenlijke omzet van de waterbedrijven bedroeg in datzelfde jaar € 1,44 miljard. Tabel 4.1 beschrijft hoe de afzet en omzet over de bedrijven waren verdeeld.

Tabel 4.1 De omzet van de tien Nederlandse waterbedrijven bedroeg ruim € 1,4 mld in 2010

Waterbedrijven	aantal aansluitingen (x 1000)	afzet (mln m <sup>3</sup> )	omzet (mln €)
Groningen	277	42	48
Drenthe	200	29	34
Vitens	2.392	330	417
PWN NH	766	100	157
Waternet	491	65	95
Dunea	605	70	121
Oasen	334	46	74
Evides	1.007	171	201
Brabant	1.093	167	191
WML	535	72	103
<b>Totaal</b>	<b>7.700</b>	<b>1.092</b>	<b>1.441</b>

Bron: VEWIN (2012)

Drinkwater wordt geproduceerd uit zowel grond- als oppervlaktewater. De wijze van zuivering wordt bepaald door de kwaliteit van de bron, de normen voor drinkwater en bedrijfsmatige overwegingen. Hoe lager de kwaliteit van de bron, hoe complexer (en duurder) het zuiveringssysteem. Het zuiveren van oppervlaktewater vergt meer dan het zuiveren van grondwater. Tabel 4.2 beschrijft per waterbedrijf welk type water zij gebruiken om drinkwater te maken.

Tabel 4.2 Waterbedrijven gebruiken vooral grond- en oppervlaktewater

Waterbedrijven	Grondwater	Oevergrondwater	Natuurlijk duinwater	Oppervlaktewater
Groningen	85%	0%	0%	15%
Drenthe	100%	0%	0%	0%
Vitens	97%	3%	0%	0%
PWN NH	5%	0%	2%	93%
Waternet	0%	0%	9%	91%
Dunea	0%	0%	0%	100%
Oasen	9%	91%	0%	0%
Evides	9%	0%	0%	91%
Brabant	100%	0%	0%	0%
WML	67%	33%	0%	0%
<b>Totaal</b>	<b>55%</b>	<b>6%</b>	<b>1%</b>	<b>37%</b>

Bron: VEWIN (2012)

De gemiddelde prijs die een waterbedrijf per m<sup>3</sup> in rekening brengt, was in 2010 € 1,32. In Tabel 4.3 is de opbouw van de prijs per waterbedrijf weergegeven voor 2009.



Tabel 4.3 De kosten van water bestaan vooral uit operationele kosten

Waterbedrijf	Belastingen	Vermogens-kosten	Afschrijvingen	Operationele kosten	Eindprijs
Groningen	€ 0,19	€ 0,11	€ 0,12	€ 0,74	€ 1,16
Drenthe	€ 0,21	€ 0,17	€ 0,21	€ 0,70	€ 1,29
Vitens	€ 0,22	€ 0,25	€ 0,25	€ 0,56	€ 1,28
PWN NH	€ 0,03	€ 0,20	€ 0,36	€ 0,98	€ 1,57
Waternet	€ 0,05	€ 0,18	€ 0,38	€ 0,91	€ 1,52
Dunea	€ 0,15	€ 0,19	€ 0,48	€ 0,94	€ 1,76
Oasen	€ 0,21	€ 0,10	€ 0,32	€ 0,95	€ 1,58
Evides	€ 0,05	€ 0,20	€ 0,31	€ 0,56	€ 1,12
Brabant	€ 0,22	€ 0,04	€ 0,14	€ 0,77	€ 1,17
WML	€ 0,17	€ 0,02	€ 0,35	€ 0,90	€ 1,44
<b>Gemiddeld</b>	<b>€ 0,16</b>	<b>€ 0,17</b>	<b>€ 0,28</b>	<b>€ 0,73</b>	<b>€ 1,33</b>

Bron: VEWIN (2010)

De productiekosten van een gemiddeld drinkwaterbedrijf bedroeg in 2009 € 0,17 per m<sup>3</sup>.<sup>12</sup> De kosten voor het zuiveren bedragen hiervan gemiddeld € 0,04 per m<sup>3</sup>. De verwachting is dat de waterkwaliteit van drinkwaterbronnen de komende jaren zal verslechteren. Drinkwaterbedrijf Vitens verwacht desondanks dat de prijs van drinkwater betrekkelijk constant zal blijven tot 2040.<sup>13</sup>

De behoefte aan drinkwater is de afgelopen vijftien jaar licht afgenomen. Deze daling komt geheel voor rekening van de zakelijke markt, die in 2010 28 procent van het water afnam. Oorzaken van de daling zijn waterbesparing, hergebruik, omschakeling naar goedkoper water en eigen waterwinningen.<sup>14</sup> Prognoses voor de toekomstige vraag lopen uiteen. Factoren die van invloed zijn op het drinkwatergebruik door huishoudens zijn de demografische situatie (aantal inwoners, leeftijdsopbouw en percentage niet-westerse allochtonen), waterbesparing (zowel technisch als in gedrag) en klimaatverandering.<sup>15</sup>

## 4.2 Economische effecten Deltascenario's

De Deltascenario's hebben invloed op zowel de vraag naar als de productiekosten van drinkwater. Prognoses voor de toekomstige vraag lopen uiteen. Bij een gelijkblijvende prijs is in het sociaal-economische scenario RC een afname geschat van de drinkwatervraag in 2040 van tussen 12,8% en 15% ten opzichte van het huidige niveau. In het scenario GE is evenwel naar schatting een groei van tussen 11,4% en 30% te verwachten.<sup>16</sup> Voor de bepaling van de economische effecten zijn de uiterste waarden voor beide scenario's genomen.<sup>17</sup>

<sup>12</sup> Bron: VEWIN (2010)

<sup>13</sup> Bron: <http://www.tctubantia.nl/specials/duurzaamgroen/9620022/Drinkwater-blijft-goedkoop-uit-de-kraan-stromen-eee>

<sup>14</sup> Bron: VEWIN (2012)

<sup>15</sup> Bron: VEWIN (2008)

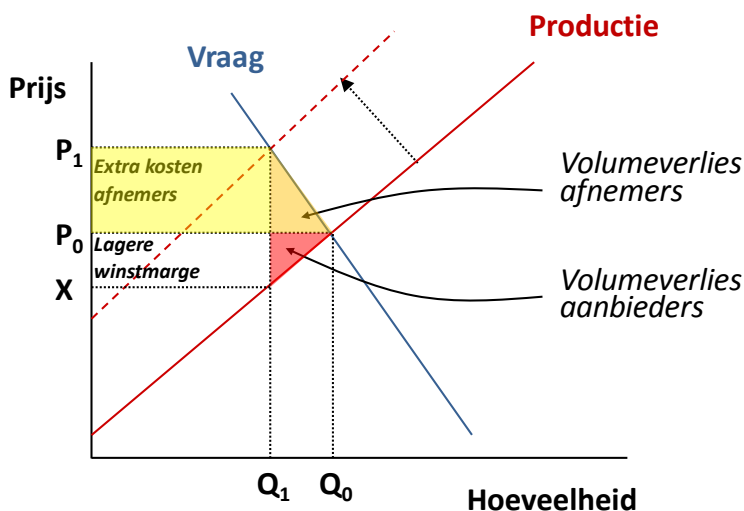
<sup>16</sup> Bron: RIVM (2011)

<sup>17</sup> Een motivatie is te vinden in het gegeven dat de economische scenario's schattingen zijn voor 2040, terwijl in deze notitie schattingen gemaakt worden voor 2050.

De hoogte van de prijs van drinkwater zelf heeft eveneens invloed op de vraag, hoewel niet sterk. De prijselasticiteit voor leidingwater wordt voor Nederland geschat tussen  $-0,07$  en  $-0,2$ .<sup>18</sup> Een prijsstijging van 1% leidt dus tot een vraagdaling van tussen de 0,07% en 0,2%. Dit wijst erop dat afnemers van drinkwater hun consumptiegedrag bij prijsstijgingen slechts in beperkte mate aanpassen, althans bij de huidige prijsniveaus.

Met de prognose voor de drinkwatervraag voor beide economische scenario's en de lage en hoge prijselasticiteit zijn vier vraagfuncties te bepalen voor drinkwater. Met deze vraagfuncties kan voor elke prijs de bijbehorende vraag bepaald worden. Als aangenomen wordt dat een stijging van productiekosten als gevolg van een klimaatscenario in zijn geheel wordt doorberekend aan de afnemers<sup>19</sup>, kan de economische schade als volgt bepaald worden. De economische schade van een prijsstijging is in dat geval gelijk te stellen aan de som van een prijsstijging per  $m^3$  vermenigvuldigd met de vraag enerzijds, het geel gearceerde vlak in figuur 4.2, en het verlies aan consumentensurplus als gevolg van de gedaalde vraag naar drinkwater anderzijds, het oranje gearceerde vlak.<sup>20</sup>

**Figuur 4.2** De economische schade bestaat uit extra kosten voor afnemers, mogelijk lagere winstmarges en een volumeverlies.



De drinkwatervoorziening kan als gevolg van de Deltascenario's in de toekomst te maken krijgen met voornamelijk drie kostprijsverhogende knelpunten. Deze zijn verzilting, overschrijding van de temperatuurnorm bij de innamepunten van oppervlaktewater, en een verslechtering van de kwaliteit. Aangenomen wordt dat drinkwaterbedrijven kostenstijgingen als gevolg van deze knelpunten in zijn geheel doorrekenen in de afnameprijs per  $m^3$ .<sup>21</sup>

De kostprijsverhogende effecten van de Deltascenario's zijn in dit onderzoek berekend op basis van meerkosten als gevolg van verzilting en verslechtering van waterkwaliteit. De

<sup>18</sup> Bron: TME (2008)

<sup>19</sup> Deze aanname houdt impliciet in dat tarieven enkel gebaseerd zijn op kostendeckendheid en niet op winstmaximalisatie. In dat geval is er geen sprake van een producentensurplus en dus ook niet van een eventueel verlies aan producentensurplus als gevolg van een Deltascenario, zoals weergegeven in figuur 4.2 (het rood gearceerde vlak).

<sup>20</sup> Een wiskundig analytische afleiding van de economische schade is in formulevorm afgeleid in Bijlage A.

<sup>21</sup> Er is door SEO een uitvraag gedaan via VEWIN aan de drinkwaterbedrijven om de verwachte meerkosten voor productie als gevolg van de klimaatscenario's te becijferen. Ten tijde van afronding van dit onderzoek zijn (nog) geen aanvullende gegevens beschikbaar gekomen.

drinkwaterbedrijven verwachten dat in de toekomst verzilting een probleem zal worden voor een aanzienlijk aantal oppervlakte- en oevergrondwaterwinningen in het westen van Nederland.<sup>22</sup> Dit is een gevolg van een verwachte stijging van de zeespiegel in combinatie met een mogelijk verminderde afvoer van de rivieren. De effecten van verzilting zijn daarom aanzienlijk groter in het extremere W+ scenario dan in het G scenario. De meerkosten zijn berekend op basis van het verwacht aantal dagen<sup>23</sup> dat op de verschillende innamepunten het minimaal toegestane zoutgehalte wordt overschreden en de kosten van ontzilten van verzilt water (brakwater).<sup>24</sup> De kosten van ontzilten van brakwater liggen tussen € 0,3 en € 0,6 per m<sup>3</sup>.<sup>25</sup> Mogelijke kostprijzdalingen van ontzilten als gevolg van innovaties of verdere schaalvergrotingen zijn in dit onderzoek niet meegenomen. Nader onderzoek hiernaar zou kunnen leiden tot een neerwaartse bijstelling van de bepaalde economische schades.

De kwaliteit van water dat als bron dient voor drinkwaterproductie zal als gevolg van een aantal factoren in de toekomst mogelijk achteruitgaan. Onder deze factoren gelden bijvoorbeeld een toename van medicijngebruik als gevolg van vergrijzing en een te verwachten toename van verzorgingsproducten. Drinkwaterbedrijven zullen in de toekomst daarom meer energie moeten steken in het verwijderen van medicijnresten en dergelijke in oppervlaktewater. Ook zal een overschrijding van de temperatuurnorm van innamewater vaker worden overschreden. In dit onderzoek is aangenomen dat de kosten voor zuiveren van oppervlaktewater met 10% toenemen in het G/RC scenario en met 20% in het W+/GE scenario. Deze percentages zijn zeer tentatief en dienen nadere beschouwing in vervolgonderzoek.

Bij de berekening van de economische effecten is uitgegaan van de huidige verhouding van bronnen. Het is mogelijk dat ontwikkelingen in de toekomst leiden tot een verschuiving van gebruik van oppervlaktewater naar grondwater, of juist andersom, met als doel de kosteneffecten van de Deltascenario's te minimaliseren. Het niet meenemen van deze mogelijkheid tot adaptatie door de sector zou in vervolgonderzoek kunnen leiden tot een neerwaartse bijstelling van de berekende effecten.

In Tabel 4.4 zijn de berekende effecten weergegeven. Daaruit blijkt dat de schade in het meest ongunstige geval € 13,3 mln per jaar bedraagt in 2050.

**Tabel 4.4 De economische schade is het hoogst in het W+/GE scenario.**

meerkosten sector (€ mln gemiddeld per jaar in 2050)	G		W+		adaptatie door sector	doorrekening kosten in prijs	verandering vraagfunctie
	RC	GE	RC	GE			
Ondergrens	<b>3,8</b>			<b>10,6</b>			
Bovengrens	<b>3,9</b>			<b>13,3</b>			

Meegenomen
Deels meegenomen
Niet meegenomen

Bron: SEO Economisch Onderzoek

<sup>22</sup> Bron: RIVM (2011)

<sup>23</sup> Het verwacht aantal dagen is bepaald als een gewogen gemiddelde van het aantal dagen verzilting dat voorkomt in een gemiddeld, droog en extreem droog jaar van een betreffend scenario.

<sup>24</sup> Bron: Deltares (2012-3)

<sup>25</sup> Bron: Karagiannis et. al (2008)



## 5 Natuur

*De natuur in Nederland verandert als gevolg van klimaatverandering. Dit heeft gevolgen voor de terrestrische en aquatische natuurgroepen. Uitgedrukt in natuurwaardepunten is de maximale afname 4.360 tot 2050, een daling van bijna 7 procent.*

### 5.1 Beschrijving<sup>26</sup>

Naast de natuur in en langs grotere wateren, heeft de aanwezigheid van zoetwater ook invloed op de natuur in het binnendijs landelijk gebied. De natuur in het binnendijs landelijk gebied heeft in dit geval betrekking op zowel de natuur op het land als in de regionale wateren. Dit is veelal 'natte natuur', wat kenmerkend is voor Nederland met haar neerslagoverschot, overwegend hoge grondwaterstanden en vele open wateren. Plassen, vennen, sloten, laag- en hoogvenen, en natte bossen zijn voorbeelden van typisch Nederlandse ecosystemen.

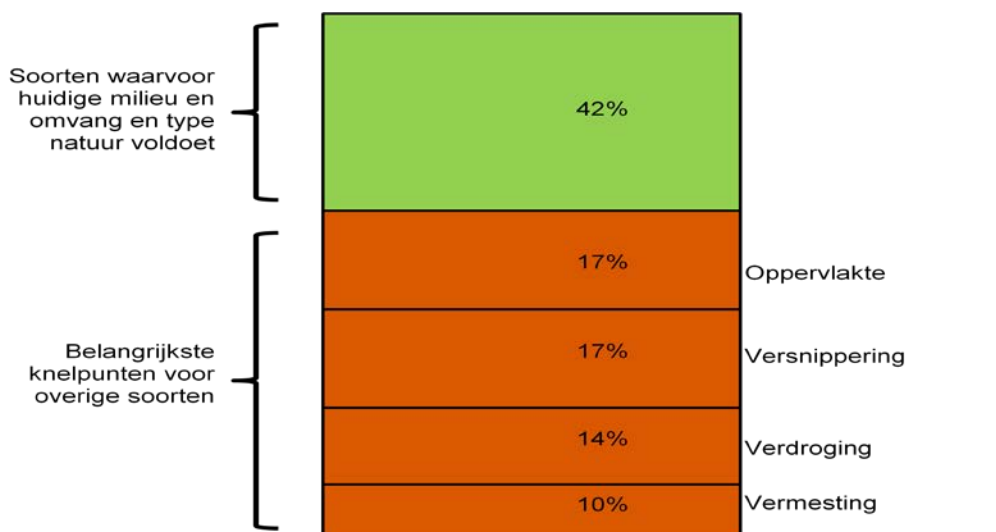
Het areaal ecologische hoofdstructuur (ruim 613.000 hectare) vraagt jaarlijks tussen de 2,6 en 3,4 km<sup>3</sup> water voor 'normale groei'. Ieder natuurtype stelt eigen eisen aan de waterkwaliteit. Het voorkomen van bepaalde natuurtypen in en langs grote wateren wordt voornamelijk bepaald door de waterdiepte, het zoutgehalte, de stroomsnelheid, de dynamiek, de waterkwaliteit, grondwaterstanden en het terreinbeheer. De watervraag van natuur in buitendijkse gebieden spitst zich niet zozeer toe op een hoeveelheid water, maar meer op zaken als timing van overstromingen, rivierdynamiek, peildynamiek en waterkwaliteit.

Het Europese beleid heeft veel invloed op het natuurbeleid. Dit geldt bijvoorbeeld voor de Kaderrichtlijn Water, de Habitatrichtlijn en de Vogelrichtlijn. Het natuurbeleid heeft tot op heden het verlies aan biodiversiteit in Nederland geremd, maar nog niet gestopt. Het gaat goed met de circa 42 procent van de planten en dieren die niet zulke hoge eisen aan hun omgeving stellen. Met de overige 58 procent die gevoelig zijn voor versnippering en milieudruk, gaat het minder goed. Er zijn meer bedreigde soorten bijgekomen en de soorten gaan achteruit, wat wordt veroorzaakt door vermessing, verdroging, en een tekort aan geschikt leefgebied (zie Figuur 5.1).

---

<sup>26</sup> Deze paragraaf is gebaseerd op Deltares (2011) en Planbureau voor de Leefomgeving (2009, 2011).

**Figuur 5.1** Circa 58 procent van de dier- en plantsoorten ondervindt knelpunten als gevolg van te kort aan geschikt leefgebied, versnippering, verdroging en vermesting.



Bron: Planbureau voor de Leefomgeving (2011)

De kwaliteit van de Nederlandse zoete wateren is overwegend matig en is de afgelopen jaren onvoldoende verbeterd. Ondanks dat de onnatuurlijke voedselrijkdom en de last aan bestrijdingsmiddelen is afgenomen, en de ecosystemen voor vissen en kleine waterdieren in stromende wateren zijn verbeterd, voldoet de ecologische kwaliteit van de wateren die onder de Kaderrichtlijn Water vallen tot op heden onvoldoende aan de gestelde doelen.

Met een voortzetting van het tot nu toe gevoerde beleid komt de ecologische hoofdstructuur langzaam gereed. Het Planbureau voor de Leefomgeving (2011) heeft aangegeven dat de voorgenomen bezuinigingen (zoals weergegeven in het Regeerakkoord van 2010) “zullen leiden tot een verdere verslechtering van de natuurkwaliteit en de leefomstandigheden van planten- en diersoorten die op basis van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijnen moeten worden beschermd”.

## 5.2 Economische effecten Deltascenario's

Om de economische schade aan natuur te kwantificeren moeten de effecten op natuur eerst in kaart worden gebracht. In de praktijk gebeurt dat vaak met plussen en minnen. Deltares heeft met behulp van het landelijke (ecohydrologische) voorspellingsmodel DEMNAT 3.0 de toe- en afname van ecosysteemtypen in kaart gebracht. Met een natuurwaarderingssysteem wordt dit uitgedrukt in kwantitatieve eenheden, zogeheten natuurwaardepunten.

Deltares heeft voor zowel terrestrische en aquatische natuurgroepen de verandering in natuurwaardepunten als gevolg van het G/GE en W+/RC scenario berekend. Hierbij heeft Deltares gebruik gemaakt van het DEMNAT model met invoer uit het NHI.<sup>27</sup> In het G/GE scenario neemt het aantal natuurwaardepunten voor terrestrische natuurgroepen toe met ongeveer 820 natuurwaardepunten, een stijging van 2 procent, en voor aquatische natuurgroepen

<sup>27</sup> Bron: Deltares (2012-3)

af met ongeveer 150 natuurwaardepunten, een daling van ruim 1 procent. De totale afname in natuurwaardepunten komt daarmee uit op 670 in het G/GE scenario. In het W+/RC scenario is er een afname in natuurwaardepunten voor zowel de terrestrische als de aquatische natuurgroepen, te weten respectievelijk 3760 (-7 procent) en 600 (-4 procent). De totale afname in natuurwaardepunten komt daarmee uit op 4360 in het W+/RC scenario. Hierbij dient vermeld dat de effecten voornamelijk het gevolg zijn van de klimaatscenario's; de economische scenario's hebben nagenoeg geen effecten op verandering in het aantal natuurwaardepunten. In Tabel 5.1 zijn de berekende effecten in natuurwaardepunten weergegeven.

**Tabel 5.1 De effecten van de Deltascenario's op natuur is uit te drukken in natuurwaardepunten**

Mutatie natuurwaardepunten, tot 2050 (natuurpunten)	Terrestrisch		Aquatisch		aanpassing natuur	doorrekening kosten in prijs	verandering vraagfunctie
	G/GE	W+/RC	G/GE	W+/RC			
Effect in natuurwaardepunten	<b>+820 (+2%)</b>	<b>-3760 (-7%)</b>	<b>-150 (-1%)</b>	<b>-600 (-4%)</b>			

Meegenomen
Deels meegenomen
Niet meegenomen
Niet van toepassing

Bron: Deltares (2012-3)





## 6 Industrie en Energievoorziening

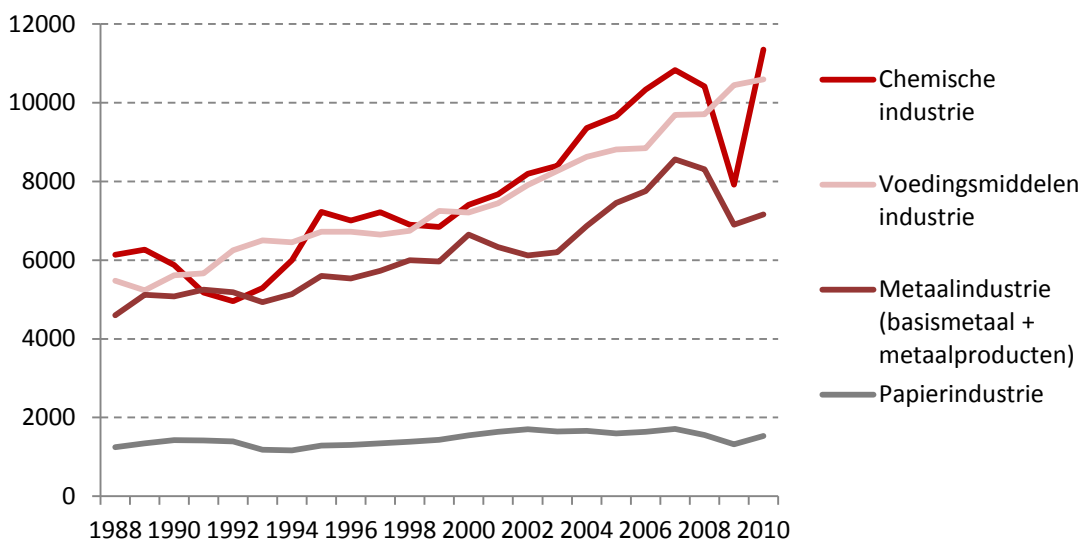
*De Nederlandse industrie en energievoorziening heeft belang bij koelwater van goede kwaliteit (niet te zout of te warm). Als gevolg van de Deltascenario's komt de beschikbaarheid hiervan vaker in gevaar. De industrie in West-Nederland zal in de toekomst maximaal ruim € 9 miljoen per jaar aan extra kosten voor ontziltten moeten maken.*

### 6.1 Sectorbeschrijving

#### Industriesector

Een viertal subsectoren van de industrie is in belangrijke mate afhankelijk van de (zoet)watervoorziening: de chemische industrie, de metaalindustrie, de voedingsmiddelenindustrie en de papierindustrie. De toegevoegde waardes van de subsectoren zijn gegeven in figuur 6.1. Gezamenlijk zijn de vier subsectoren in 2010 goed voor 5,8 procent van het BBP, ofwel € 30,6 miljard.

**Figuur 6.1** De toegevoegde waarde van zowel de chemie- als voedingsmiddelenindustrie zijn sterk gestegen in de afgelopen 20 jaar. De papierindustrie blijft achter in de ontwikkeling van toegevoegde waarde (in € mln).



Bron: CBS (2012)

De chemische industrie en metaalindustrie gebruiken oppervlaktewater als koelwater. Ongeveer 71% van het waterverbruik van de Nederlandse industrie in 2006 komt voor rekening van de chemische industrie. Daarvan wordt een groot deel (60-80%) gebruikt voor koelwater in de petrochemische industrie. De voedingsmiddelenindustrie gebruikt veelal grondwater, dat het zelf reinigt. De papierindustrie is gevestigd op zandgronden, van waaruit het diep grondwater onttrekt.

De toegevoegde waarde van zowel de chemie- als, in mindere mate, de metaalsector is sterk procyclisch, wat inhoudt dat de sectoren sterker reageren op conjunctuurschommelingen dan de economie als geheel. De economische terugval van 2009 heeft daarom juist voor deze sectoren grote negatieve effecten als gevolg gehad.

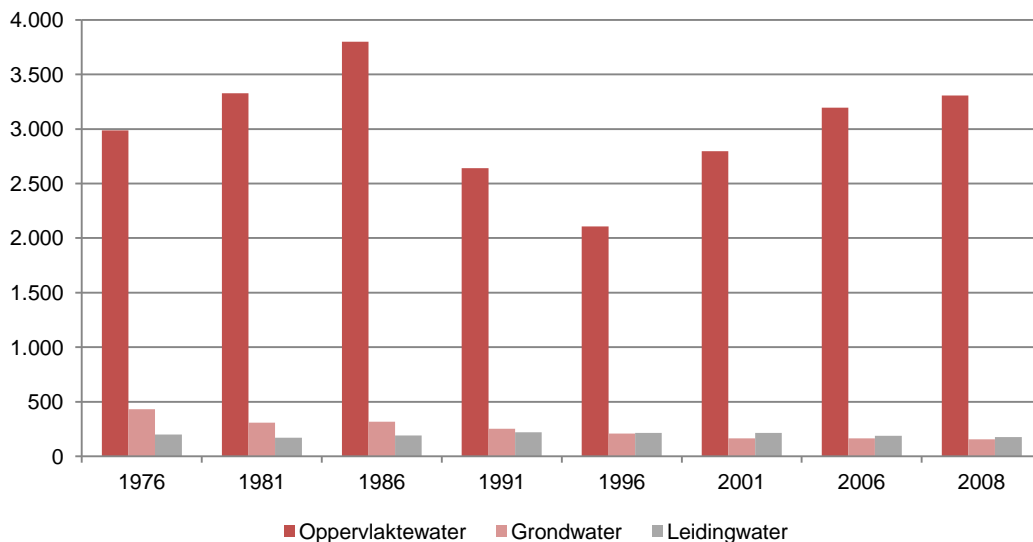
De papiersector blijft in algemene zin achter bij de economische groei. De belangrijkste reden hiervoor is dat de vraag naar papier is afgenomen als gevolg van het (mondiale) digitaliseringsproces. De markt als geheel is daardoor sterk afgenomen. In 2010 trad wel enig herstel op van de vraag, na de daling als gevolg van de financiële crisis. De prijzen voor papier stegen daarom sterk en daarmee trad ook herstel op van de toegevoegde waarde van de sector. Zowel de papier- als de voedingsmiddelenindustrie profiteren van de afschaffing van de grondwaterbelasting per 2012.

Binnen de industriële structuur is sprake van een verschuiving. In de periode 1995-2007 is het productieaandeel van de chemische industrie toegenomen van 16 naar 19 procent, terwijl het productieaandeel van de voedingsmiddelenindustrie is afgenomen (ING 2011-2). Door de toenemende internationale concurrentie is er een blijvende druk op de Nederlandse industrie om te vernieuwen en de arbeidsproductiviteit te verhogen. Door de verdere productiviteitsverhoging zal de daling van de werkgelegenheid in de industrie naar verwachting doorgaan (De Koning 2011). De vooruitzichten voor de Europese industrie zijn echter positief vanwege de groeimogelijkheden van de afzet in Oost-Europa, Azië, Latijns-Amerika en Afrika de komende twintig jaar (ING 2011-2).

Bij het watergebruik door de industriesector kan onderscheid worden gemaakt tussen productwater en proceswater. Productwater is water dat deel uitmaakt van het te maken product. In de regel wordt hiervoor enkel drinkwater of grondwater gebruikt. Proceswater is een verzamelnaam voor water dat gebruikt wordt in het productieproces. Hierbij kan gedacht worden aan koelwater voor machines. Hiervoor wordt in de regel oppervlaktewater gebruikt.

Figuur 6.3 schetst het waterverbruik van de Nederlandse industrie in de periode 1976 – 2008 (in miljoenen m<sup>3</sup>). Het waterverbruik van de industrie ligt in 2008 op ongeveer hetzelfde niveau als 1976. Het gebruik van grondwater is afgenomen als gevolg van het stringenter grondwaterbeleid dat vanaf 1980 wordt gevoerd.

**Figuur 6.3** Het totale waterverbruik van de industrie ligt in 2008 rond hetzelfde niveau als 1976

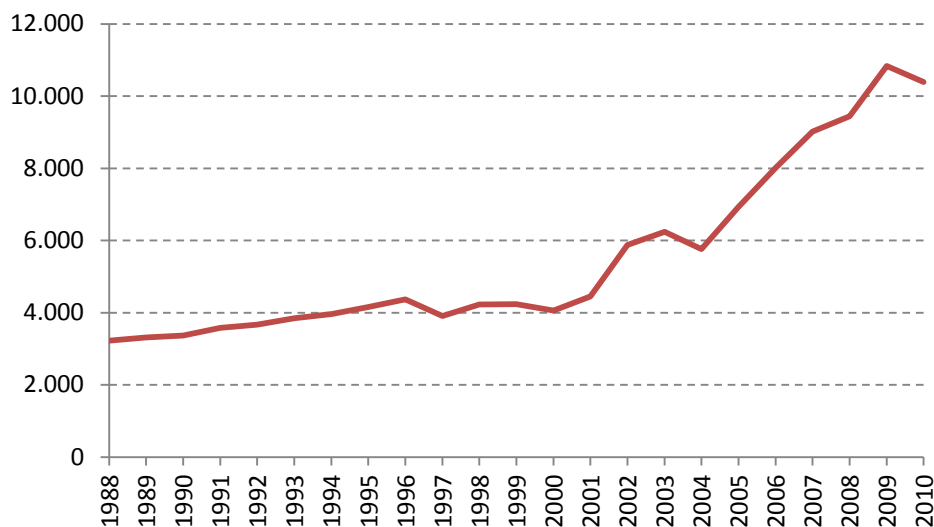


Bron: Compendium voor de Leefomgeving (2012)

## Energiesector

De toegevoegde waarde van de energiebedrijven bedroeg in 2010 ongeveer € 10,4 miljard, zo'n 2,0 procent van het BBP. In figuur 6.4 is de ontwikkeling van de toegevoegde waarde gegeven voor de periode 1988-2010. De toegevoegde waarde is in 2010 voor het eerst gedaald na een lange periode van sterke groei.

**Figuur 6.4** De toegevoegde waarde van de energiebedrijven kent sinds 2004 eens sterke stijging (in € mln)



Bron: CBS (2012)

De Nederlandse energiesector is door liberalisering de afgelopen jaren ingrijpend veranderd. De energiemarkt is per 1 juli 2004 geheel geliberaliseerd, waarna een proces in gang is gezet waarbij

de levering van energie en het beheer van de netten van elkaar worden gescheiden. Er vindt concurrentie plaats tussen de verschillende aanbieders van energie, die allen tegen gelijke voorwaarden toegang hebben tot het transportnetwerk. De elektriciteitscentrales gebruiken jaarlijks zo'n 9 miljard m<sup>3</sup> koelwater uit oppervlaktewater.

## 6.2 Economische effecten Deltascenario's

De economische kosten voor de industrie en energiesector als gevolg van de Deltascenario's zijn tweeledig. Allereerst ontstaan extra kosten als gevolg van verzilting van het (koel)water. Een hoger ziltgehalte van koelwater heeft namelijk meer corrosie van staal als gevolg, waardoor productiemiddelen sneller moeten worden afgeschreven. Vervolgens is het mogelijk dat er een toename van productiebeperkingen ontstaan als gevolg van te warm inlaatwater dat bestemd is om als koelwater te dienen.

### IndustrieseCTOR

Deltares heeft onderzocht welke locaties te maken krijgen met verzilting (Deltares, 2012-3). De industrie zal bij W+/RC en W+/GE vaker met leveringsproblemen worden geconfronteerd. In de huidige situatie is het zoutgehalte van het oppervlaktewater bij een aantal inlaatpunten in extreem droge zomers al hoger dan de norm. Bij W+/RC en W+/GE zullen de innamestops toenemen, maar relatief beperkt blijven. De innamestops zijn met name in het winterhalfjaar. Het gaat om Bernisse (voorziet Rijnmond-Maasvlakte van industriewater) en het Hollandsch Diep (Moerdijk). De industrie in de Eemshaven kan leveringsproblemen krijgen door te laag peil of te hoge chlorideconcentraties in het IJsselmeer. Bij W+/RC en W+/GE komen hoge chloridegehalten al in droge jaren voor.

Deltares heeft voor de industrie die gebruik maakt van het innamepunt Bernisse de schade bepaald als gevolg van verzilting.<sup>28</sup> Daarbij is voor een gemiddeld jaar, een droog jaar, en een extreem droog jaar de directe schade geschat. De directe schade is bepaald als het product van het volume van het zoetwatertekort in m<sup>3</sup> en de directe schade per m<sup>3</sup>. Verder is verondersteld dat de industrie bij gebrek aan zoet water zout water ontzilt door drinkwater bij te mengen. Op deze wijze is de verwachte toename in economische schade als gevolg van het scenario G/GE geschat op ongeveer € 2,6 mln en van W+/RC op ongeveer € 8,5 mln per jaar in 2050.<sup>29</sup> Hierbij zijn de meerkosten voor ontzilten geschat op € 1,05 per m<sup>3</sup>. Wanneer de kosten voor ontzilten worden gelijkgesteld aan de bovengrens van die van drinkwater in hoofdstuk 5 (€ 0,6 per m<sup>3</sup>), dan daalt bovengenoemde jaarlijkse schade naar € 1,5 mln voor scenario G/GE en € 4,9 mln voor W+/RC.

De industrie in de regio Rotterdam beslaat het grootste gedeelte van de industrie die te maken kan krijgen met verzilting. Uitgaande van de verhoudingen in productie kan de schade door verzilting bij de Eemshaven geschat worden op circa 7% van de schade van het innamepunt Bernisse.<sup>30</sup> Dit percentage is te beschouwen als een tentatieve schatting, aangezien niet duidelijk is of de industrie bij de Eemshaven in dezelfde verhouding te maken zal krijgen met ontziltingskosten.

---

<sup>28</sup> Bron: Deltares (2011-2)

<sup>29</sup> Bron: Deltares (2011-2)

<sup>30</sup> Bron: VNO-NCW (2008)

In Tabel 6.1 zijn de berekende effecten voor de industrie in de Nederland weergegeven. Hierbij zijn zowel de kosten voor de regio Rotterdam als die van de Eemshaven meegenomen. De ondergrens is berekend met ontziltingskosten van € 0,6 per m<sup>3</sup>, zoals in hoofdstuk 5 naar voren kwam. De bovengrens is bepaald met ontziltingskosten van € 1,05 per m<sup>3</sup>, zoals gehanteerd in Deltares (2011-2). Het blijkt dat de hoogste geschatte schade in 2050 door verzilt water gemiddeld € 9,1 mln per jaar in 2050 bedraagt.

**Tabel 6.1 De jaarlijkse economische schade in 2050 voor de industrie in Nederland als gevolg van ontziltingskosten (in miljoenen € gemiddeld per jaar).**

meerkosten sector (€ mln gemiddeld per jaar in 2050)	G		W+		adaptatie door sector	doorrekening kosten in prijs	verandering vraagfunctie
	RC	GE	RC	GE			
Ondergrens		<b>1,6</b>	<b>5,2</b>				
Bovengrens		<b>2,8</b>	<b>9,1</b>				

Meegenomen
Deels meegenomen
Niet meegenomen

Bron: Deltares (2011-2), bewerking SEO Economisch Onderzoek

Deltares (2012-3) heeft onderzocht dat voor de industrie geldt dat er in de huidige situatie in een gemiddeld jaar geen problemen met koelwaterlozingen zijn. In klimaatscenario W+ ontstaan in een gemiddeld of droog jaar problemen voor een beperkt aantal punten; in een extreem droog jaar ontstaan in scenario W+ ernstige problemen voor een groot aantal punten langs alle binnenwateren in 2050. Er is evenwel geen kwantitatieve informatie over de schade die dit kan veroorzaken.

## Energiesector

Elektriciteitscentrales gebruiken jaarlijks ongeveer 9 miljard m<sup>3</sup> koelwater, waarvan 3,35 miljard zoutwater. De temperatuur van het rivierwater is bepalend voor het gebruik als koelwater. Als het water te warm wordt komt uiteindelijk de elektriciteitsvoorziening in gevaar. In de droge zomer van 2003 kon weliswaar aan de vraag naar elektriciteit worden voldaan, maar moesten een aantal industrieën in het Rotterdamse havengebied enige tijd met beperkte capaciteit draaien.<sup>31</sup>

Een studie van van Vliet et al. (2012) laat zien dat als gevolg van klimaatverandering in de jaren 2040-2050 de gemiddelde maximale capaciteit in de zomer daalt in Europa met 13 tot 19 procent voor centrales zonder koeltoren en met 6,3 tot 8,0 procent voor centrales met koeltorens. Hierbij dient opgemerkt te worden dat in Nederland relatief meer centrales aan zee staan die geen problemen ondervinden van te warm inlaatwater.<sup>32</sup> Het gegeven dat Nederland aan (een koele) zee ligt kan daarom mogelijk een comparatief voordeel zijn, niet alleen met het oog op de huidige ligging van de elektriciteitscentrales, maar ook met eventuele aanpassing van de sector aan een warmer klimaat door zich aan zee te vestigen.

Een relevante vraag is of productiebeperkingen gevolgen hebben voor de leveringszekerheid van stroom. Stroomstoringen leiden namelijk tot aanzienlijke welvaartsverliezen. Onderzoek van

<sup>31</sup> Bron: DGW (2004)

<sup>32</sup> Macknick et al. (2011) stelt dat de productiekosten met zout inlaatwater licht hoger zijn dan met zoetwater. Een kwantificering van dit effect ontbreekt echter.

SEO Economisch Onderzoek (2003) heeft uitgewezen dat een storing overdag in de Randstad leidt tot maatschappelijke kosten in de orde van grootte van € 72 mln per uur, terwijl de waarde van de niet geleverde stroom ‘slechts’ € 1,6 mln bedraagt. Mede door de aanleg van de NorNed en BritNed kabels tussen Nederland en respectievelijk Noorwegen en Groot-Brittannië, is de leveringonzekerheid van stroom als gevolg van een mogelijk tekort aan zoetwater verkleind.<sup>33</sup> Dat laat onverlet dat een productiebeperking wel andere kosten met zich mee zal brengen, wanneer bijvoorbeeld aangenomen mag worden dat stroom importeren duurder is dan zelf produceren.

Een bepaling van de economische effecten van de Deltascenario's op de elektriciteitsvoorziening in Nederland valt vanwege de beperkte beschikbaarheid van brongegevens buiten de reikwijdte van dit onderzoek, maar zou er als volgt kunnen uitzien.

- Allereerst dient de autonome verandering van de vraag naar elektriciteit als gevolg van de Deltascenario's bepaald te worden, zoals in deze rapportage voor drinkwater reeds is gedaan (zie paragraaf 4.2). Dit resulteert idealiter in een vraagfunctie die mede afhankelijk is van weersomstandigheden.
- In de tweede stap wordt de aanbodfunctie bepaald. Hierbij wordt een kostenfunctie opgesteld die mede afhankelijk is van de vraag, mogelijke productiebeperkingen als gevolg van te warm inlaatwater, en kosten van stroom importeren.<sup>34</sup> Tijdens deze tweede stap komen ook mogelijke aanpassingen van de sector aan realisaties van de Deltascenario's aan bod.
- In de derde stap wordt een verband gelegd tussen een kostenstijging (inclusief adaptatie van de sector), tariefstijging en een daling van de vraag. Hiervoor dient de vraagelasticiteit te worden bepaald.
- In de vierde en laatste stap worden de economische effecten van de Deltascenario's bepaald, waaronder de extra kosten van de afnemers en het verlies aan consumenten- en producentensurplus.

---

<sup>33</sup> Dit neemt overigens niet weg dat een stroomstoring ook andere oorzaken kan hebben. In 2007 zat de Bommelerwaard ruim twee dagen zonder stroom doordat een Apache-helicopter invloog op een hoogspanningsmast.

<sup>34</sup> De kosten van import van stroom zijn overigens zelf ook afhankelijk van weersomstandigheden en capaciteitsbeperkingen.

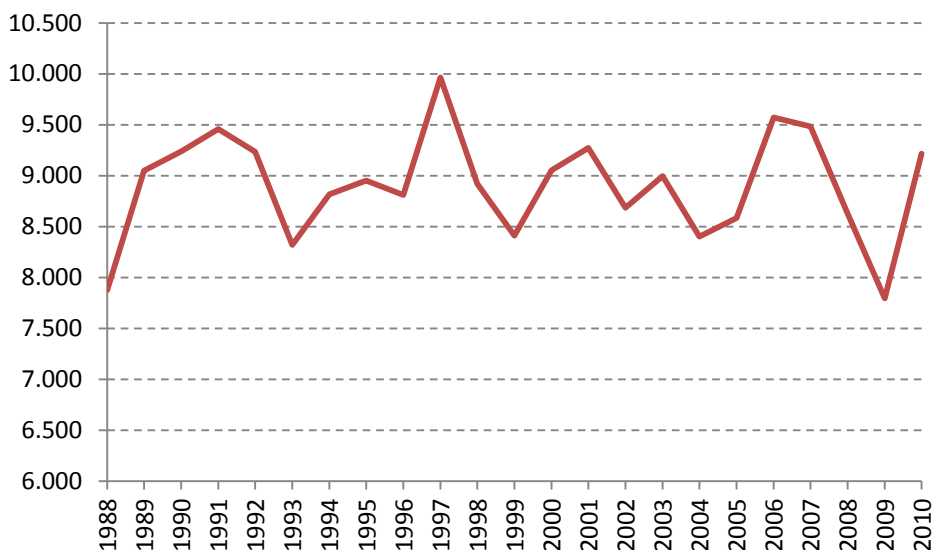
## 7 Landbouw

*De landbouw zal als gevolg van de Deltascenario's meer te maken krijgen met gewasschade, waarbij de toename in schade oploopt tot maximaal € 733 miljoen euro jaarlijks. Hierbij is evenwel geen rekening gehouden met aanpassingen van de sector zelf aan klimaatverandering. Bovendien kan een toegenomen schaarste de sector in de mogelijkheid stellen een deel van de kosten voor gewasschade door te berekenen aan de afnemers.*

### 7.1 Sectorbeschrijving

De toegevoegde waarde van de landbouwsector bedroeg in 2010 ongeveer € 9,2 miljard, zo'n 1,8 procent van het BBP. In figuur 7.1 is de ontwikkeling van de toegevoegde waarde gegeven voor de periode 1988-2010.

**Figuur 7.1** De toegevoegde waarde van de landbouw schommelt al ruim 20 jaar tussen 8 en 10 miljard euro. (weergegeven in € mln)



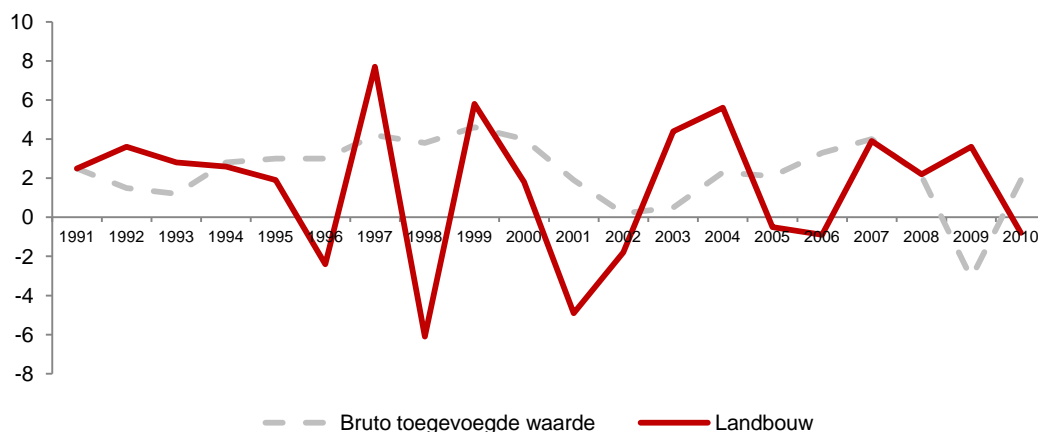
Bron: CBS (2012)

De landbouwsector kende in de periode 1950-1990 een forse productiegroei. Dit was het gevolg van schaalvergroting, specialisatie, ruilverkaveling en arbeidsbesparende technieken. Het volume van de toegevoegde waarde groeide in die periode met gemiddeld 3,5 procent per jaar. Aan deze omvangrijke productiegroei kwam in de jaren 1990 een einde. In de periode 1991-2000 groeide het volume van de toegevoegde waarde met gemiddeld 1,5 procent per jaar (zie Figuur 7.2).

Voor dit keerpunt worden verschillende verklaringen gegeven. De eerste is het handelspolitieke klimaat en de druk om het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid te hervormen. Dit leidde er onder andere toe dat de minimumprijsgaranties die tot dan toe voor veel grondgebonden producten (zoals rundvlees en granen) golden werden verlaagd. Daarnaast ontstond er verzadiging in de belangrijkste afzetmarkten. Misschien wel de belangrijkste verklaring is het beleid dat gevoerd werd om de druk van de landbouw op de leefomgeving te verminderen. Zo

heeft de groei van veestapel bijvoorbeeld geleid tot een toename van stikstof en fosfaat in de bodem en een toename van ammoniak in de lucht. Er is beleid ingezet om de milieubelasting omlaag te brengen.

**Figuur 7.2** De procentuele groei van de toegevoegde waarde van de landbouwsector vertoont meer schokken dan die van de totale bruto toegevoegde waarde.



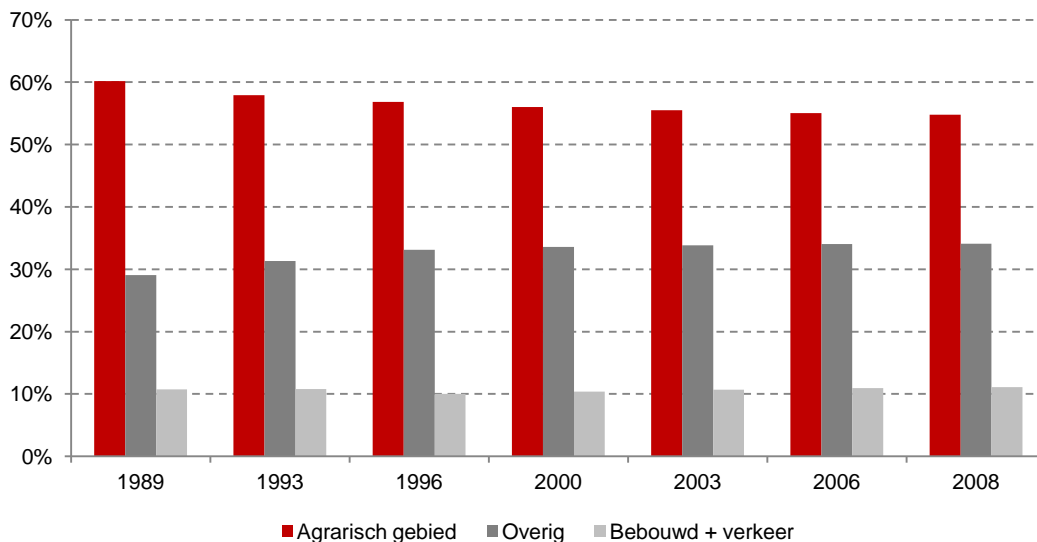
Bron: CBS (2012)

Ondanks de forse productiegroei in de periode 1950-1990, is het aandeel van de landbouw in het bruto binnenlands product sterk gedaald. In 1950 bedroeg dit aandeel 15 procent, maar in 2010 was dit nog slechts 1,8 procent. Dit is mede veroorzaakt doordat de prijzen van landbouwproducten zijn gedaald. Ook de bijdrage aan de werkgelegenheid is gedaald, wat met name kan worden verklaard door de ingevoerde arbeidsbesparende technieken. In 2010 besloeg de landbouwsector nog slechts 2,6 procent van de banen in Nederland. De verwachting is dat het aandeel van landbouw in de Nederlandse economie de komende decennia verder zal afnemen.

Het ruimtebeslag van de landbouw is de afgelopen jaren licht gedaald, maar bedraagt nog steeds meer dan 55 procent van het Nederlands grondgebied (figuur 7.3). De samenstelling van de verschillende bedrijfstakken is de afgelopen 60 jaar veranderd. Hoewel veeteelt en akkerbouw eerst de belangrijkste sectoren waren, is dat nu de tuinbouw. De groeiverwachtingen zijn ook het meest positief voor de tuinbouw (met name de sierteelt). De groeiverwachtingen voor de veeteelt en de akkerbouw zijn minder rooskleurig door voortdurende druk op prijzen, een toename van de concurrentie en stringente eisen op het gebied van milieu en dierenwelzijn (CPB, 2006).



**Figuur 7.3 De landbouw neemt het grootste deel van het Nederlands grondgebied in beslag**



Bron: CBS (2012)

De relatie van de landbouw met het zoetwater hangt af van het type landbouw. De extensieve weidebouw past zich volledig aan de plaatselijke milieuomstandigheden aan, terwijl de glastuinbouw vaak gebruik maakt van een gesloten watersysteem en daarmee nauwelijks een relatie met de polderwateren heeft. Ook de kwaliteitseisen die aan het water gesteld worden, verschillen per type landbouw. De weide- en akkerbouw stellen geen hoge eisen aan de kwaliteit van het water. De vollegrondstuinbouw (tuingewassen die buiten geteeld worden) stelt daarentegen stevige eisen aan de kwaliteit en de beschikbaarheid van het water. Dit geldt met name voor de teelt van nicheproducten als bollenteelt, fruitteelt en sierteelt. Zo vereist bollenteelt een nauwkeurige peilbeheersing en een laag zoutgehalte (Klein et al. 2010).

## 7.2 Economische effecten Deltascenario's

Klimaatverandering zal een medebepalende factor worden voor strategische en operationele keuzes van de landbouwsector. De landbouw in Nederland ondervindt zowel positieve als potentieel negatieve effecten van klimaatverandering. De temperatuurstijging, de verlenging van het groeiseizoen en de toegenomen CO<sub>2</sub> concentraties in de lucht hebben een positief effect op de landbouwproductie. De mogelijk toenemende droogte en verzilting daarentegen betekenen een extra fysieke schadepost voor de landbouw.

De verwachte droogteschade is door Deltares (2012) voor de klimaatscenario's in kaart gebracht. De huidige schade wordt geschat op € 390 miljoen gemiddeld per jaar. In het Deltascenario W+/RC neemt de verwachte fysieke schade echter toe tot ruim € 1,1 miljard gemiddeld per jaar. In het Deltascenario G/GE neemt de verwachte schade ook toe, tot ongeveer € 440 miljoen. De (verwachte) toename van de fysieke schade komt daarmee op ruim € 700 mln voor W+/RC en ongeveer € 50 miljoen voor G/GE. In deze berekeningen is een afname van het areaal aan landbouwgrond, als gevolg van een verwachte verdere verstedelijking, meegenomen.

De zoutschade is in verhouding tot de droogteschade betrekkelijk gering. Slechts in extreem droge jaren is er een verwachte zoutschade van € 26 mln. Naar verwachting neemt dit met € 23 mln toe tot € 49 mln in het W+ scenario.

De berekende schade laat evenwel twee effecten buiten beschouwing. Ten eerste zal een afnemend aanbod als gevolg van landbouwschades en een bevolkingsgroei een prijsopdrijvend effect hebben voor landbouwproducten. Wanneer de landbouwsector te kampen heeft met een lagere opbrengst, zullen consumenten meer moeten betalen voor de betreffende producten. De producenten zijn in dat geval in staat (een deel van) de landbouwschade te verhalen op afnemers uit binnen- en buitenland. Een toename van de bevolking, zowel in Nederland als de rest van de wereld, leidt tot een autonome toename van de vraag naar landbouwproducten, met bijbehorend prijsopdrijvend effect.

Klimaatverandering hoeft niet negatief uit te pakken voor de Nederlandse landbouw. Zolang de Nederlandse landbouw relatief veel water tot zijn beschikking heeft, zal het een concurrentievoordeel hebben ten opzicht van landbouwgebieden met weinig water. Ook voor de Europese en wereldmarkt als geheel geldt namelijk dat klimaatverandering een directe invloed heeft op de potentiële productie en de kans op schades. De potentiële productie in Noord-Europa kan rond 2050 met 30 procent stijgen, terwijl de potentiële productie in Zuid-Europa naar verwachting afneemt met 30 procent. Klimaatverandering werkt daarmee positief door op de Nederlandse concurrentiepositie, zeker als Nederland de grotere kans op schades met adaptatiemaatregelen weet te beperken.<sup>35</sup>

Ten tweede zal de landbouwsector zich aanpassen aan veranderende omstandigheden, en eventueel overschakelen op ander landgebruik. Met een veranderend klimaat is het in sommige gevallen lucratief om over te schakelen op andere gewassen, te intensiveren of de schaal te vergroten. Deze vormen van adaptatie mitigeert mogelijk de te verwachten economische schade als gevolg van klimaatverandering.

Er zijn op dit moment nog geen kwantitatieve gegevens over bovengenoemde twee effecten.<sup>36</sup> Aangezien beide effecten een daling van de economische schade betekenen, vormt de berekende schade een bovengrens. Als zeer tentatieve ondergrens zou een halvering van de berekende schade kunnen dienen, als gevolg van het comparatieve voordeel van Nederland voor wat betreft de aanwezigheid van zoetwater, en van adaptatie van de sector zelf aan de nieuwe omstandigheden.

In Tabel 7.1 zijn de berekende effecten weergegeven. Het blijkt dat de economische schade kan toenemen met € 733 mln per jaar in 2050 ten opzichte van de huidige situatie.

---

<sup>35</sup> Bron: LEI (2011)

<sup>36</sup> Ten tijde van dit onderzoek voert Deltares hiernaar onderzoek uit met de effectmodules van het Deltainstrumentarium. Resultaten over dit onderzoek worden verwacht in medio 2012.

Tabel 7.1 De toename van de economische schade voor landbouw is in grote mate droogteschade

meerkosten sector (€ mln gemiddeld per jaar in 2050)	G		W+		adaptatie door sector	doorrekening kosten in prijs	verandering vraagfunctie
	RC	GE	RC	GE			
Ondergrens		<b>25</b>	<b>388</b>				
Bovengrens		<b>50</b>	<b>733</b>				

Meegenomen
Deels meegenomen
Niet meegenomen

Bron: Deltares (2008, 2012), bewerking SEO Economisch Onderzoek (2012)



## 8 Overige gebruiksfuncties

*De visserij, recreatiesector en stedelijk gebied zijn eveneens gebruiksfuncties van zoetwater. De binnenvisserij is een kleine sector die bovendien in economisch belang al lange tijd aan krimp onderhevig is. De waterrecreatie daarentegen breidt zich naar verwachting uit, enerzijds als gevolg van de vergrijzing, anderzijds als gevolg van klimaatverandering, in het bijzonder de steeds langere en warmere zomers. In stedelijk gebied neemt de grondwateroverlast toe als gevolg van klimaatverandering, waarbij funderingschades kunnen oplopen tot maximaal € 40 miljard.*

### 8.1 Visserij

De visserij als gebruiksfunctie van zoetwater is op te delen in sportvisserij en beroepsvisserij. Er zijn weinig statistieken van de beroepsbinnenvisserij bekend. De beroepsbinnenvisserij is een krimpende sector. Het LEI (2011-2) beschrijft dat de beroepsvisserij wordt uitgeoefend door ongeveer 250 bedrijven. Dit zijn veelal kleinschalige familiebedrijven, welke sinds jaar en dag op dezelfde wateren vissen.

Een recente studie van Paalvast & Noordhuis (2012) schat het aantal werkzame personen in de beroepsvisserij op 340. Door het vangstverbod op aal en wolhandkrab dat sinds 1 april 2011 van kracht is, is de binnenvisserij op de rivieren in feite verdwenen. Op het Haringvliet, het Hollandsch Diep en het Volkerak-Zoommeer wordt momenteel nauwelijks meer beroepsmatig gevist. Deze situatie zal naar verwachting de komende 15 jaar niet veranderen (Paalvast & Noordhuis, 2012). Naast het bovengenoemde ingestelde verbod speelt ook de vergrijzing een rol bij de krimp van de sector: de jonge generatie volgt de oude generatie niet meer op. De verwachting is dat het economisch belang van de beroepsbinnenvisserij in 2050 dermate gemarginaliseerd zijn dat mogelijke effecten als gevolg van de Deltascenario's minimaal zullen zijn.<sup>37</sup>

Een aantal vissoorten heeft baat bij hogere watertemperaturen. Er zijn nu meer soorten vissen, zeker ten opzichte van de jaren 60. Er wordt slechts een geringe verdere uitbreiding van het aantal vissoorten verwacht, wel een verdere uitbreiding van de verschillende soorten die al in Nederland voorkomen. Sportvissers zullen naar verwachting geen extra kosten ondervinden als gevolg van een toename in het aantal vissoorten.

### 8.2 Recreatie

Bij de gebruikersfunctie 'recreatie' moet gedacht worden aan pleziervaart (motor- en zeilvaartuigen), chartervaart (bruine vloot), kleine watersport (sloepen, kano's, surfplanken, jetskiën, etc.), zwemmen en het water als belevingselement voor het wandelen en fietsen. In de beschikbare statistieken wordt vaak geen expliciet onderscheid gemaakt tussen de zoete- en zoute wateren. Waar mogelijk zal deze paragraaf een nader onderscheid maken.

---

<sup>37</sup> Bron: bijeenkomst Zoetwater 15-2-2012, gebruiksfunctie Visserij.

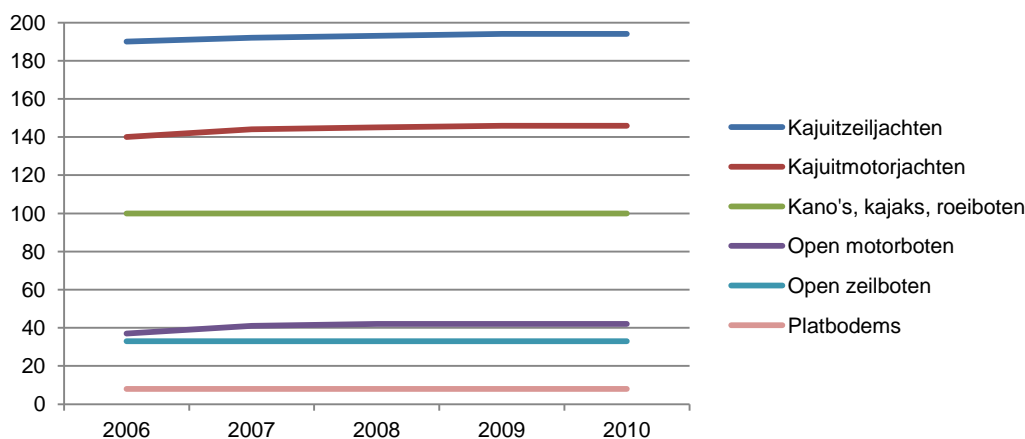
De Stichting Recreatie (2008) beschrijft dat het basistoervaartnet voor de pleziervaart in Nederland circa 4.400 kilometer vaarten, kanalen, vaargeulen en rivieren bevat. Het totale aantal kilometer vaarweg dat geschikt is voor ‘vaargerichte’ kleine watersport wordt op circa 6.000 kilometer geschat. Het toegestane viswater voor sportvissers bedraagt met circa 300.000 hectare 80 procent van de Nederlandse binnenwateren. Nederland telt aan de kust en de binnenwateren 600 officiële zwemlocaties. Er zijn geen landelijke statistieken over het aantal kilometer fiets- of wandelpad langs water bekend.

De kwaliteit van het water heeft op verschillende manier invloed op de mogelijkheden en de beleving van de waterrecreatie. Met name eutrofiëring (een sterke toename van de voedselrijkdom in het water) en de daar aan gerelateerde problemen als (toxische) algenplagen, gezondheidsrisico's, stank, zuurstofloosheid en vissterfte vormt een bedreiging (Deltares 2011).

De Stichting Recreatietoervaart Nederland (2011) beschrijft verder dat er in Nederland in 2010 ongeveer 1.100 jachthavens met meer dan 20 ligplaatsen waren. Tezamen bedroeg het aantal ligplaatsen van deze havens 178.000. De helft van deze jachthavens betreft commerciële jachthavens, 42 procent zijn verenigingsjachthavens en de laatste 8 procent zijn overheidshavens.

De brancheorganisatie HISWA (2012) houdt statistieken bij over de watersportindustrie. In de periode 2006-2010 is het aantal watersportbedrijven met circa 4.200 constant. De bruto-omzet schommelt tussen de € 2,5 en 2,6 miljard per jaar, waarvan tussen de € 1,4 en 1,5 miljard export is. Het aantal werkzame personen in de watersportbranche wordt op 30.000 geschat. Het aantal watersporters wordt door HISWA op 1,5 miljoen geraamd. Figuur 8.1 toont de samenstelling van de vloot over de periode 2006-2010. Het totaal aantal vaartuigen is in die periode gestegen van 508.000 naar 523.000. Deze groei komt voor rekening van kajuitzeiljachten, kajuitmotorjachten en open motorboten.

**Figuur 8.1** Het aantal vaartuigen is tussen 2005 en 2010 gestegen van 508.000 naar 523.000

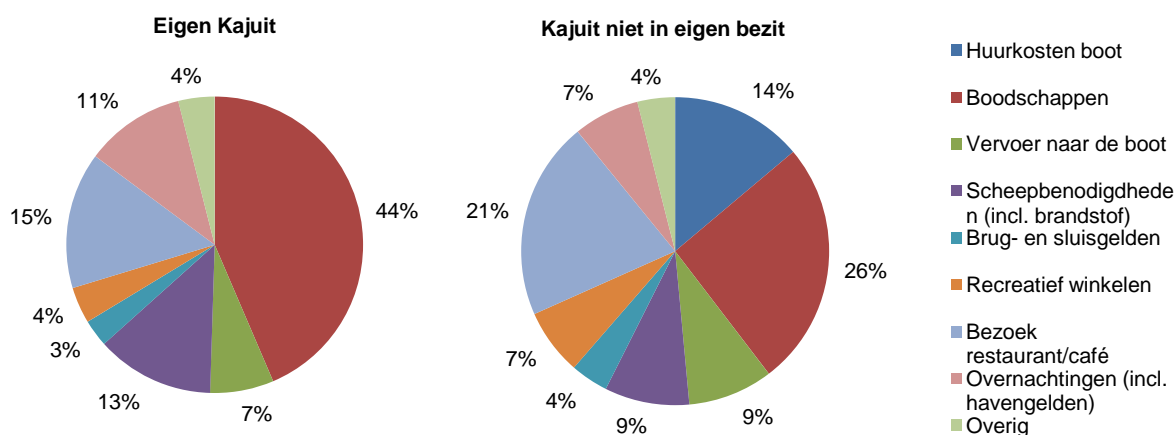


Bron: HISWA (2012)

De toervaart heeft betrekking op het onderdeel van de pleziervaart waarbij sprake is van één of meer overnachtingen aan boord van het schip. Marktonderzoeken richten zich vaak op dit

economisch interessante segment van de markt. NBTC-NIPO Research doet jaarlijks onderzoek naar de vakanties van Nederlanders. In 2009 bestonden 670.000 vakanties uit vakanties met een kajuitjacht. De totale bestedingen van deze groep bedroeg € 96,5 miljoen. Figuur 8.2 geeft een nadere beschrijving van deze uitgaven, waarbij onderscheid is gemaakt naar Nederlanders met en zonder een eigen kajuitjacht. De totale bestedingen van de groep met eigen kajuitjacht bedroeg € 76 miljoen, en die van de groep zonder eigen kajuit € 20,5 miljoen.

**Figuur 8.2 De bestedingen van vakanties met een kajuitjacht bestaan voornamelijk uit boodschappen en restaurant/café bezoek**



Bron: NBTC-NIPO Research, zoals weergegeven in Stichting Recreatietoervaart Nederland (2011)

Klimaatverandering, met langere en warmere zomers, zal mogelijk leiden tot een toename van de waterrecreatie en daarmee een toename van de marktomvang van de sector. Ook de toekomstige vergrijzing zal leiden tot een toename van de waterrecreatie in Nederland. Nu reeds is er een toename waar te nemen van waterrecreatiebestemmingen.<sup>38</sup>

### 8.3 Stedelijk gebied<sup>39</sup>

In stedelijk gebied heeft zoetwater meerdere functies die door klimaatverandering onder druk kunnen komen te staan. Deze hebben betrekking op het groen in de openbare ruimte, de gebouwen en stedelijke infrastructuur, en de volksgezondheid. Deltares (2012-2) stelt dat het niet voor alle functies mogelijk is om zinnige kwantitatieve schaderamingen op te stellen op basis van klimaatscenario's. Hoewel de klimaatscenario's zeker invloed hebben op de schademechanismen in stedelijk gebied, kan in veel gevallen nog niet worden gekwantificeerd hoeveel sneller of ernstiger een mechanisme in de stad verloopt, en dus hoeveel sneller schades ontstaan en in welke mate schadeposten toenemen. Het ontbreekt daarvoor aan basisgegevens en schademedellen waarmee de invloed van klimaatverandering in het verloop van schademechanismen tot uiting komt (Deltares 2012-2).

<sup>38</sup> Bron: Deltares (2011)

<sup>39</sup> Deze paragraaf is gebaseerd op Deltares (2012-2)

Het voornaamste effect van de klimaatscenario's op stedelijk gebied is die op funderingschade als gevolg van grondwateroverlast. Ongeveer 750.000 panden kunnen reeds nu al te maken krijgen met grondwateroverlast. Door te lage grondwaterstanden is momentaal de geschatte schade aan funderingen en gebouwen 5 miljard euro. Droge klimaatomstandigheden zullen naar verwachting van invloed zijn op de ontwikkeling van schade aan ongeveer 450.000 van deze panden. Uitgaande van een gemiddeld schadebedrag per pand van 54.000 is een absolute bovengrens aan funderingschade te stellen van € 40 miljard, waarbij een droger klimaat invloed heeft op een (snellere) ontwikkeling van dat schadebedrag ter grootte van ongeveer 25 miljard euro. Hierbij dient opgemerkt te worden dat dit schadebedrag een bovengrens betreft, waarbij aangenomen is dat elk kwetsbaar geacht pand moet worden hersteld. Tevens gaat het hier om het mogelijk eerder voorkomen van een schadepost die zonder klimaatverandering wellicht in een later stadium ook was ontstaan.



## 9 Synthese

De economische effecten van de Deltascenario's op gebruiksfuncties van zoetwater zijn het grootst bij de landbouw en de binnenvaart, met maximale jaarlijkse effecten van respectievelijk € 733 mln en € 369 mln. Het effect op natuur bedraagt in natuurpunten maximaal 4360 punten (7 procent). In het vervolgproces kan de knelpuntenanalyse kan worden gebruikt als 'filter' om te dure beleidsvoorstellen te identificeren; in dat proces verdient de invulling van 'bestaand beleid' speciale aandacht.

### 9.1 Totaalbeeld

In de vorige hoofdstukken zijn de economische effecten bepaald van de Deltascenario's op de verschillende gebruiksfuncties van zoetwater. De onderstaande tabel geeft een totaalbeeld, waarin voor elke gebruiksfunctie staat aangegeven wat de verwachte economische effecten zijn gemiddeld per jaar in 2050. In het vervolg worden de belangrijkste bevindingen en aanbevelingen voor verder onderzoek (onder bullets) uiteengezet.

<b>Meerkosten per gebruiksfunctie als gevolg van de deltasenario's in 2050</b> (bandbreedte in € mln gemiddeld per jaar)								
gebruiksfunctie	toegevoegde waarde sector (in % BBP/ natuurwaardepunten)	Deltascenario's				adaptatie door sector	doorrekening kosten in prijs	verandering vraagfunctie
		G		W+				
		RC	GE	RC	GE			
Binnenvaart	921 (0,2%)	- 3,9	- 8,6	62/166	138/369			
Drinkwater	896 (0,2%)	3,8/3,9			10,6/13,3			
Industrie	30.638 (5,8%)		1,6/2,8	5,2/9,1				
Energie	10.400 (2,0%)	niet te bepalen						
Landbouw	9.200 (1,7%)		25/50	388/733				
<b>Effect in natuurwaardepunten in 2050</b>								
Natuur	65.000		670	- 4.360				
<b>Snellere ontwikkeling schade aan funderingen door droogte (miljard euro)</b>								
Stedelijk gebied				25				
<b>Meegenomen</b>								
<b>Deels meegenomen</b>								
<b>Niet meegenomen</b>								
<b>Niet van toepassing</b>								

#### Binnenvaart

Een belangrijk negatief effect van een klimaatscenario voor de binnenvaart is een hogere kans op een lagere waterstand. Schepen kunnen door laagwater minder diep beladen varen, zodat vaker (om)gevaren moet worden om dezelfde hoeveelheid te vervoeren. Dit brengt hogere kosten met zich mee. De verwachte vervoerkosten neemt in het W+ scenario toe met € 62 mln (ondergrens) tot € 369 mln (bovengrens). Bij deze bepaling is evenwel nog geen rekening gehouden de volgende factoren:

- Gegevens over adaptatie van de vloot aan klimaatverandering zijn onbekend en is daarom onderwerp voor verder onderzoek.
- Uitgestelde reizen worden niet meegenomen in de kostenberekeningen. Het is aannemelijk dat uitgestelde reizen (aanmerkelijk) duurder zijn dan reizen die direct kunnen plaatsvinden. Kwantitatieve gegevens over deze opwaartse bijstelling zijn onbekend en daarom onderwerp voor verder onderzoek.

### Drinkwater

De Deltascenario's hebben invloed op zowel de vraag naar als de productiekosten en de prijs van drinkwater. De hoogte van de prijs van drinkwater zelf heeft eveneens invloed op de vraag, hoewel niet sterk. De drinkwatervoorziening kan als gevolg van de Deltascenario's in de toekomst te maken krijgen met voornamelijk drie kostprijsverhogende knelpunten. Deze zijn verzilting, overschrijding van de temperatuurnorm bij de innamepunten van oppervlaktewater, en een verslechtering van de kwaliteit. De kostprijsverhogende effecten van de Deltascenario's zijn in dit onderzoek berekend op basis van meerkosten als gevolg van verzilting en verslechtering van waterkwaliteit. De in dit onderzoek geschatte schade bedraagt in het meest ongunstige geval jaarlijks € 13,3 mln in 2050.

- Kwantitatieve gegevens om een berekening te maken van de kostprijsverhoging als gevolg van een toename in het aantal overschrijdingen van de temperatuurnorm ontbraken, waardoor een berekening hiervan onderwerp is voor verder onderzoek.

De kosten van ontzilten van brakwater liggen tussen € 0,3 en € 0,6 per m<sup>3</sup>.<sup>40</sup> Mogelijke kostprijzdalingen van ontzilten als gevolg van innovaties of verdere schaalvergrotingen zijn in dit onderzoek niet meegenomen.

- Nader onderzoek naar innovaties of verdere schaalvergroting ten behoeve van ontzilten zou kunnen leiden tot een neerwaartse bijstelling van de in dit onderzoek bepaalde economische schades.

De kwaliteit van water dat als bron dient voor drinkwaterproductie zal als gevolg van de Deltascenario's in de toekomst mogelijk achteruitgaan. In dit onderzoek is aangenomen dat de kosten voor zuiveren van oppervlaktewater met 10% toenemen in het G/RC scenario en met 20% in het W+/GE scenario. Deze percentages zijn zeer tentatief en dienen nadere beschouwing in vervolgonderzoek.

- Kwantitatieve gegevens om een berekening te maken van de kostprijsverhoging als gevolg van een achteruitgang van de waterkwaliteit waren onvolledig, waardoor een berekening hiervan onderwerp is voor verder onderzoek.

Bij de berekening van de economische effecten is uitgegaan van de huidige verhouding van bronnen. Het is mogelijk dat ontwikkelingen in de toekomst leiden tot een verschuiving van gebruik van oppervlaktewater naar grondwater, of juist andersom, met als doel de kosteneffecten van de Deltascenario's te minimaliseren. Het meenemen van deze mogelijkheid tot adaptatie door de sector zou in vervolgonderzoek kunnen leiden tot een neerwaartse bijstelling van de berekende effecten.

---

<sup>40</sup> Bron: Karagiannis et. al (2008)

- De kostenreducerende gevolgen van mogelijke adaptatie door de drinkwaterbedrijven aan de Deltascenario's is onderwerp voor nader onderzoek.

### **Natuur**

Om de economische schade aan natuur te kwantificeren moeten de effecten op natuur eerst in kaart worden gebracht. Deltares heeft met behulp van DEMNAT 3.0 de toe- en afname van ecosysteemtypen in kaart gebracht. Vervolgens zijn de resultaten met behulp van een natuurwaarderingssysteem weergegeven in kwantitatieve eenheden, zogeheten natuurwaardepunten. De procentuele afname in natuurwaardepunten als gevolg van de Deltascenario's bedraagt maximaal bijna 7%.

### **Industrie**

Deltares heeft voor de industrie die gebruik maakt van het innamepunt Bernisse, de schade bepaald als gevolg van verzilting. De verwachte toename in economische schade als gevolg van ontzilting bedraagt maximaal € 8,5 mln per jaar in 2050.

De industrie in de regio Rotterdam beslaat het grootste gedeelte van de industrie die te maken kan krijgen met verzilting. Uitgaande van de verhoudingen in productie<sup>41</sup> kan ook de schade door verzilting bij de Eemshaven geschat worden op circa 7% van de schade van het innamepunt Bernisse. De totale verwachte toename in economische schade als gevolg van ontzilting komt daarmee op € 9,1 mln per jaar in 2050. Dit percentage is te beschouwen als een tentatieve schatting, aangezien niet duidelijk is of de industrie bij de Eemshaven in dezelfde verhouding te maken zal krijgen met ontziltingskosten. Dit zou in nader onderzoek preciezer moeten worden geschat.

- Een bepaling van de jaarlijkse schade als gevolg van ontziltingskosten voor de industrie bij de Eemshaven is onderwerp voor nader onderzoek.

Deltares (2012-3) heeft onderzocht dat voor de industrie geldt dat er in de huidige situatie in een gemiddeld jaar geen problemen met koelwaterlozingen zijn. In klimaatscenario W+ ontstaan in een gemiddeld of droog jaar problemen voor een beperkt aantal punten; in een extreem droog jaar ontstaan in scenario W+ ernstige problemen voor een groot aantal punten langs alle binnenwateren in 2050. Er is evenwel geen kwantitatieve informatie over de schade die dit kan veroorzaken.

- Een bepaling van de jaarlijkse schade voor de industrie als gevolg van warmteoverschrijdingen van koelwater is onderwerp voor nader onderzoek.

### **Energievoorziening**

De temperatuur van het rivierwater is bepalend voor het gebruik als koelwater voor energiebedrijven. Als het water te warm wordt komt uiteindelijk de elektriciteitsvoorziening in gevaar. Het gegeven dat Nederland aan (een koele) zee ligt kan daarom mogelijk een comparatief voordeel zijn, niet alleen met het oog op de huidige ligging van de elektriciteitscentrales, maar ook met eventuele aanpassing van de sector aan een warmer klimaat door zich aan zee te vestigen.

---

<sup>41</sup> Bron: VNO-NCW (2008)

Een bepaling van de economische effecten van de Deltascenario's op de elektriciteitsvoorziening in Nederland valt vanwege de beperkte beschikbaarheid van brongegevens buiten de reikwijdte van dit onderzoek, maar zou er als volgt kunnen uitzien.

- Allereerst dient de autonome verandering van de vraag naar elektriciteit als gevolg van de Deltascenario's bepaald te worden, zoals in deze rapportage voor drinkwater reeds is gedaan (zie paragraaf 4.2). Dit resulteert idealiter in een vraagfunctie die mede afhankelijk is van weersomstandigheden.
- In de tweede stap wordt de aanbodfunctie bepaald. Hierbij wordt een kostenfunctie opgesteld die mede afhankelijk is van de vraag, mogelijke productiebeperkingen als gevolg van te warm inlaatwater, en kosten van stroom importeren.<sup>42</sup> Tijdens deze tweede stap komen ook mogelijke aanpassingen van de sector aan realisaties van de Deltascenario's aan bod.
- In de derde stap wordt een verband gelegd tussen een kostenstijging (inclusief adaptatie van de sector), tariefstijging en een daling van de vraag. Hiervoor dient de vraagelasticiteit te worden bepaald.
- In de vierde en laatste stap worden de economische effecten van de Deltascenario's bepaald, waaronder de extra kosten van de afnemers en het verlies aan consumenten- en producentensurplus.

### Landbouw

De landbouw in Nederland ondervindt zowel positieve als potentieel negatieve effecten van klimaatverandering. De temperatuurstijging, de verlenging van het groeiseizoen en de toegenomen CO<sub>2</sub> concentraties in de lucht hebben een positief effect op de landbouwproductie. De mogelijk toenemende droogte en verzilting daarentegen betekenen een extra fysieke schadepost voor de landbouw. Naar voren komt evenwel dat de schade kan toenemen met maximaal € 733 mln gemiddeld per jaar in 2050.

De berekende schade laat evenwel twee effecten buiten beschouwing. Ten eerste zal een afnemend aanbod als gevolg van landbouwschades en een bevolkingsgroei een prijsopdrijvend effect hebben voor landbouwproducten. Wanneer de landbouwsector te kampen heeft met een lagere opbrengst, zullen consumenten meer moeten betalen voor de betreffende producten. De producenten zijn in dat geval in staat (een deel van) de landbouwschade te verhalen op afnemers uit binnen- en buitenland. Een toename van de bevolking, zowel in Nederland als de rest van de wereld, leidt tot een autonome toename van de vraag naar landbouwproducten, met bijbehorend prijsopdrijvend effect.

Klimaatverandering hoeft niet negatief uit te pakken voor de Nederlandse landbouw. Zolang de Nederlandse landbouw relatief veel water tot zijn beschikking heeft, zal het een concurrentievoordeel hebben ten opzicht van landbouwgebieden met weinig water. Ook voor de Europese en wereldmarkt als geheel geldt namelijk dat klimaatverandering een directe invloed heeft op de potentiële productie en de kans op schades. Klimaatverandering kan positief doorwerken op de Nederlandse concurrentiepositie, zeker als Nederland de grotere kans op schades met adaptatiemaatregelen weet te beperken.

---

<sup>42</sup> De kosten van import van stroom zijn overigens zelf ook afhankelijk van weersomstandigheden en capaciteitsbeperkingen.

De landbouwsector zal zich aanpassen aan veranderende omstandigheden, en eventueel overschakelen op ander landgebruik. Met een veranderend klimaat is het in sommige gevallen lucratief om over te schakelen op andere gewassen, te intensiveren of de schaal te vergroten. Deze vormen van adaptatie mitigeert mogelijk de te verwachten economische schade als gevolg van klimaatverandering.

Er zijn geen kwantitatieve gegevens over bovengenoemde effecten. Aangezien beide effecten een daling van de economische schade betekenen, zouden de schades in deze rapportage een bovengrens moeten vormen. Als zeer tentatieve ondergrens is in dit onderzoek daarom een halvering van de berekende schade aangenomen, als gevolg van het comparatieve voordeel van Nederland voor wat betreft de aanwezigheid van zoetwater, en van adaptatie van de sector zelf aan de nieuwe omstandigheden. Beide effecten zouden echter nader beschouwd moeten worden.

- Een nadere internationale analyse van de prijsgevoeligheid van landbouwproducten voor aanbodschommelingen (als gevolg van een goede/slechte oogst) is onderwerp voor nader onderzoek.
- Adaptatie van de landbouwsector is onderwerp voor nader onderzoek

## 9.2 Vervolgstappen

De schadebepaling voor de gebruiksfuncties onder de Deltascenario's geeft ook een indicatie van de mogelijke baten van beleid. Dit is van belang voor de kosten-batenanalyse die één van de vervolgstappen is. Als een beleidsmaatregel een zoetwaterknelpunt volledig oplost, zijn de baten gelijk aan de vermeden kosten van het knelpunt. Zo beschouwd is de schade van het knelpunt een bovengrens voor de kosten van beleidsmaatregelen om dit knelpunt weg te nemen.

Dit heeft een belangrijke implicatie: als de kosten van een beleidsvoorstel hoger zijn dan de schade van het knelpunt waar het voorstel op is gericht, zal het beleidsvoorstel waarschijnlijk een ongunstige kosten-batenverhouding hebben. Met andere woorden: de schade van knelpunten kunnen worden gebruikt als een 'filter' om beleidsvoorstellen te selecteren die kansrijk zijn wat betreft kosten en baten. Hierbij is het wel van belang om rekening te houden met eventuele bijkomende baten buiten de zoetwatervoorziening, bijvoorbeeld in de vorm van meer waterveiligheid of betere recreatiemogelijkheden. Als dergelijke baten worden genegeerd, worden beleidsvoorstellen te mogelijk te snel 'weggefilterd'.

In de kosten-batenanalyse is, net als in de analyse van de economische effecten op de gebruiksfuncties, de invulling van beleid in de referentiaalalternatieven (Deltascenario's) van belang. In de analyse van de economische effecten op de gebruiksfuncties is uitgegaan van bestaand beleid in die zin dat de huidige inrichting van de waterhuishouding en het huidige beleid en beheer het uitgangspunt vormt. Dit verdient ook voor de kosten-batenanalyse aanbeveling, met drie kanttekeningen:

- In de richtlijnen voor kosten-batenanalyse (Eijgenraam et al., 2000) werd aanbevolen om in het 'nulalternatief' beperkte maatregelen op te nemen om knelpunten (deels) weg te nemen. In de praktijk wordt het nulalternatief in kosten-batenanalyses meestal ingevuld met bestaand beleid. Het is dan echter wel van belang om beperkte maatregelen als (extra) beleidsvarianten door te rekenen, omdat anders alleen de 'hoeken van het speelveld' (geen

extra beleid versus veel extra beleid) in beeld komen. Dit sluit aan bij de voornemens van het deelprogramma Zoetwater om te komen tot reële strategieën.

- Bestaand beleid kan beter worden ingevuld aan de hand van maatregelen dan van doelstellingen. Als doelstellingen al in het referentiaalalternatief worden bereikt, komen de kosten en baten van de maatregelen die daarvoor nodig zijn niet in beeld. De kosten-batenanalyse laat alleen de verschillen zien tussen het referentiaalalternatief en beleidsalternatieven.
- Wellicht verdient “bestaand beleid” nadere precisering in termen van reeds vastgestelde uitgaven en investeringen. Zo zou kunnen worden verondersteld dat alle maatregelen in het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (MIRT) worden uitgevoerd. Het MIRT loopt tot 2020 en wordt verlengd naar 2028. Het lijkt onrealistisch om te veronderstellen dat daarna geen geld meer wordt besteed aan voor zoetwater, dus handhaving van de budgetten in 2020/2028 ligt in de rede.

## Literatuurlijst

- ABN AMRO (2011). Visie op Transport en Logistiek, sector update 2011. ABN AMRO Sector Research, mei 2011.
- CBS (2012). Statline databank. [statline.cbs.nl](http://statline.cbs.nl)
- CBS, PBL en Wageningen UR (2011). Waterwinning en waterverbruik door de industrie, 1976-2008. [www.compendiumvoordeleefomgeving.nl](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl)
- CBS en LEI (2009). Land- en tuinbouwcijfers 2008. LEI-rapport 2008-048.
- CPB, MNP en RPB (2006). Welvaart en Leefomgeving, Den Haag: Centraal Planbureau. ISBN 90-6960-149-4.
- Deltares (2010). Overstromingsrisico's en droogterisico's in een veranderend klimaat. Deltares, Delft, 2010.
- Deltares (2011). Zoetwatervoorziening in Nederland, landelijke analyse knelpunten in de 21e eeuw. Mei 2011.
- Deltares (2011-2). Eerste generatie oplossingsrichtingen voor klimaatadaptatie in de regio Rijnmond-Drechtsteden. Deltares, Delft, 2011.
- Deltares (2012). Kansrijkheid van anders omgaan met zout – een druppel op de gloeiende plaat, of niet. Deltares, maart 2012.
- Deltares (2012-2). Schades door watertekorten en –overschotten in stedelijk gebied. Deltares, 2012.
- Deltares (2012-3). Zoetwatervoorziening in Nederland – aangescherpte landelijke analyse knelpunten in de 21e eeuw. Deltares, 2012.
- DGW (2004). Evaluatienota waterbeheer aanhoudende droogte 2003. Directoraat-Generaal Water, april 2004.
- Dorsser, C. van (2012). A very long term forecast of the port throughput in the Le Havre, - Hamburg range up to 2100. EJTIR 12 (1), pp. 88-110.
- Eijgenraam, C.J.J., Koopmans, C.C., Tang, P.J.G. & Verster, A.C.P. (2000) Evaluatie van infrastructuurprojecten; Leidraad voor kosten-batenanalyse, Sdu, Den Haag (deze publicatie staat bekend als de “OEI-leidraad”)
- ING (2011). Binnenvaart in de greep van overbrugging. ING Economisch Bureau, januari 2011.
- ING (2011-2). My Industry 2030, Nederland gaat het maken. ING Economisch Bureau, mei 2011.
- Jonkeren (2009). Adaptation to climate change in inland waterway transport. Amsterdam, oktober 2009. ISBN 978 90 361 01424.
- Karagiannis, I.C. and P.G. Soldatos (2008). Water desalination cost literature: review and assessment. Desalination 223, pp. 448-456.

- Koning, J. de (2011). Hoe zorgen we voor voldoende gekwalificeerd personeel in de industrie? SEOR, Erasmus School of Economics. Rotterdam, januari 2012.
- LEI (2011). Landbouw in een veranderende delta: toekomstscenario's voor zoetwatergebruik, 2011.
- LEI (2011-2). Aalvissers aan de slag met eigen toekomst. LEI-rapport 2011-45, oktober 2011.
- Macknick, J., R. Newmark, G. Heath, K.C. Hallett. A Review of Operational Water Consumption and Withdrawal Factors for Electricity Generating Technologies. National Renewable Energy Laboratory, maart 2011.
- OVB en EIM (2004). Overleven of overleveren, Economische en maatschappelijke betekenis van de beroepsbinnenvisserij en haar toekomstperspectieven. Mei 2004.
- Paalvast & Noordhuis (2012). Gevolgen van klimaatverandering voor beroepsvisserij en sportvisserij in Nederland. Ecoconsult, Deltares, 2012.
- PBL en Deltares (2011). Deltascenario's. Verkenning van mogelijke fysieke en sociaaleconomische ontwikkelingen in de 21ste eeuw op basis van KNMI'06 en WLO-scenario's, voor gebruik in het Deltaprogramma 2011 – 2012, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Planbureau voor de Leefomgeving (2011). Herijking van de Ecologische Hoofdstructuur, Quick Scan van varianten. Den Haag, februari 2011.
- Planbureau voor de Leefomgeving (2009). Natuurbalans 2008. Den Haag, februari 2009.
- Policy Research Corporation (2007). Beleidsstrategie Binnenvaart: een landelijke markt- en capaciteitsanalyse. Den Haag, mei 2007.
- Puijker, L.M., C.G.E.M. van Beek, A. Brandt, M.B. Heringa & J.A. van Leerdam (2008). Veilige waterwingebieden: bedreigingen door chemische verontreinigingen. Resultaten eerste fase. KWR, Nieuwegein.
- Rijkswaterstaat en TU Delft (2011). Staat van de scheepvaart en de binnenvaarwegen in Nederland 2011. September 2011.
- RIVM (2011). Toekomstverkenning drinkwatervoorziening in Nederland. 2011. RIVM rapport 609716001/2011.
- RIZA (2005). Droogtestudie Nederland. Aard, ernst en omvang van watertekorten in Nederland. RIZA rapport 2005.016.
- RIZA (2007). Investeringsruimte voor toekomstige droogte – verkenning van de hydrologische effecten en economische schade in de KNMI '06 klimaatscenario's. Rijkswaterstaat/RIZA, december 2007.
- RWS (2011). Verkenning Deltascenario's voor het havengebied Rijnmond-Drechtsteden. Ministerie van Rijkswaterstaat, 2011.
- SEO Economisch Onderzoek (2003). “Gansch het raderwerk staat stil” – de kosten van stroomstoringen. SEO-rapport 685.
- Stichting Recreatie (2008). Pre-verkenning waterrecreatie, Inventarisatie van beschikbare kennis. Den Haag, januari 2008.



- Stichting Recreatietoervaart Nederland (2011). Toekomstvisie Waterrecreatie 2025. Driebergen, maart 2011.
- TME (2008). Visiedocument waterprijsbeleid 21e eeuw. Instituut voor Toegepaste Milieu-Economie, Nootdorp, november 2008.
- TNO (2010). Impact of climate change on the competitive position of inland waterway transport.
- TU Delft (2010). Afsluitbaar open Rijnmond – een systeembenadering. TU Delft, zomer 2010.
- TU Delft (2011). Staat van de scheepvaart en de binnenvaarwegen in Nederland 2011. Rijkswaterstaat en TU Delft, september 2011.
- Turpijn, B. en R. Weekhout (2011). Klimaat en binnenvaart – een strategische verkenning naar de effecten van klimaatverandering op het gebruik van het hoofdvaarwegennet. Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart, januari 2011.
- VEWIN (2008). Prognose landelijke drinkwatervraag t/m 2025. Vereniging van waterbedrijven in Nederland, Rijswijk, oktober 2008.
- VEWIN (2010). Water in zicht 2009. Vereniging van waterbedrijven in Nederland, Rijswijk, september 2010.
- VEWIN (2012). Drinkwaterstatistieken 2012. Vereniging van waterbedrijven in Nederland, Rijswijk.
- Vliet, M.T.H. van, J.R. Yearsley, F. Ludwig, S. Vögele, D.P. Lettenmaier, P. Kabat. Vulnerability of US and European Electricity supply to climate change. Nature climate change vol. 2-6, 2012.
- VNO-NCW en VEMW (2008). Versterking Nederlandse Watereconomie. VNO-NCW en VEMW, 2008.



## Bijlage A Constante prijselasticiteit en consumentensurplus

Bij een constante prijselasticiteit kan een vermindering aan consumentensurplus berekend worden. De vraagfunctie bij een constante prijselasticiteit is  $q = Ap^\epsilon$ , waarbij  $q$  de vraag,  $p$  de prijs,  $\epsilon$  de prijselasticiteit, en  $A$  de autonome vraag weergeeft. Wanneer de prijs stijgt van  $p_0$  naar  $p_1$ , dan is het oranje plus het gele oppervlak in Figuur A.1 gelijk aan  $\int_{p_0}^{p_1} Ap^\epsilon dp = \frac{A}{1+\epsilon} (p_1^{1+\epsilon} - p_0^{1+\epsilon})$ ; het gele vak is gelijk aan  $(p_1 - p_0)q_1$ . Het oranje vlak, het verlies aan consumentensurplus, is vervolgens gelijk aan  $\frac{A}{1+\epsilon} (p_1^{1+\epsilon} - p_0^{1+\epsilon}) - (p_1 - p_0)Ap_1^\epsilon$ .

Figuur A.1 Tijdelijke droogte leidt tot drie soorten welvaartsverliezen

